

SESSION 2009

**CONCOURS EXTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
ET CONCOURS D'ACCÈS À LA LISTE D'APTITUDE**

Section : TECHNOLOGIE

**ANALYSE D'UN PRODUIT
DANS SON CONTEXTE TECHNICO-ÉCONOMIQUE**

Durée : 6 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

BAB Pilot de



- Un dossier général avec le travail demandé
- Un dossier comportant les documents réponses (DR1 à DR11)
- Un dossier technique (DT1 à DT13)

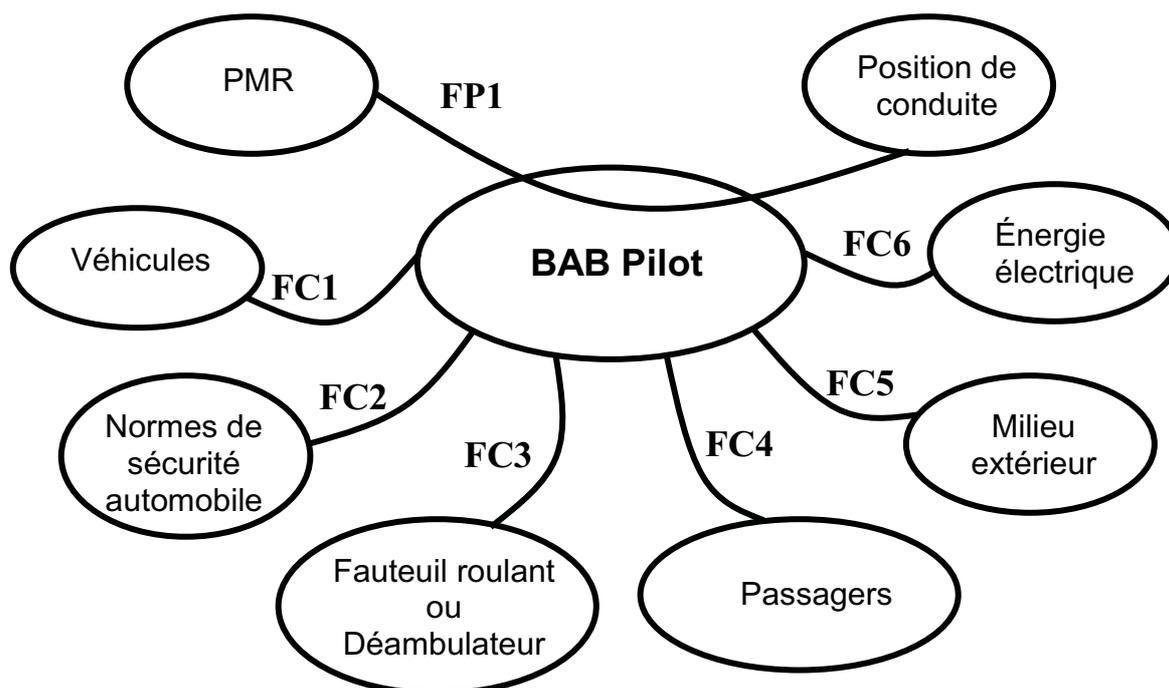
INTRODUCTION

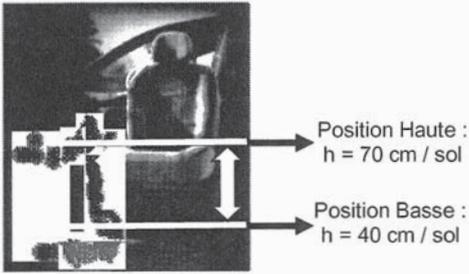
BABOULIN, est une société française spécialisée dans l'aménagement technique de véhicules en direction des Personnes à Mobilité Réduite (PMR).

Les personnes handicapées et âgées ont du mal à utiliser les nouveaux types de véhicules. En effet, ces véhicules ont une garde au sol de plus en plus élevée ce qui pose un problème d'accessibilité.

De ce constat, et d'une demande grandissante de la « clientèle Baboulin », est né en 1994, le « Duo Voyageur Concept » (voir Dossier Technique **DT1**), système qui permet à la PMR de s'installer dans une voiture, **côté passager**, sans avoir à bouger de son fauteuil. Ce dernier, grâce à un bras articulé, passe directement de l'extérieur du véhicule à la place du siège d'origine sans effort physique.

De cette facilité de transfert acquise côté passager, est née la volonté de développer le même concept **côté conducteur**. À la suite de plusieurs années de recherche et de développement, la société BABOULIN a mis sur le marché le « BAB Pilot » (**DT2** à **DT13**) dont le cahier des charges fonctionnel peut être exprimé partiellement ci-dessous sous la forme d'un diagramme des interactions.



FONCTIONS	CRITÈRES	NIVEAUX
FP1 : Permettre, de manière autonome, le transfert de la PMR de la position de conduite à l'extérieur du véhicule et vice-versa.	Aucun effort physique à fournir par la PMR. Utilisation d'une télécommande. Vitesse maxi de déplacement de la PMR. Masse Maximum de la PMR. Réglage de la position de conduite possible (Voir DT2) : non étudié dans le sujet.	$V_{\text{maxi}} = 15 \text{ mm/s}$ 100 kg
FC1 : S'adapter à différents types de véhicule.	Aucune modification du véhicule. Utilisation des mêmes points d'ancrage que le fauteuil d'origine.	
FC2 : Respecter les normes en matière de sécurité automobile.	Les éléments d'origine assurant la sécurité passive doivent être conservés et rester en parfait état de fonctionnement. (prétensionneurs de ceinture de sécurité, épure de la ceinture, ancrage de la ceinture, airbags frontaux, ...).	
FC3 : S'adapter aux moyens de déplacement de la PMR.	Débattement vertical du dessus de l'assise par rapport au sol.	
FC4 : Ne pas mettre en danger les passagers du véhicule.	La place arrière, derrière le conducteur, sera condamnée.	
FC5 : Résister au milieu extérieur.		
FC6 : S'adapter à l'énergie électrique disponible dans le véhicule.	Tension électrique (fournie par la batterie du véhicule).	12 Volts

La société BABOULIN a développé **deux versions** dans le but de répondre au besoin décrit précédemment.

La 1^{ère} version que nous allons étudier dans la première partie de ce sujet n'a pas été commercialisée. Les études menées vont permettre d'en déterminer les limites et donc de comprendre pourquoi la société BABOULIN a développé une 2^{ème} version, que l'on étudiera dans la deuxième partie du sujet.

Une troisième partie sera l'occasion de réfléchir aux raisons de la différence du prix de vente entre les deux versions étudiées.

Remarque : Un véhicule RENAULT Scénic a été choisi dans un premier temps, par la société BABOULIN, comme base de travail.

1^{ère} PARTIE : Étude de la 1^{ère} VERSION du BAB Pilot **(Voir Dossier Technique DT2 à DT6)**

Objectif : Analyser et étudier la 1^{ère} version du « BAB Pilot » afin de mieux comprendre pourquoi la société BABOULIN a choisi d'abandonner le développement de cette version.

1.1. Appropriation de la 1^{ère} version du « BAB Pilot »

Question 1 : Compléter le diagramme FAST sur le Document Réponse **DR1** afin d'analyser le fonctionnement global de la 1^{ère} version. Pour cela, utiliser les Dossiers Techniques **DT2 à DT4**.

Les concepteurs se sont inspirés du système côté passager pour développer la 1^{ère} version de celui côté conducteur. En effet, ils ont réutilisé l'ensemble « bras articulé ». (Voir Dossier Technique **DT1**)

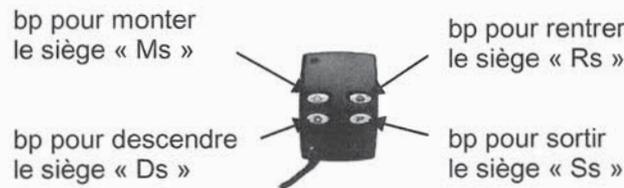
Question 2 : Utiliser un ensemble déjà développé par la société pour une autre application peut sembler être une démarche intéressante. Justifier pourquoi.

1.2. Validation du respect de la FP1

Objectif : *Mettre en évidence les limites de l'automatisation de la 1^{ère} version et proposer une solution technique.*

		questions	
Démarche :	1	Déterminer le GRAFCET qu'il faudrait implanter pour répondre à la fonction FP2.	3 à 4
	2	Étudier le GRAFCET « Phase 1 : sortie du siège » en cas de coupure d'énergie.	5 à 7

Afin de rendre la commande du siège la plus aisée possible, une automatisation des cycles de fonctionnement du siège est nécessaire. Elle est réalisée par un automate programmable et une télécommande sur laquelle se trouvent quatre boutons poussoirs notés « bp » (voir ci-dessous).



Le fonctionnement du siège s'effectue en 3 phases :

- Phase 1 : Translation horizontale. Elle permet la rentrée ou la sortie du siège (Voir **DT2**). L'actionneur de cette phase est un moteur électrique.
- Phase 2 : Translation verticale. Elle permet la montée ou la descente du siège (Voir **DT2**). L'actionneur de cette phase est un vérin électrique.
- Phase 3 : Translation à l'extérieur du véhicule. Elle ne sera pas étudiée.

Pour réaliser les phases de fonctionnement du siège, il n'est pas nécessaire de rester appuyé sur le bp. En effet, une seule impulsion suffit car l'information est mémorisée par l'automate.

Une impulsion sur le bp « Ss » permet de sortir le siège du véhicule. Une fois la « Phase 1 : sortie du siège » accomplie (Voir **DT5**), le siège s'arrête en position intermédiaire. La PMR peut s'installer sur le siège du véhicule, à partir de son fauteuil roulant ou d'un déambulateur. Pour cela, elle peut commander, lorsque le siège est hors du véhicule, la montée du siège par le bp « Ms » ou la descente du siège par le bp « Ds ». Il s'agit de la Phase 2.

La demande «Phase 1 : rentrée du siège» se fait à partir de la position haute ou basse du siège à l'aide d'une impulsion sur le bp « Rs ». Lors de cette phase, le siège passe obligatoirement par la position intermédiaire.

Les actionneurs du système sont équipés de capteurs de fin de course afin d'acquérir les différentes positions du siège (voir **DT5**).

Données : Nomenclature des capteurs et actionneurs

Repères	Capteurs	Repères	Actionneurs
Fcrs	Fin de course siège en position rentrée.	Mrs	Mise en rotation du moteur pour rentrer le siège.
Fcss	Fin de course siège en position sortie.	Mss	Mise en rotation du moteur pour sortir le siège.
Fcsb	Fin de course siège en position basse.	Vrt	Vérin tige rentrée (monter le siège).
Fcsh	Fin de course siège en position haute.	Vst	Vérin tige sortie (descendre le siège).
Fcsi	Fin de course siège en position intermédiaire.		

Question 3 : D'après la cinématique du siège donnée en **DT2**, déterminer les positions proposées à la PMR pour s'installer dans le siège.

Question 4 : Compléter les GRAFCET « Phase 1 » et « Phase 2 » d'un point de vue partie opérative en utilisant le **DT5**.

Répondre sur le document réponse **DR2**.

La société BABOULIN souhaite connaître le comportement du système lors d'une coupure d'énergie et les limites de l'automatisation de la 1^{ère} version. L'étude porte plus particulièrement sur la « Phase 1 : sortie du siège ».

Question 5 : Indiquer ce qu'il se passe si une coupure d'énergie intervient pendant la sortie du siège.

Question 6 : Conclure quant aux limites de l'automatisation de la 1^{ère} version du système.

Question 7 : Proposer une solution qui permet d'y remédier à l'aide du **DT11**.

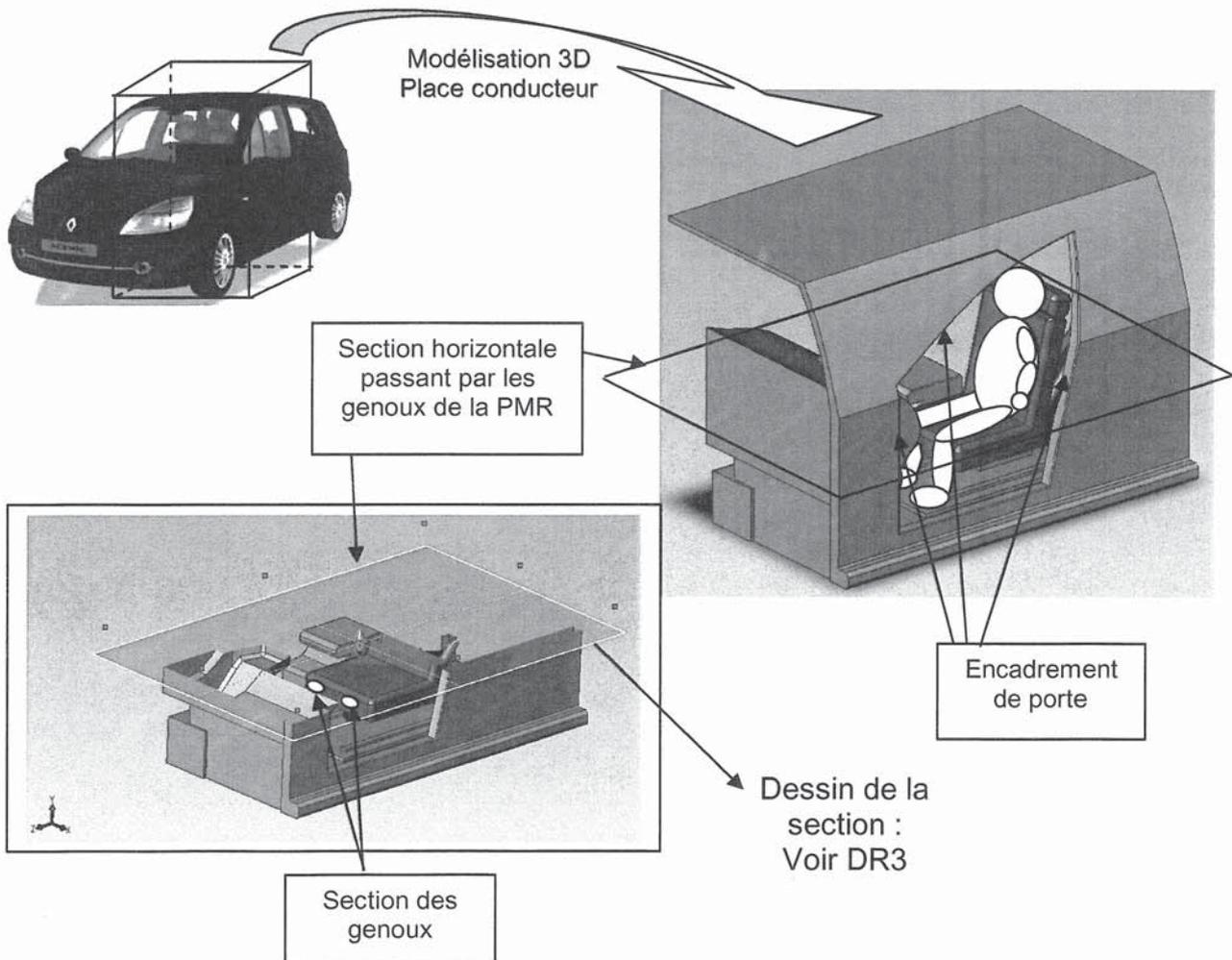
1.3. Étude du déplacement du mécanisme dans un plan horizontal permettant de valider le respect de la FP1

Objectif : Mettre en évidence l'impossibilité d'utiliser la 1^{ère} version dans une large gamme de véhicule car il peut y avoir collision du système avec l'encadrement de la portière et / ou avec les éléments présents dans l'habitacle (tableau de bord, volant, ...).

Remarque : On considèrera l'ensemble {P} = {Potence + Bielles + Vérin + Bras + Siège + PMR} représenté sur le Document Réponse **DR4** imprimé sur papier calque.

		questions	
Démarche :	1	Déterminer les positions de Embase / Châssis à différents instants lors de la sortie du siège.	8 à 9
	2	Déterminer les positions angulaires de {P} / Embase à différents instants lors de la sortie du siège.	10 à 11
	3	Tracer les trajectoires de points appartenant à {P} et issues de la composition des deux mouvements dans le Scénic et conclure.	12 à 15
	4	Tracer les trajectoires de points appartenant à {P} et issues de la composition des deux mouvements dans la Mégane et conclure.	16 à 17

On va plus particulièrement s'intéresser, lors de la sortie, au passage des genoux de la PMR et du coin arrière droit du siège appartenant à la même section horizontale comme on peut le voir ci-dessous et sur le Document Réponse **DR3** sur lequel seront réalisés les tracés.



Le déplacement de l'ensemble $\{EP\} = \{\text{Embase} + \{P\}\}$ peut se décomposer en deux mouvements :

↳ Un mouvement de **translation rectiligne uniforme** de l'Embase (sur laquelle est monté l'ensemble $\{P\}$) par rapport au Châssis.

Données : L'Embase est liée à la chaîne par une liaison complète (Voir **DT3**).
 Fréquence de rotation du motoréducteur M1: $N_{M1} = 10 \text{ tr/min}$
 Diamètre primitif du pignon monté sur le rotor de M1: $d_{M1} = 30 \text{ mm}$

Question 8 : Déterminer la vitesse de translation du point A (Voir **DR3**) appartenant à l'Embase dans son mouvement par rapport au Châssis.

Question 9 : Compléter le tableau suivant permettant de définir, en fonction du temps, la position du point A appartenant à l'Embase dans son mouvement par rapport au châssis.

Remarque : d_i caractérise la distance parcourue entre la position initiale du point A à l'instant t_0 et sa position à l'instant t_i .

t_i (en s)	0	1	2	3	4	5	6	7
d_i (en mm)	0							

↳ Un mouvement de **rotation uniforme** de centre A de l'ensemble $\{P\}$ (représenté sur le Document Réponse **DR4** imprimé sur papier calque) dans son mouvement par rapport à l'Embase.

Question 10 : En utilisant le dessin d'ensemble et le schéma cinématique du train épicycloïdal (Voir Dossier Technique **DT4**) déterminer la vitesse de rotation de la potence 20 par rapport à l'Embase 12 : $\omega_{20/12} = \omega_{\{P\}/\text{Embase}}$.

Rappel : La formule de Willis permettant de déterminer la raison basique d'un train épicycloïdal est:

$$rb = \frac{\omega_{Sb/PS}}{\omega_{E/PS}} = \frac{\prod d_{Roues_Menantes}}{\prod d_{Roues_menées}}$$

Avec : Sb = Sortie du train basique
 E = Entrée du train basique
 PS = Porte Satellite

$\prod d_{Roues_Menantes}$ = produit des diamètres primitifs des roues menantes.

$\prod d_{Roues_Menées}$ = produit des diamètres primitifs des roues menées.

On considèrera pour la suite : $\omega_{\{P\}/\text{Embase}} = 0,1 \text{ rad/s}$

Question 11 : Compléter le tableau suivant permettant de définir, en fonction du temps, l'angle de rotation de l'ensemble $\{P\}$ (représenté sur le Document Réponse **DR4** imprimé sur papier calque) dans son mouvement par rapport à l'Embase

Remarque : $\theta_i = (\overrightarrow{A_i I_i}, \vec{Y})$ caractérise l'angle parcouru entre l'instant initial t_0 et l'instant considéré t_i .

t_i	0	1	2	3	4	5	6	7
θ_i (en rad)	0							
θ_i (en °)	0							

Question 12 : Repérer, sur le Document Réponse **DR3**, le point B appartenant au genou et susceptible de rentrer en collision avec l'encadrement de la portière ou avec les éléments présents dans l'habitacle.

Question 13 : Représenter sur le Document Réponse **DR3**, en utilisant le papier calque portant l'ensemble {P} présent sur le **DR4**, les positions A_i , B_i , C_i , aux temps t_i , des points A, B, C.

Question 14 : Tracer les trajectoires des points B et C.

Question 15 : Conclure quant à l'objectif visé pour le Renault Scénic.

Bien que l'on choisisse au départ un véhicule donné (un RENAULT Scénic), il ne faut pas perdre de vue la notion de famille de produits. En effet, une utilisation de ce système doit être envisageable dans tous types de véhicules.

Question 16 : Reporter sur le Document Réponse **DR5** (imprimé sur papier calque), en les décalquant, les trajectoires des points B et C obtenues à la question 14.

Question 17 : L'objectif visé est-il atteint pour tous types de véhicules ?

1.4. Étude du déplacement **vertical** du mécanisme permettant de valider le respect de la FC3 et FP1

Objectif : Étudier et vérifier, pour la phase 2 (Voir DT2), que la course et la vitesse de sortie de tige du vérin permettent le respect du cahier des charges.

		questions	
Démarche :	1	Déterminer la course du vérin	18 à 19
	2	Déterminer de la vitesse de sortie de la tige du vérin	20 à 23
	3	Relever les caractéristiques de l'actionneur et conclure	24 à 25

↳ Course de l'actionneur :

Question 18 : Après avoir tracé les deux positions extrêmes du dessus du siège (aussi appelé « assise ») définies dans le Cahier des Charges Fonctionnel page 3, déterminer à partir d'une étude graphique les deux positions extrêmes du point R (on les appellera R' et R'').
Les tracés seront effectués sur le Document Réponse **DR6**.

Remarque : Le point R est à la même hauteur que le dessous du siège (dessous de l'assise).

Question 19 : En déduire la course minimale de l'actionneur.

↳ Vitesse de sortie de tige :

Donnée : la vitesse maximale de déplacement imposée par le Cahier des Charges Fonctionnel : $\| \vec{v}_{R \in Bras / Potence} \| = 15 \text{ mm / s}$

Question 20 :

- Justifier l'égalité suivante : $\vec{v}_{M \in Siège / Potence} = \vec{v}_{R \in Bras / Potence}$
- Justifier l'égalité suivante : $\vec{v}_{R \in Bras / Potence} = \vec{v}_{R \in Bielle / Potence}$

Question 21 : Écrire la relation de composition des vitesses au point R permettant de déterminer $\vec{V}_{R \in \text{Bras} / \text{Potence}}$ en fonction de $\vec{V}_{R \in \text{TigeVérin} / \text{CorpsVérin}}$, $\vec{V}_{R \in \text{Bras} / \text{TigeVérin}}$, $\vec{V}_{R \in \text{CorpsVérin} / \text{Potence}}$.

Question 22 : En déduire la relation entre : $\vec{V}_{R \in \text{Bielle} / \text{Potence}}$, $\vec{V}_{R \in \text{TigeVérin} / \text{CorpsVérin}}$, $\vec{V}_{R \in \text{CorpsVérin} / \text{Potence}}$.

Question 23 : Déterminer graphiquement la valeur de $\vec{V}_{R \in \text{TigeVérin} / \text{CorpsVérin}}$.

Le raisonnement sera à détailler sur votre copie et les tracés seront réalisés sur le Document Réponse **DR6**. L'échelle des vitesses est : 2 mm/s représentés par 10 mm.

↳ Conclusion :

Question 24 : Rechercher dans la Fiche Technique du Vérin « Warner » (Voir Dossier Technique **DT6**) la course et la vitesse de sortie de tige pour l'actionneur utilisé de référence « D12-21B5-12 ».

Question 25 : Que peut-on conclure quant au choix de l'actionneur ?

Les études menées précédemment ont permis de mettre en évidence les limites de la 1^{ère} version du « BAB Pilot » :

- Automatisation pas assez performante en cas de coupure d'énergie (utilisation de capteurs de fin de course)
- Collision du siège ou de la PMR lors du transfert dans certains véhicules.

2^{ème} PARTIE : Étude de la 2^{ème} VERSION du BAB Pilot (Voir Dossier Technique DT2 et DT7 à DT13)

La société BABOULIN souhaite diffuser ce dispositif à la plus large gamme de véhicules possible. Pour répondre à cette contrainte, elle a donc développé une nouvelle version que l'on va étudier dans la deuxième partie du sujet.

Les problèmes de collisions rencontrés dans la 1^{ère} version n'existent plus dans cette 2^{ème} version. En effet, tous les mouvements sont indépendants les uns des autres et gérés par une carte électronique. Le paramétrage de cette carte permet de répondre aux contraintes imposées par chaque type de véhicule.

Objectif : Analyser et étudier la 2^{ème} version du « BAB Pilot » afin de valider les choix effectués.

2.1. Appropriation de la 2^{ème} version du BAB Pilot.

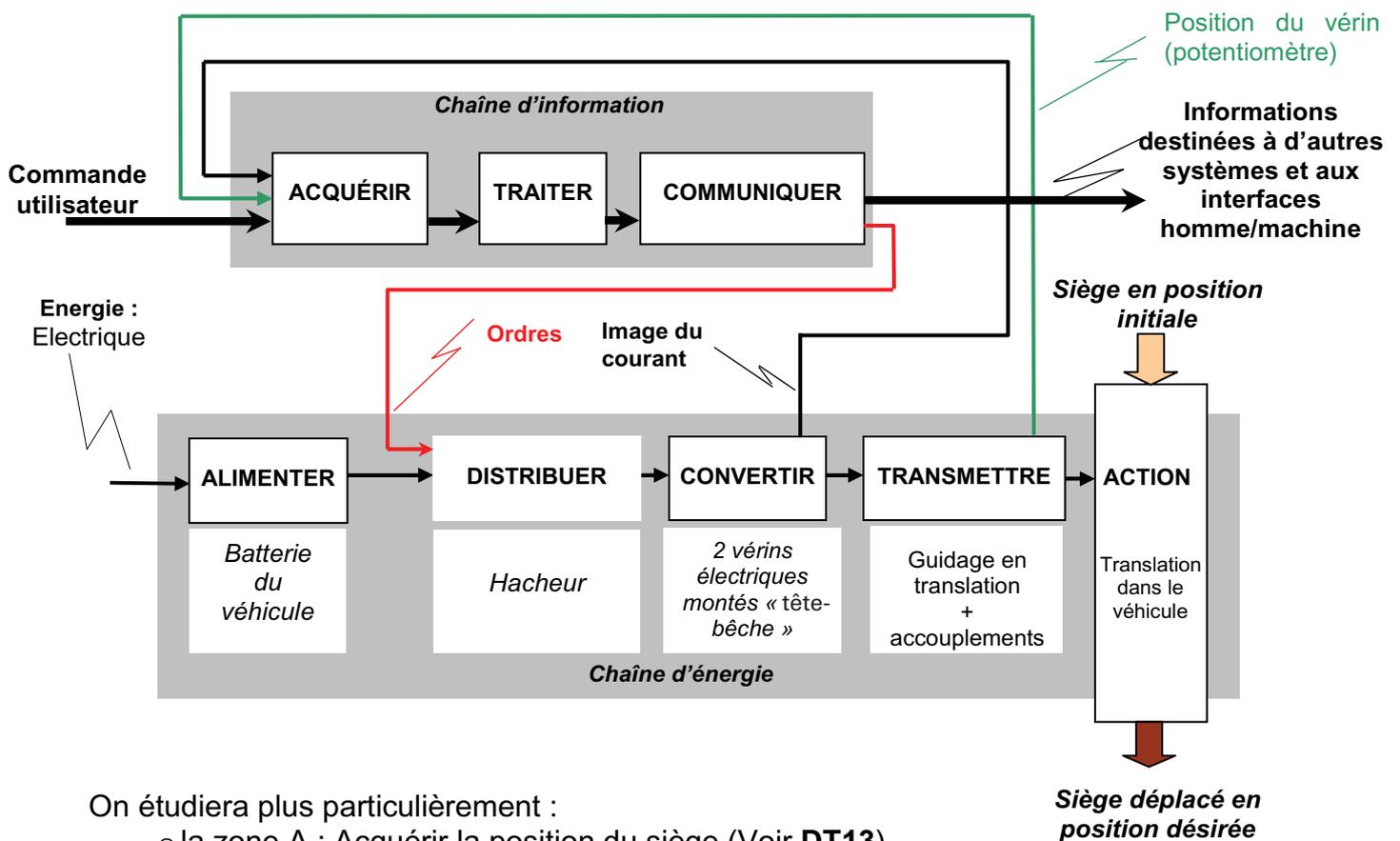
Question 26 : Afin d'analyser le fonctionnement global de la 2^{ème} version, compléter le diagramme sur le Document Réponse **DR7** (Chaîne d'énergie).

2.2. Étude de la FP1 et FC6

Objectif : Valider les solutions technologiques retenues pour le mouvement de translation horizontale dans le véhicule.

		questions	
Démarche :	1	Étudier l'acquisition de position des vérins de la 2 ^{ème} version.	27 à 30
	2	Vérifier que la solution retenue pour la mesure de position de la 2 ^{ème} version permet de connaître la position du siège même en cas de coupure d'énergie.	31 à 33
	3	Déterminer la commande permettant de gérer l'avance ↔ recul du siège dans l'habitacle.	34 à 37
	4	Choisir les vérins électriques à partir de la course maximale, de la vitesse d'avancement et du courant.	38 à 45

La chaîne d'énergie et la chaîne d'information sont schématisées ci-dessous à partir de blocs fonctionnels.



- On étudiera plus particulièrement :
- la zone A : Acquérir la position du siège (Voir DT13)
 - la zone B : Distribuer l'énergie (Voir DT13)

2.2.1. Étude de la zone A : Acquérir la position du siège.

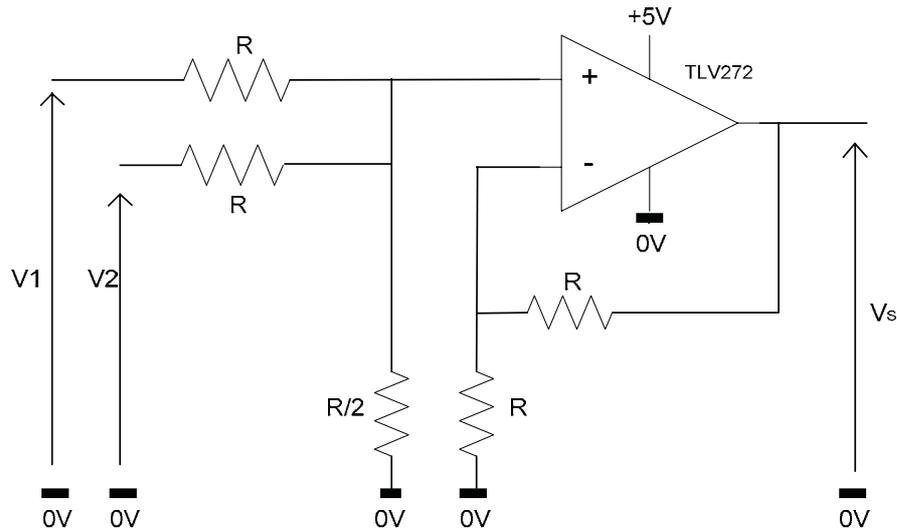
Sur la version précédente, l'acquisition de position du siège du véhicule était réalisée par des capteurs de fin de course. Sur cette nouvelle version, elle est réalisée par des potentiomètres intégrés à chaque vérin électrique. La translation du siège (mouvement horizontal) dans le véhicule se fait grâce à deux vérins électriques montés « tête-bêche » (Voir **DT8**) afin d'obtenir une course de 300 mm.

Le potentiomètre délivre une tension de sortie, comprise entre 0 et 5V, proportionnelle au déplacement de la tige du vérin. La sortie est à 0V lorsque la tige est totalement rentrée, elle est à 5V lorsque la tige du vérin est totalement sortie. Pour une tension de 1 V, le vérin se déplace de 30 mm.

Les tensions V1 et V2 sont respectivement les images de la position des vérins 1 et 2. Pour une course donnée, chaque vérin effectue exactement la moitié de la course. La tension Vs est la tension qui sera traitée par la carte électronique afin de connaître la position exacte du siège comme s'il n'y avait qu'un seul vérin.

Hypothèses simplificatrices :

L'impédance d'entrée est très élevée et les courants d'entrée i+ et i- sont considérés comme nuls. L'AOP est considéré comme parfait.



Question 27 : Donner les tensions V1 et V2 lorsque les tiges des deux vérins sont rentrées puis lorsqu'elles sont sorties.

Question 28 : Déterminer l'expression de Vs en fonction de V1, V2 et R.

On souhaite connaître la position horizontale « avance ou recul » du siège en plusieurs endroits de l'habitacle.

Question 29 : Calculer V_s lorsque le siège est complètement rentré dans l'habitacle.

Question 30 : Calculer V_s lorsque le siège est complètement sorti de l'habitacle.

La société Baboulin souhaite connaître le comportement du système lors d'une coupure d'énergie. Cette étude se fera pendant la sortie du siège lorsque celui-ci a déjà effectué une course de 200 mm à l'intérieur de l'habitacle.

Question 31 : Déterminer la tension V_s pour ce déplacement.

Question 32 : Expliquer le comportement du système dans le cas d'une coupure d'énergie. Argumenter votre réponse.

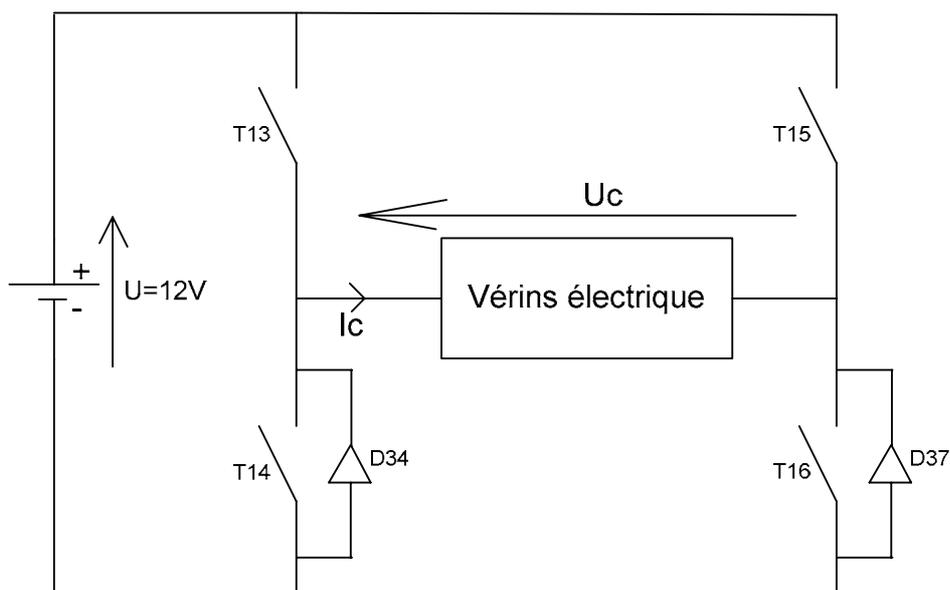
Question 33 : Conclure quant à l'amélioration apportée sur l'acquisition de position sur cette version par rapport à la 1^{ère} version.

2.2.2. Étude de la zone B : Distribuer l'énergie.

Sur la version précédente, la phase 1 de l'ensemble {système + PMR} de l'habitacle se faisait au moyen d'un seul actionneur. Sur cette nouvelle version, chaque déplacement est réalisé distinctement. Le mouvement de translation horizontale « avance ou recul » du siège se fait grâce à deux vérins électriques identiques montés « tête-bêche » (voir **DT8**) pour obtenir une course du siège de 300 mm.

Le siège du véhicule avance ou recule dans l'habitacle à une vitesse de 15 mm/s. Les vérins sont des modèles Elero de la marque BINDER. Le facteur de service choisi est S3 15%.

La fonction « distribuer l'énergie du moteur du vérin électrique » est réalisée par le montage ci-dessous :



La société BABOULIN souhaite que le siège se déplace dans les 2 sens. Cette réalisation a été confiée à la société TECMOTION qui maîtrise cette technologie.

Les interrupteurs électroniques sont parfaits. Ils sont commandés à l'ouverture et à la fermeture périodiquement à une fréquence de 15 kHz. La période est notée T et le rapport cyclique α est un nombre compris entre 0 et 1.

L'étude se fait en plusieurs parties distinctes qui sont :

- **Étude du hacheur.**
- **Dimensionnement des vérins électriques.**

Étude du hacheur :

Pour cette étude les hypothèses sont les suivantes :

- La valeur moyenne de la tension $\langle u_c(t) \rangle$ est positive pour obtenir l'avance du siège dans l'habitacle.
- La valeur moyenne de la tension $\langle u_c(t) \rangle$ est négative pour obtenir le recul du siège dans l'habitacle.

Question 34 : Représenter graphiquement sur 3 périodes pour $\alpha=3/5$, la tension $u_c(t)$ pour l'avance et le recul du siège sur le Document Réponse **DR8**.

Question 35 : Donner les interrupteurs électroniques qui doivent être commandés pour obtenir l'avance du siège. En déduire le signe du courant $i_c(t)$.

Question 36 : Donner les interrupteurs électroniques qui doivent être commandés pour obtenir le recul du siège. En déduire le signe du courant $i_c(t)$.

Question 37 : Conclure si le dispositif de commande associé aux vérins permet d'avancer et de reculer le siège.

Dimensionnement des vérins électriques :

Les vérins électriques sont utilisés pour effectuer le mouvement linéaire de translation horizontale « avance ou recul » du siège. Ils se composent d'un moteur électrique à courant continu à aimants permanents qui met en mouvement un dispositif vis-écrou par l'intermédiaire d'un réducteur à roue et vis sans fin. La vis solidaire de l'axe de sortie du réducteur entraîne l'écrou. Cet écrou provoque le déplacement linéaire de la tige sur laquelle il est fixé. Des billes sont placées entre la vis et l'écrou afin d'améliorer le rendement.

Rappel : La vitesse de translation horizontale du siège obtenue par les vérins montés « tête-bêche » est de 15 mm/s et la course totale du siège est de 300 mm.

Question 38 : Déterminer la course d'un seul vérin.

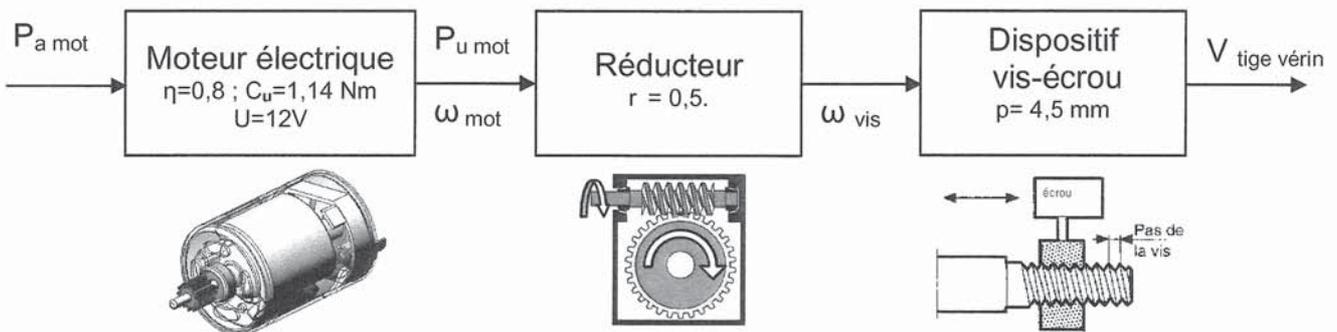
Question 39 : Déterminer la vitesse linéaire de la tige d'un seul vérin.

Données :

Dispositif vis-écrou : Pas $p = 4,5$ mm.

$$V = p \times \omega / 2\pi$$

avec V = vitesse linéaire ; p = pas de la vis.
 ω = vitesse de rotation en rad/s.



Question 40 : Déterminer la vitesse angulaire de la vis ω_{vis} .

Question 41 : Déterminer la vitesse angulaire du moteur ω_{mot} .

Question 42 : Déterminer la puissance utile du moteur $P_{u \text{ mot}}$ du vérin électrique.

Question 43 : Déterminer la puissance absorbée par le moteur $P_{a \text{ mot}}$ du vérin électrique.

Question 44 : Déterminer le courant absorbé I_C par le vérin électrique.

Question 45 : Conclure quant au choix des vérins électriques à l'aide du **DT12**.

2.3. Validation du choix des guidages

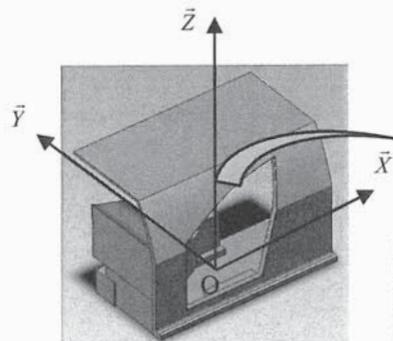
Objectif : Déterminer et vérifier que l'effort suivant \bar{z} auquel est soumis chacun des 4 guidages linéaires assurant le guidage en translation de l'Embase par rapport à l'ensemble {Châssis + plancher du véhicule} ne dépasse pas la valeur admissible fixée par le constructeur des guidages choisis.

		questions	
Démarche :	1	Calculer le poids de l'ensemble isolé.	46
	2	Écrire les torseurs des actions mécaniques.	47
	3	Appliquer le principe fondamental de la statique et conclure quand à l'hyperstaticité de l'ensemble isolé.	48 à 50
	4	Comparer les valeurs trouvées avec celles fixées par le constructeur et conclure.	51 à 52

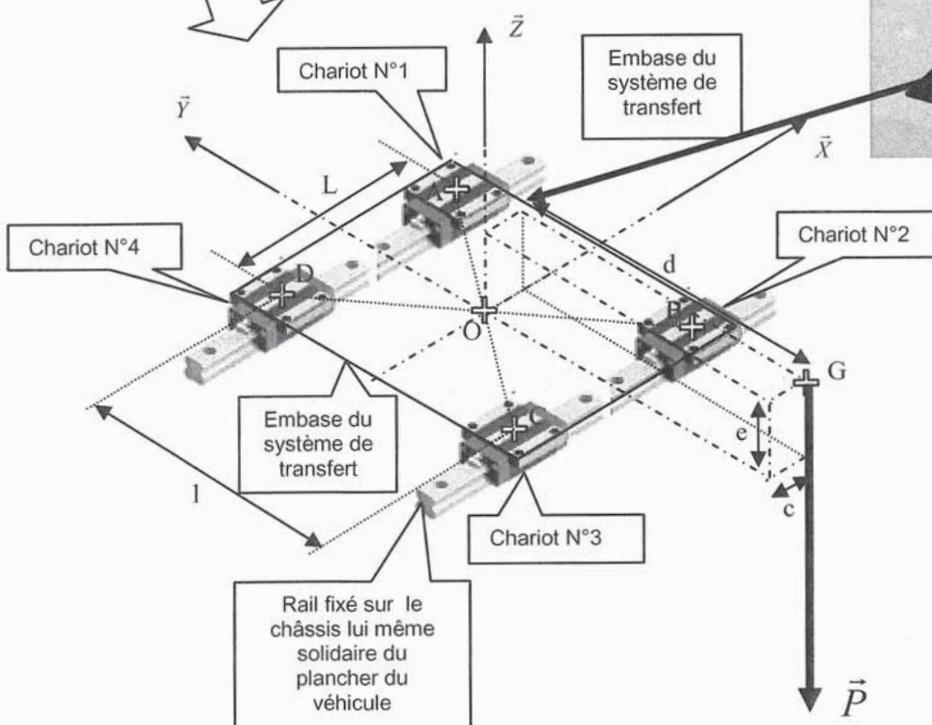
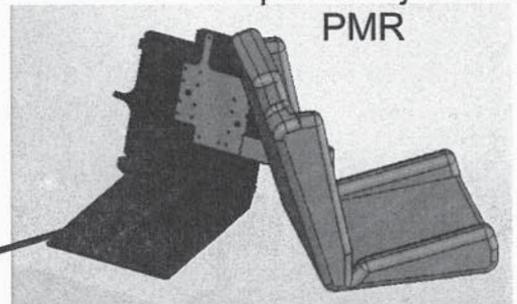
Sur la 1^{ère} version, les guidages linéaires « EASY RAIL » entre l'ensemble {Châssis + plancher du véhicule} et le système de transfert, très sollicités lorsque le bras était totalement sorti de la voiture, ne fonctionnaient plus correctement et on avait même des risques d'arrachement des chariots par rapport aux rails. Un autre type de guidages linéaires est donc utilisé pour cette 2^{ème} version plus adaptée aux fortes sollicitations. Ces guidages sont toujours de marque ROLLON et de référence : MRT15SW (Voir Dossier Technique DT10).

Remarque :

Le schéma ci-dessous représente l'ensemble simplifié isolé qui servira de support principal à l'étude statique. Les 2 rails horizontaux ne font pas partie du système isolé.



Ensemble isolé =
l'ensemble du système (sans le châssis et les rails) auquel on ajoute la PMR

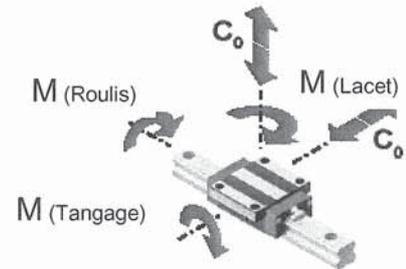


- $l = 400 \text{ mm}$
- $L = 250 \text{ mm}$
- $c = 30 \text{ mm}$
- $d = 400 \text{ mm}$

Tournez la page S.V.P.

Hypothèses et données :

- La masse de l'ensemble du système sans le châssis et les rails horizontaux est :
 $m = 200 \text{ kg}$.
- Le centre de gravité G de l'ensemble isolé (Voir page précédente) est tel que : $\vec{OG} = c\vec{x} - d\vec{y} + e\vec{z}$
- On considère les liaisons parfaites.
- Référence des guidages linéaires : MRT15SW
- La rigidité du système est suffisamment élevée et la géométrie suffisamment précise pour pouvoir négliger le moment de roulis, tangage et lacet pour chaque guidage linéaire.



Question 46 : Calculer le poids de l'ensemble isolé.

Remarque : On utilisera la notation suivante pour modéliser l'action mécanique de l'ensemble II sur l'ensemble I au point A :

$$\left\{ \mathcal{T}_{II \rightarrow I} \right\}_A = \left\{ \begin{array}{ll} X_A & L_{A,II \rightarrow I} \\ Y_A & M_{A,II \rightarrow I} \\ Z_A & N_{A,II \rightarrow I} \end{array} \right\}_{(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})}$$

Question 47 : Déterminer le torseur de chaque action mécanique agissant sur l'ensemble isolé. Exprimer ces torseurs au point O.

Question 48 : Déterminer les équations issues de l'application du principe fondamental de la statique.

Question 49 : Pourquoi peut-on dire que le guidage est hyperstatique ?

Question 50 : Quel est l'intérêt d'un guidage hyperstatique et quelles contraintes cela impose-t-il ?

Une résolution par logiciel a permis de déterminer l'effort suivant \vec{z} auquel est soumis chacun des quatre guidages linéaires.

- $Z_A = - 559,15 \text{ N}$
- $Z_B = 2383,85 \text{ N}$
- $Z_C = 2030,65 \text{ N}$
- $Z_D = - 912,35 \text{ N}$

Question 51 : Déterminer la valeur admissible fixée par le constructeur des guidages choisis.

Question 52 : Conclure sur le risque d'arrachement.

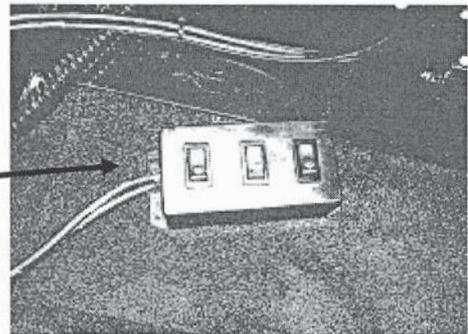
2.4. Étude des dispositifs permettant un déplacement manuel en cas de panne

Objectif : Analyser et concevoir les solutions technologiques permettant de déverrouiller les mouvements indépendants du siège pour pouvoir manœuvrer celui-ci manuellement en cas de panne.

		questions
Démarche :	1	Analyser la solution technologique permettant de déverrouiller la translation horizontale avance ↔ recul dans le véhicule. 53
	2	Concevoir la solution technologique permettant de déverrouiller la rotation. 54 à 55

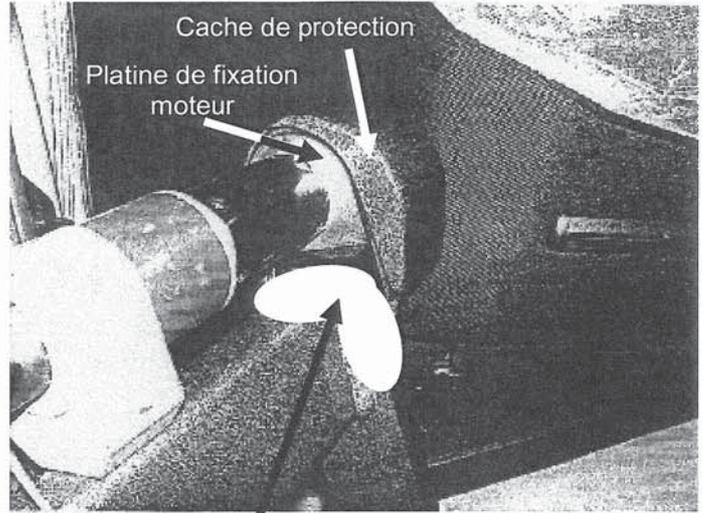
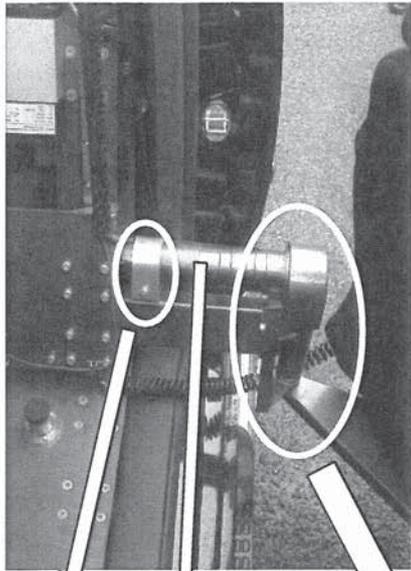
En cas de panne il est préconisé par la société BABOULIN :

- de vérifier que le fusible de 15 A est en état de marche (car la panne peut venir de celui-ci) ;
- d'essayer, avec le boîtier de dépannage fourni, de rentrer le système électriquement. Si au cours de la manœuvre un des mouvements ne fonctionne pas, on doit alors déverrouiller mécaniquement chacun d'entre eux.

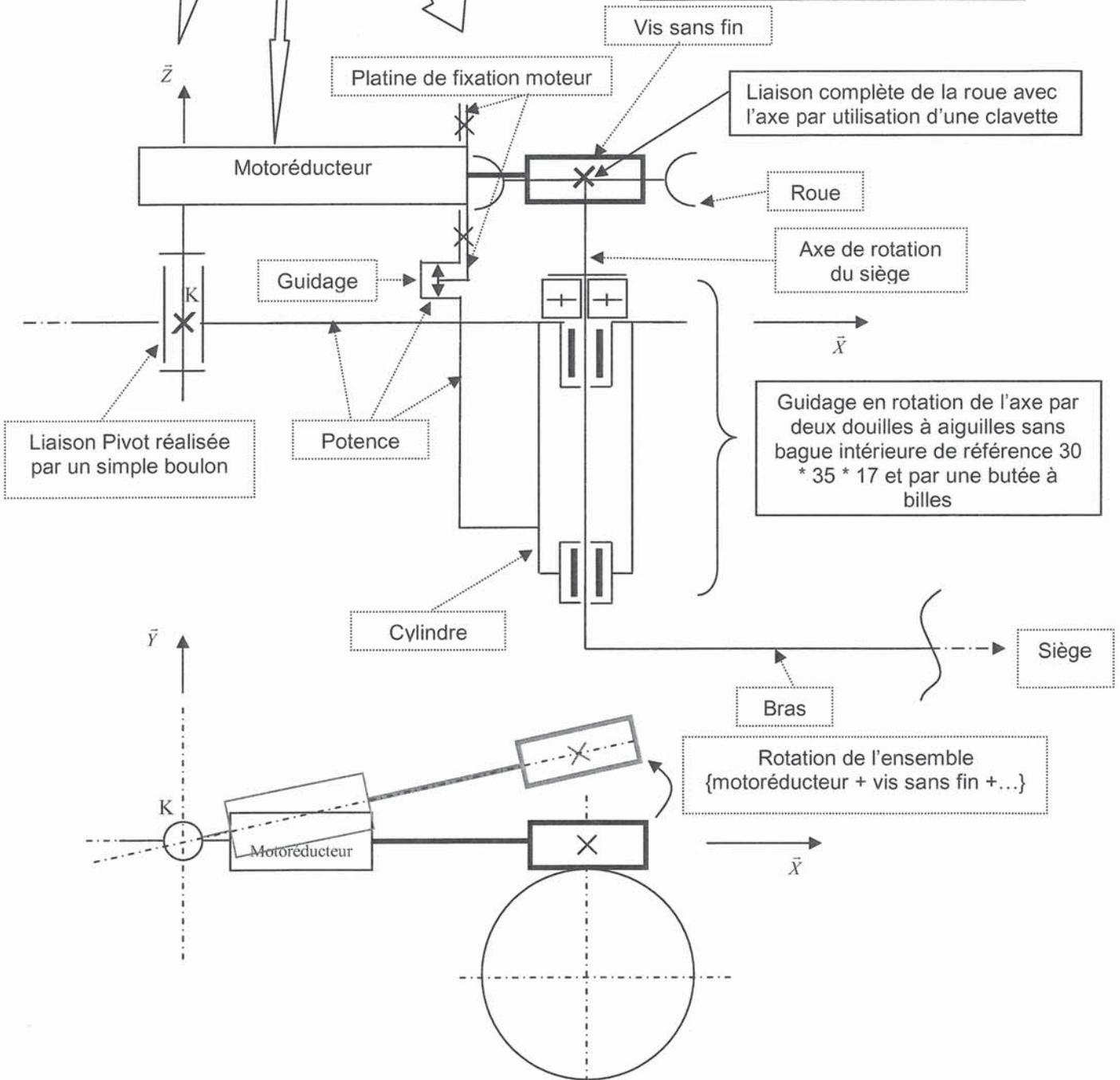


Question 53 : Indiquer sur quel(s) élément(s) on doit intervenir pour déverrouiller mécaniquement la **translation horizontale avance / recul à l'intérieur du véhicule**. On le(s) identifiera en le(s) entourant en vert sur le Document Réponse **DR9** et on précisera le(s) outil(s) à employer et le « protocole » à suivre.

Le schéma technologique page suivante représente (dans le plan vertical contenant l'axe de rotation) le sous-ensemble permettant d'assurer la rotation du bras supportant le siège par rapport à l'embase afin de pouvoir assurer l'entrée ou la sortie du siège manuellement en cas de panne électrique.



ZONE À CONCEVOIR



Question 54 : Le moteur entraîne en rotation le siège lorsqu'il est alimenté en énergie. Pourquoi la rotation du siège n'entraîne-t-elle pas en rotation le rotor du moteur lorsque celui-ci n'est pas alimenté, sachant que l'angle d'inclinaison d'hélice est faible (moins de 6 à 10°) ?

La solution technologique permettant de déverrouiller mécaniquement la rotation du siège doit permettre de séparer la vis sans fin de la roue.

Cette séparation est réalisée par simple rotation de l'ensemble {motoréducteur + platine de fixation moteur + vis sans fin} autour de l'axe (K, \vec{z}) comme on peut le voir sur le schéma technologique ci-dessus (réalisé par un simple boulon).

Un guidage entre la potence et l'ensemble {motoréducteur + platine de fixation moteur + vis sans fin} doit permettre un bon positionnement vertical de la vis par rapport à la roue.

Un système de réglage du jeu entre la vis et la roue doit être prévu. Il doit permettre avant de réaliser le maintien en position, de plus ou moins rapprocher la vis de la roue pour avoir un jeu faible permettant un bon engrènement.

Un système de maintien en position simple doit permettre de garder une position correcte de la vis sans fin par rapport à la roue en fonctionnement automatique.

Question 55 : En fonction de ce qui est énoncé précédemment, réaliser le croquis à **main levée** du système permettant le déverrouillage mécanique de la rotation du mécanisme afin de pouvoir assurer l'entrée ou la sortie du siège manuellement en cas de panne électrique.

Pour cela il sera possible soit de compléter le tracé sur le Document Réponse **DR10** soit de réaliser un croquis en 3D sur le Document Réponse **DR11**.

Remarques :

- **Le cache de protection n'est pas à représenter.**
- La structure du fût est du type mécano-soudée.
- Les composants pour lesquels une documentation spécifique n'est pas fournie (vis, ...) seront dessinés avec des dimensions aussi vraisemblables que possible.

3^{ème} PARTIE : Étude de coût

L'étude réalisée met en évidence les technologies utilisées afin de répondre aux contraintes toujours plus importantes qui se posent pour que ce genre de dispositif s'adapte aux différents véhicules que propose le marché automobile. Ces dispositifs doivent également être conformes aux normes afin ne pas faire prendre de risques aux personnes utilisant le « BAB pilot ».

De ce fait, l'acquisition de ces dispositifs représente un coût important pour les personnes à mobilité réduite. En effet la première version se chiffre aux environs des 7 500€, tandis que la seconde version coûte 9 980€.

Question 56 : Justifier en quelques lignes la différence du prix de vente entre les deux versions. Argumenter votre réponse.