

## Groupement Inter Académique II

### BEP MAINTENANCE DES VÉHICULES ET DES MATÉRIELS

### Sujet commun : Maintenance des véhicules

#### SESSION 2007

#### EP2 Analyse fonctionnelle et structurelle

#### Epreuve ponctuelle

### DOSSIER TRAVAIL

#### TRAVAIL DEMANDE

##### Il est demandé aux candidats :

- De contrôler que votre dossier travail soit complet.
- D'inscrire votre nom, prénom et N° d'inscription sur la copie double "modèle EN" qui sert de chemise à votre dossier travail
- De ne pas dégrader les feuilles.
- De vous servir du dossier ressources et du dossier technique pour répondre aux questions du dossier travail.
- De vérifier que toutes les feuilles soient remplies à la fin de l'épreuve
- De rendre le dossier travail en fin d'épreuve

#### NOTE FINALE EN BEP

**Total :            /30**

Note arrondie au point entier ou  
½ point

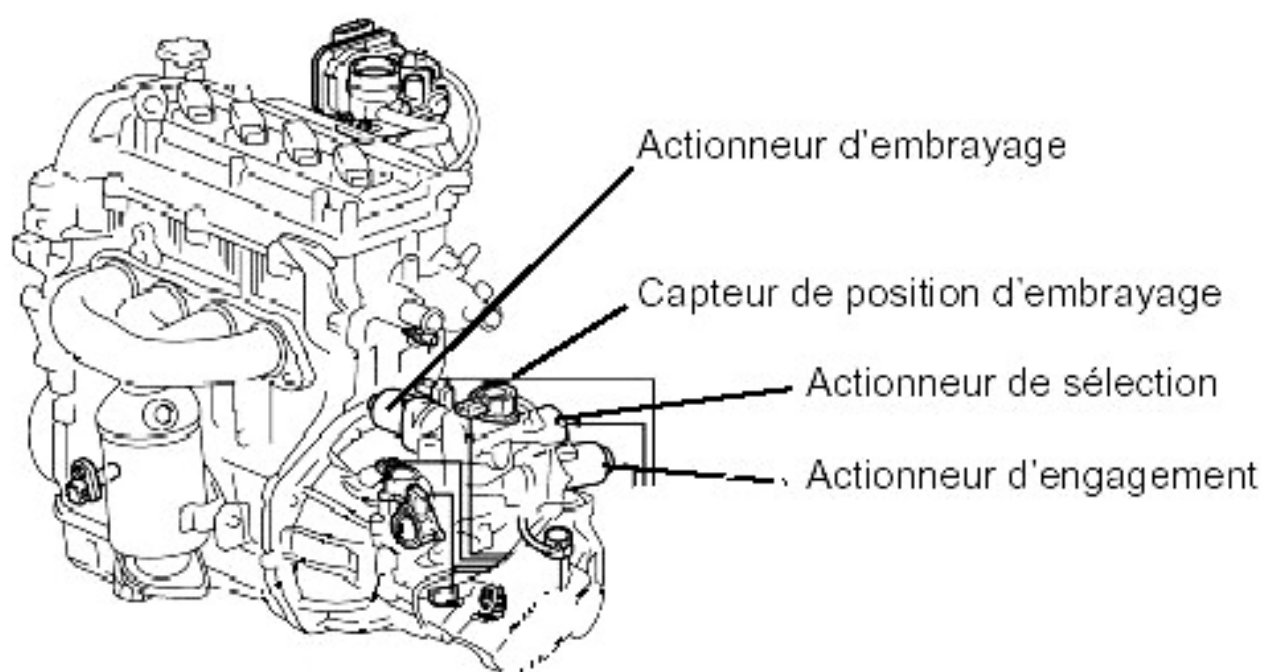
**..... /20**

# SYSTEME DE CHANGEMENT DE VITESSES SUR BOITE ROBOTISEE DE TOYOTA AYGO



## 1 MISE EN SITUATION

Lors d'un démarrage, la voiture refuse d'enclencher les vitesses. Après analyse à l'aide de l'outil de diagnostic, il s'avère que **l'actionneur électrique de l'embrayage** ne remplit pas son rôle correctement, ce qui motive une intervention en vue d'identifier la cause de la panne.



## 2 OBJECTIF

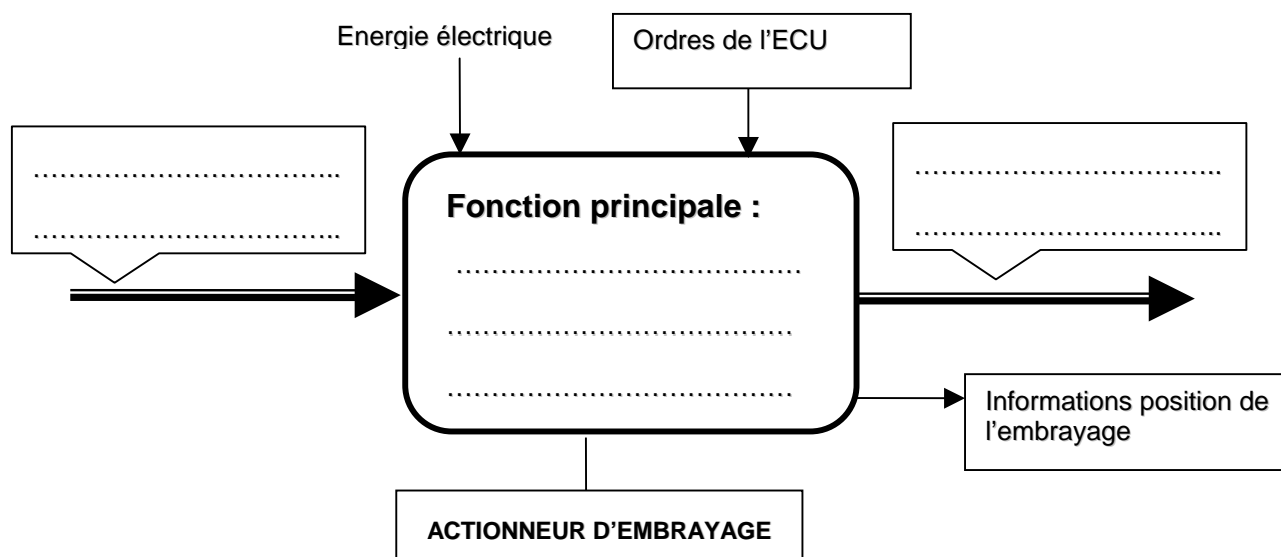
*L'actionneur d'embrayage est démontable. Après avoir analysé le montage de l'ensemble et isolé les composants défectueux, en déterminer les références afin de décider du remplacement des éléments , ou de l'actionneur complet.*

## TRAVAIL DEMANDE

### 3 ANALYSE FONCTIONNELLE

#### 3.1 ETUDE DE LA FONCTION DE L'ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE

A l'aide du document ressource, Paragraphe 1, **PLACEZ** les différents éléments sur le graphe d'analyse suivant :



/2

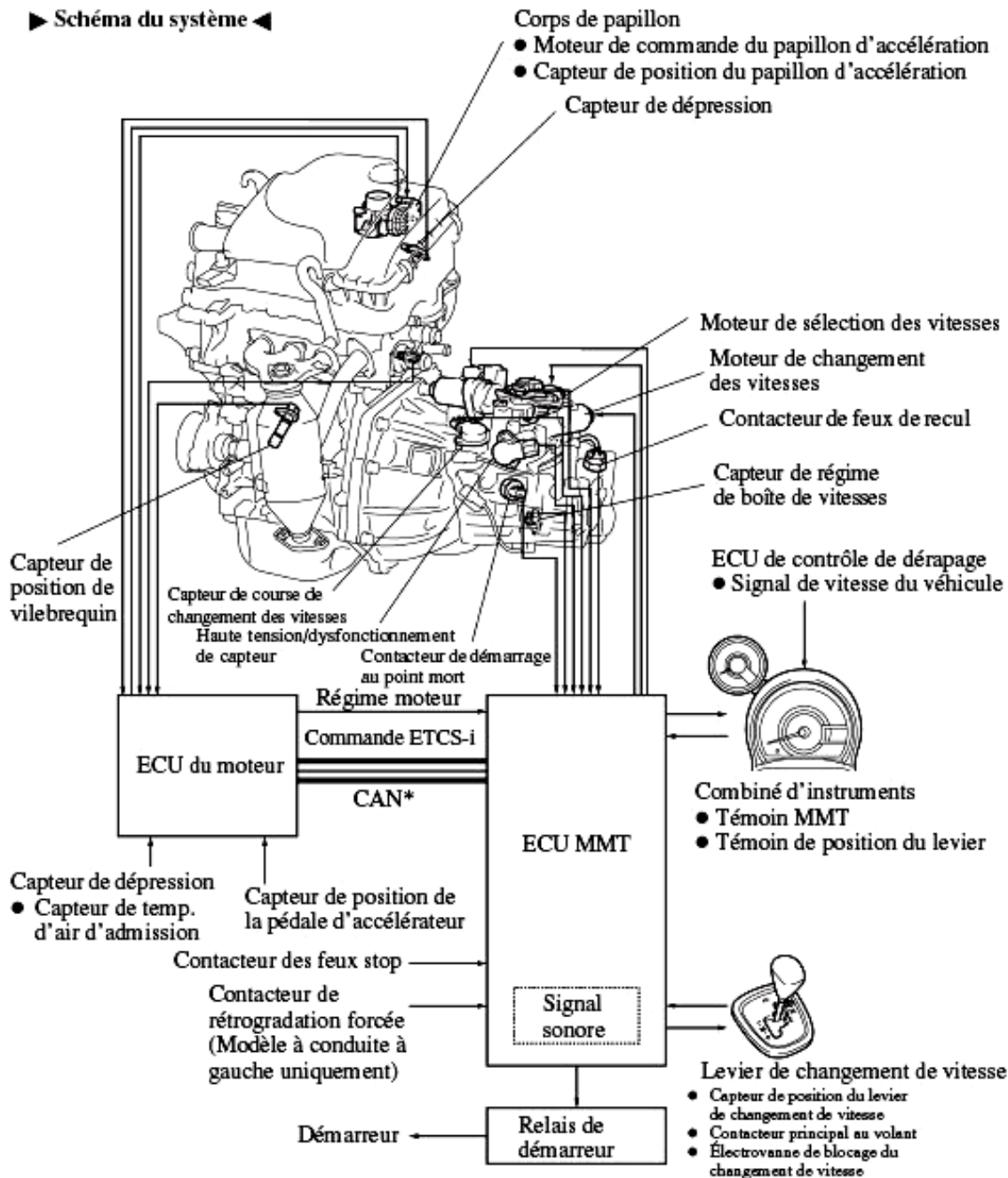
### 3.2 IDENTIFICATION DU SYSTEME DANS SON ENVIRONNEMENT

Vous allez avoir besoin de démonter le système « actionneur d'embrayage » en panne pour le contrôler.

En vous aidant de la documentation technique (page 4/7), **repérez-le** sur le groupe motopropulseur en le coloriant en rouge sur le dessin ci-dessous.

12

#### ► Schéma du système ◀



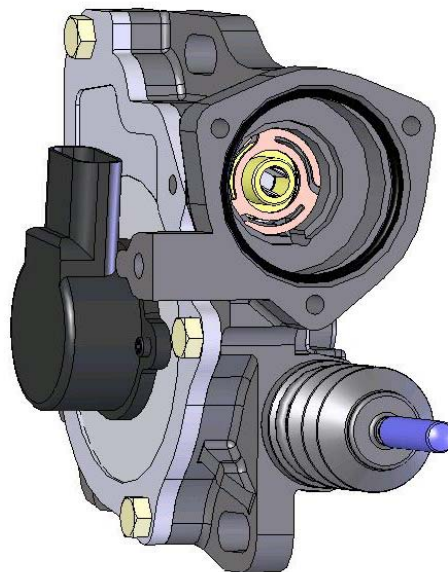
### 3.3 REPERAGE DES ENTREE ET SORTIE DU SYSTEME

#### 3.3.1 Sur la perspective suivante de l'actionneur :

#### RELIEZ PAR UNE FLECHE

1. Un des deux cadres ci-dessous à la pièce recevant l'énergie mécanique du moteur.  
Un des deux cadres ci-dessous à la pièce qui fournit l'énergie mécanique au levier de commande de la fourchette d'embrayage.

Energie moteur

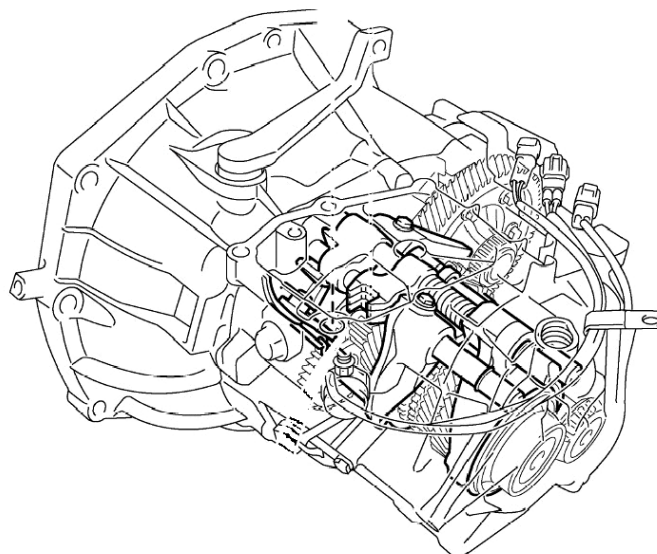


Energie vers  
embrayage

/2

#### 3.3.2 Sur la perspective de la boîte de vitesse

Identifiez en le coloriant en rouge, le levier de commande qui reçoit l'énergie de l'actionneur



/1

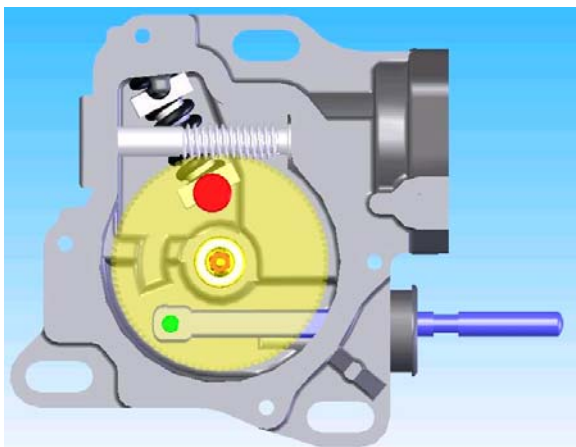
### 3.4 FONCTIONNEMENT DU SYSTEME .

On veut contrôler le bon fonctionnement de la tige de commande. Les 2 dessins ci-dessous montrent la position embrayée et la position débrayée de l'actionneur.

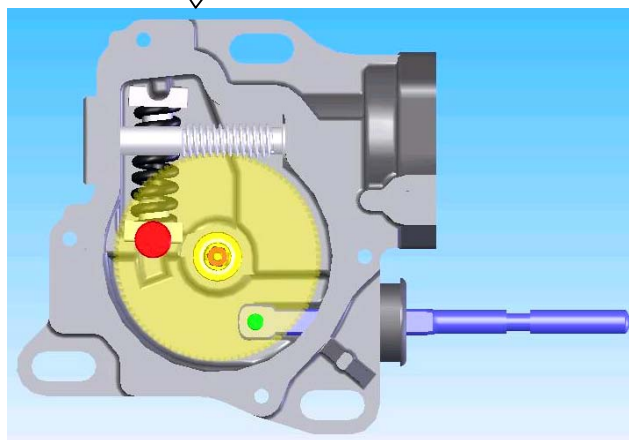
**12**

En vous aidant du dossier technique, page 6/7, écrivez dans les cadres correspondants, dans quelle situation le mécanisme se trouve.

Position :



Position :



### 4 CALCULS DE VERIFICATION

La tige de commande ne sort pas de façon régulière. Comme elle est entraînée par la roue dentée 5 (voir document technique page 1/7), et afin de contrôler que l'engrenage roue et vis sans fin n'est pas détérioré, on veut vérifier que le nombre de tours moteur correspond bien à la rotation effectuée par la roue.

#### Données :

les capteurs situés respectivement sur la sortie moteur et sur l'arbre de la roue 5 permettent de contrôler la rotation des 2 éléments par l'intermédiaire de l'outil de diagnostic :

- Une course normale de la tige nécessite une rotation de la roue de :  $N_{\text{roue}} = 1/6$  tour (soit environ 0,167 tour)

A l'aide de l'outil de diagnostic, on constate les rotations suivantes :

Pour obtenir  $N_{\text{roue-diag}} = 1/6$  tour, on relève  $N_{\text{moteur-diag}} = 16$  tours

- Le rapport de démultiplication entre la roue et la vis sans fin est donné par le rapport suivant :

$$\frac{N_{\text{vis}}}{N_{\text{roue}}} = \frac{Z_{\text{roue}}}{Z_{\text{vis}}}$$

Avec :

- $Z_{\text{roue}} = 80$   
➤  $Z_{\text{vis}} = 1$

**Travail à réaliser :**

1. Calculer le nombre de tours  $N_{\text{vis}}$  faits par la vis sans fin, dans des conditions de fonctionnement normal :

**Calculs :** .....

.....

**Résultat :**

$N_{\text{vis}} = \dots\dots\dots$

**/1**

2. En déduire le nombre de tours  $N_{\text{moteur}}$  faits par le moteur, dans des conditions de fonctionnement normal :

**Résultat :**

$N_{\text{moteur}} = \dots\dots\dots$

**/1**

3. Comparer avec les données relevées par l'outil de diagnostic que vous reporterez ci-dessous.

Report des données  
diagnostic :

$N_{\text{moteur-diag}} = \dots\dots\dots$

$N_{\text{vis-diag}} = \dots\dots\dots$

**L'engrenage remplit-il son rôle  
convenablement ? (cochez la  
bonne réponse dans les cases ci-  
contre )**

oui	<input type="checkbox"/>
non	<input type="checkbox"/>

**/1**

En ouvrant le mécanisme, il s'avère que **la roue est détériorée**. Il faut en comprendre la cause en vue d'y remédier. On s'aperçoit qu'il ne reste pratiquement plus de lubrifiant, ce qui peut provoquer un grippage de certaines parties du mécanisme.

## 5 ANALYSE DE L'ETANCHEITE ENTRE LE COUVERCLE 3 ET LE CARTER 1

Des traces de graisses ayant été décelées sur l'actionneur au moment du démontage, on veut s'assurer que les éléments garantissant l'étanchéité (et donc la lubrification) du système sont en bon état.

Vous analyserez ci-après (en observant la perspective d'ensemble éclatée sur le document technique 1/7), le dispositif d'étanchéité entre le couvercle 3 et le carter 1.

Pour cela, vous **COMPLETEZ** le tableau suivant en cochant les bonnes cases :

Type d'étanchéité			
Statique		Directe	
Dynamique		Indirecte	

/2

Il apparaît que l'élément assurant l'étanchéité entre le couvercle et le carter est en cause. En vue de commander cette pièce, vous **COMPLETEZ** la ligne de nomenclature suivante.

Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

/1



*L'absence de lubrification a vraisemblablement dégradé le fonctionnement de la roue 5, ce qui impose d'analyser les liaisons entre la roue et le carter.*

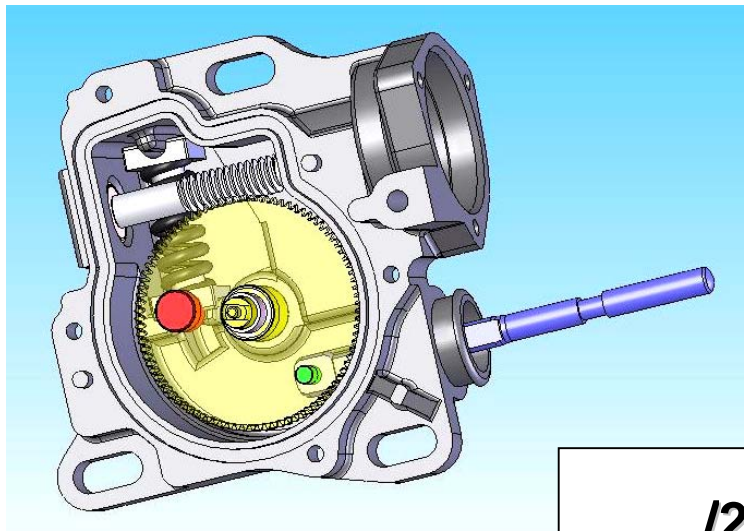
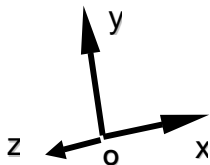
## **6 ANALYSE DE L'ENSEMBLE « ROUE 5 + MANETONS 6 ET 7 »**

### **6.1 OBSERVATION DES MOUVEMENTS**

En observant le fonctionnement de l'actionneur d'embrayage, déterminer quels sont les mouvements possibles entre l'ensemble roue dentée 5 et le carter 1, **REMPLISSEZ** en mettant 1 ou 0 dans les cases correspondant à chacun des mouvements.

Translations	
Tx	
Ty	
Tz	

Rotations	
Rx	
Ry	
Rz	



**/2**

### **6.2 LIAISONS**

En déduire quel est le type de liaison entre la roue et le carter. **COCHEZ** la case correspondante.

Glissière	
Pivot	

Pivot glissant	
Encastrement	

Rotule	
Ponctuelle	

En vous aidant de la perspective d'ensemble (document 1/7) et de la nomenclature (document 7/7), dites :

➤ quelles sont les 2 pièces réalisant cette liaison ?

❑ Nom des pièces.....

❑ Numéro repère sur le dessin.....

**/3**

*La liaison semble être grippée. Pour vous en assurer, vous allez contrôler les cotes des pièces assurant cette liaison.*

### 6.3 CALCUL DE VERIFICATION DES JEUX DANS LA LIAISON ENTRE 5 ET 1

L'ajustement choisi pour assurer la liaison entre la roue 5 et les pièces qui en permettent la réalisation donne une cote de diamètre 9 H7 f6.

- **Dans le tableau ci-dessous, on vous demande de calculer les jeux en vous aidant des documents ressources , page 4/5**

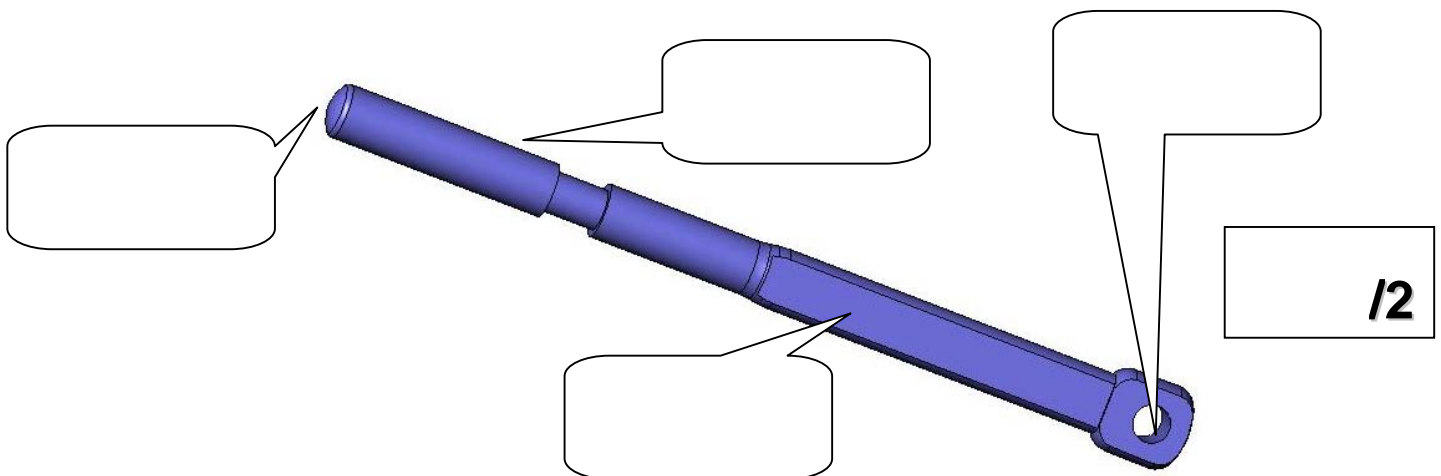
CONTENANT	Contenu	
	<b>ATTENTION : Ecrivez toutes les valeurs en millimètres</b>	
9 H7 = 9 $\begin{smallmatrix} + \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{smallmatrix}$	9 f6 = 9 $\begin{smallmatrix} \dots\dots\dots \\ - \\ \dots\dots\dots \end{smallmatrix}$	
Cote Maxi =	Cote Maxi=	/0,5
Cote mini=	Cote mini=	/0,5
Jeu Maxi=		/1
Jeu mini=		/1

/3

Le grippage de la liaison précédente est bien à l'origine de la panne. Vous allez devoir déterminer les surfaces fonctionnelles en cause, afin de décider des pièces à changer.

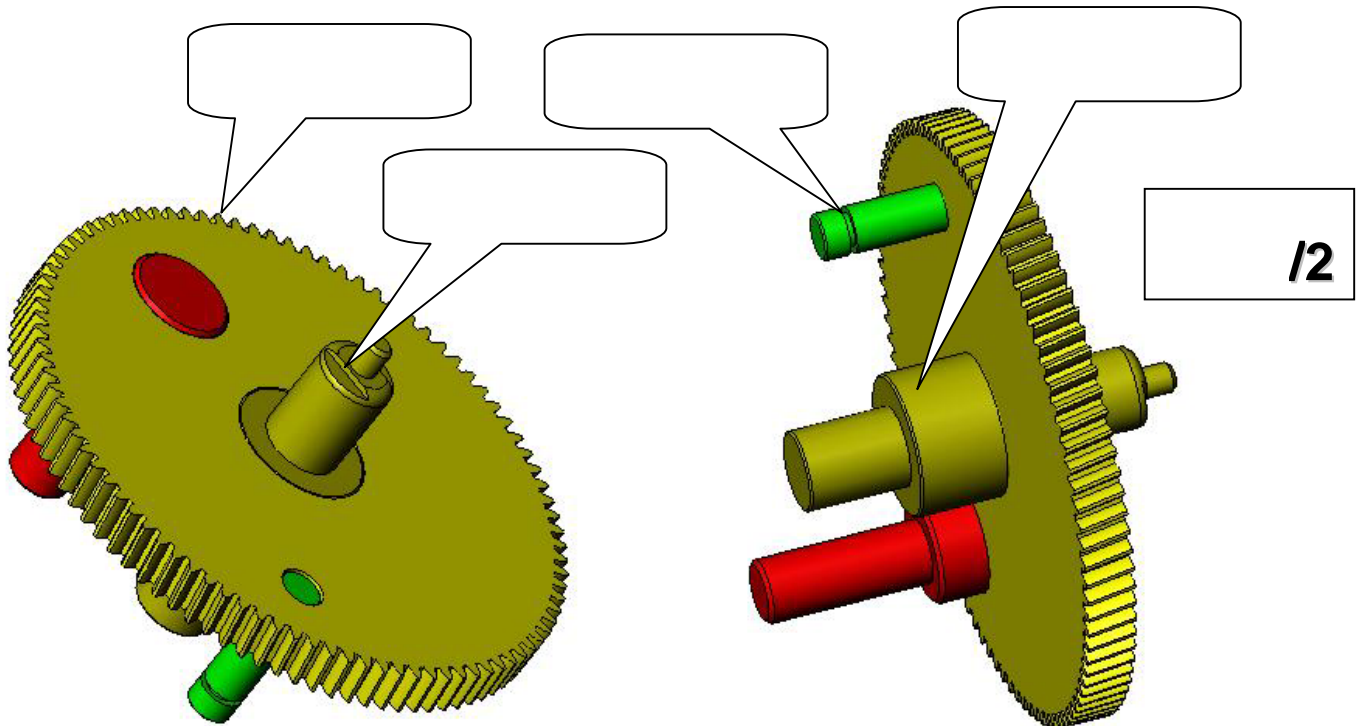
### 6.4 SURFACES FONCTIONNELLES

- 6.4.1 Sur la perspective suivante, nommez les formes géométriques repérées (cylindre, plan, sphère, surface hémisphérique...)



/2

6.4.2 Sur la perspective suivante, nommez les formes fonctionnelles repérées (trou, alésage, filet, denture, gorge, arbre, méplat, filetage...)



## 7 CONCLUSION.

*Suite à votre analyse et aux résultats obtenus, vous savez que les jeux sont incorrects (grippage entre roue et coussinets) et que l'étanchéité entre le couvercle et le carter en est la cause. Vous savez aussi que la denture de la roue est abîmée.*

Les surfaces fonctionnelles de 2 éléments et un joint semblent défectueux.

En vous aidant des documents techniques 1/7 et 7/7, vous indiquerez ci-dessous les références des pièces qui sont à remplacer pour réparer l'actionneur d'embrayage.

Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

13

DESSIN EN PERSPECTIVE ECLATEE DU  
MECANISME ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE

<b>Groupement inter académique II</b>	Session:	<b>2007</b>	Code :
Examen :	BEP MVM		
Épreuve :	EP2 Ponctuelle		
SUJET	Date :	Durée : 2h	Coefficient : BEP 4
			<b>Page 1 sur 7</b>

**Groupement Inter Académique II**

**BEP MAINTENANCE DES VÉHICULES ET DES MATÉRIELS**

Sujet commun : Maintenance des véhicules

**SESSION 2007**

EP2 Analyse fonctionnelle et structurelle

**Epreuve ponctuelle**

**DOSSIER TECHNIQUE**

<b>Groupement inter académique II</b>	Session:	<b>2007</b>	Code :	
Examen :	BEP MVM			
Épreuve :	EP2 Ponctuelle			
SUJET	Date :	Durée : 2h	Coefficient : BEP 4	<b>Page 2 sur 7</b>

**SYSTEME DE CHANGEMENT DE VITESSES ROBOTISE****DOSSIER TECHNIQUE****1 PRESENTATION**

Les constructeurs Peugeot, Citroën et Toyota se sont associés pour construire une voiture de type « citadine » à un prix accessible. Chacun des groupes vend ce véhicule sous sa propre marque avec quelques variantes qui lui sont propres.

Toyota propose pour sa part sa « Aygo » avec 2 motorisations différentes et deux types de boîtes de vitesses.

- Les moteurs proposés sont :

Un quatre cylindres diesel de 40 kW à 4000 tr/min et de couple maxi 130 N.m à 1750 tr/min  
Un trois cylindre essence de 50 kW à 6000 tr/min, et de couple maxi 93 N.m à 3600 tr/min

- Les boîtes de vitesses proposées sont :

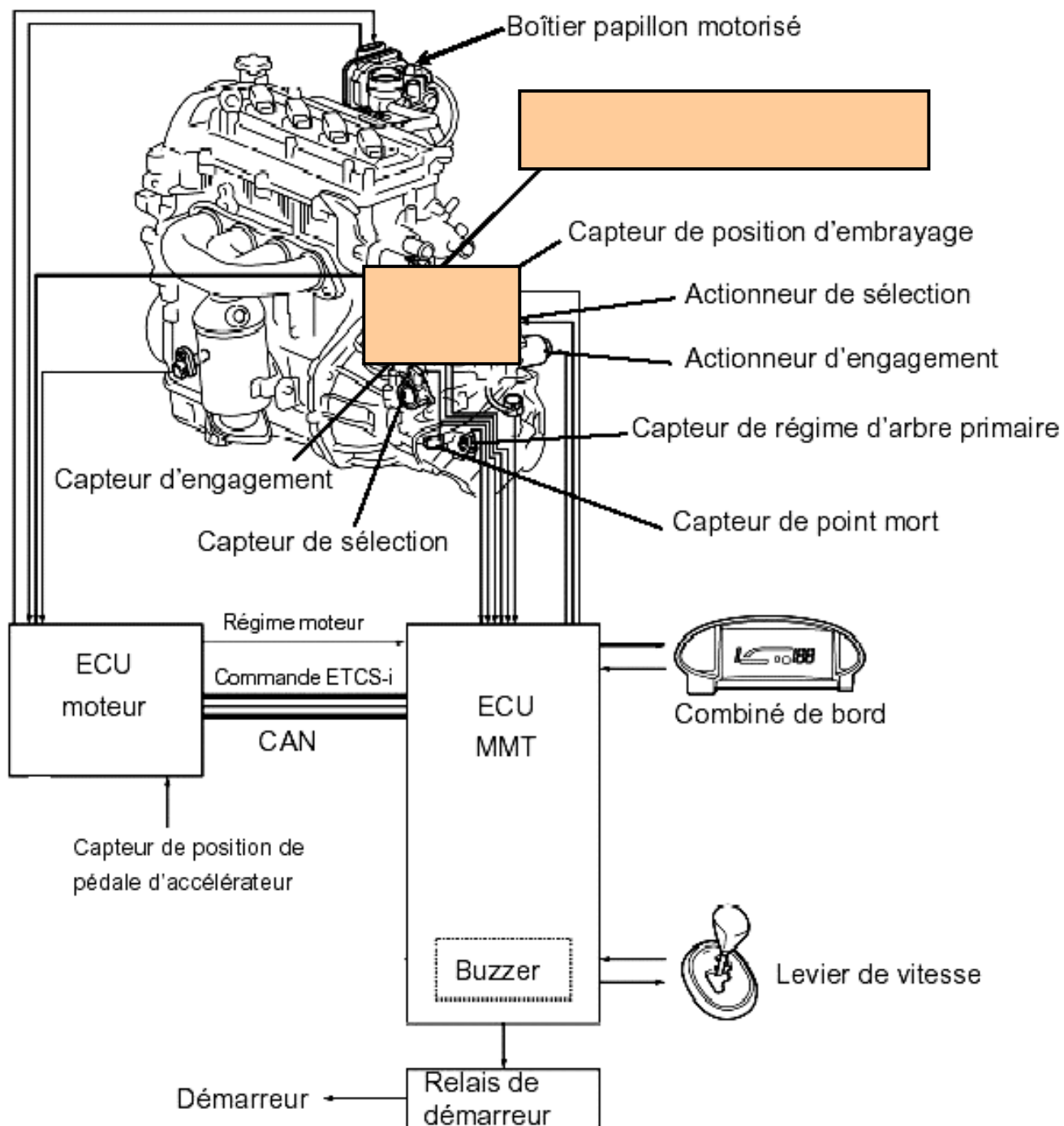
Une boîte mécanique à 5 vitesses TYPE C551

Une boîte mécanique à 5 vitesses multi-mode dite boîte pilotée ou robotisée TYPE C551 A

Une boîte de vitesse robotisée est une boîte de vitesses mécanique ordinaire (synchronisée) sur laquelle a été installé un système qui automatise la commande d'embrayage ainsi que les changements de vitesses. La similitude de ces boîtes avec les boîtes séquentielles utilisées en compétition est la commande par levier impulsif qui commande les actionneurs de changement de vitesse.

Le système MMT (Multi-mode Manuel Transmission) utilisé sur la Toyota Aygo est composé d'un ensemble d'actionneurs électriques qui automatise les commandes d'embrayage et de passage des vitesses. Il est capable de fonctionner selon deux modes :

- Mode manuel (M-mode) dans lequel le conducteur contrôle manuellement le levier de changement de vitesses, sans avoir à utiliser de pédale d'embrayage (qui n'existe plus).
- Mode automatique (E-mode) qui privilégie une consommation de carburant et une maniabilité optimale. Ce système est géré par une unité de contrôle électronique (ECU) informée en permanence par des capteurs (voir schéma ci-après).





## 2 COMMANDE AUTOMATISEE D'EMBRAYAGE

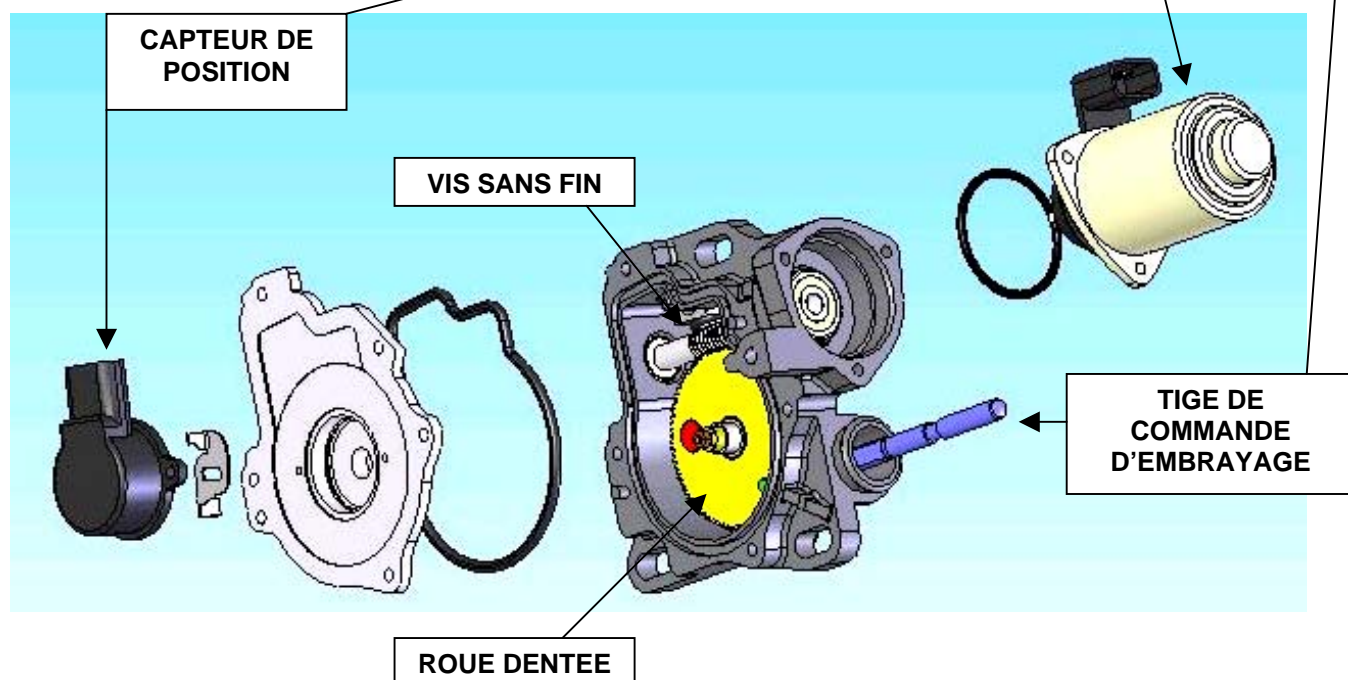
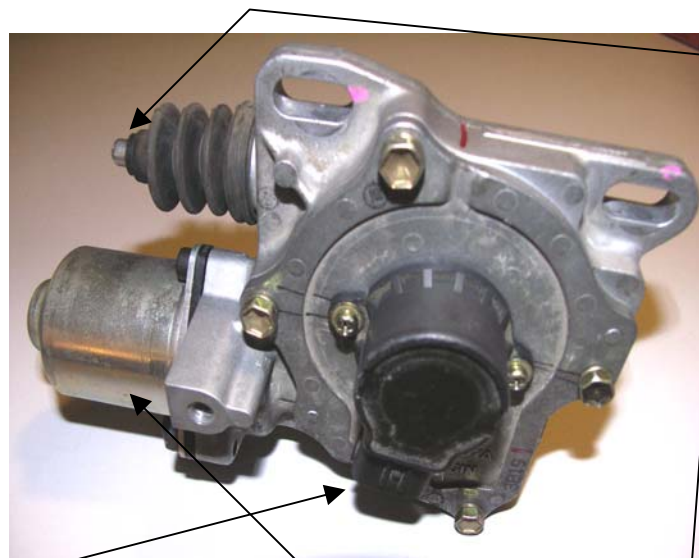
L'unité de contrôle de la boîte de vitesses (ECU) pilote le papillon des gaz, l'actionneur de changement de vitesses et l'automatisation de la commande d'embrayage.

Lors des démarrages et des changements de vitesses, une phase de « patinage » de l'embrayage appelée « rampage » est nécessaire, afin de garantir des démarrages et des changements de vitesses doux, et sans à-coups.

### 2.1 Description de l'actionneur d'embrayage

Commandé par l'ECU, Le moteur de commande d'embrayage engage (embraye) et libère (débraye) l'embrayage, après analyse des informations fournies par les capteurs (N vitesse, V véhicule, Position de l'actionneur de changement de vitesses, et charge du moteur.

Le moteur de commande d'embrayage est un moteur à courant continu. L'inversion de polarité au niveau de son alimentation lui permet de pouvoir tourner dans les deux sens pour assurer les deux opérations. Le pilotage fin de la vitesse de rotation du moteur est assuré par une modification de la tension aux bornes du moteur.





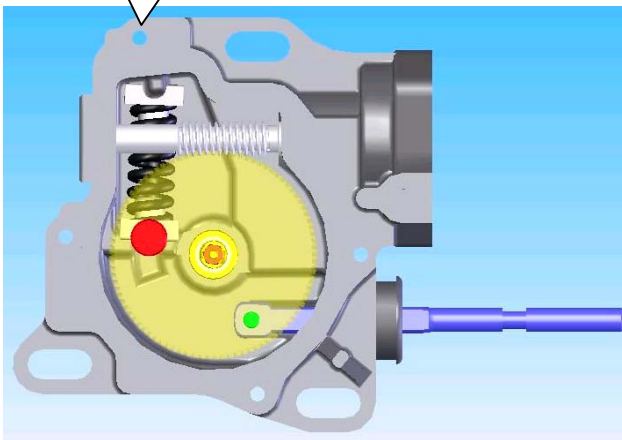
## 2.2 Fonctionnement de l'actionneur d'embrayage

Alimenté par l'ECU MMT de la boîte, le moteur entraîne un mécanisme à roue et vis sans fin qui multiplie son couple et actionne la tige de commande qui agit sur la fourchette du mécanisme d'embrayage.

La position de la commande d'embrayage est contrôlée par le capteur de course d'embrayage. Celui-ci est constitué de deux capteurs à effet Hall (principal et secondaire) et de deux aimants qui sont entraînés en rotation ( $110^\circ$  maxi) par la roue à vis sans fin du moteur de commande d'embrayage.

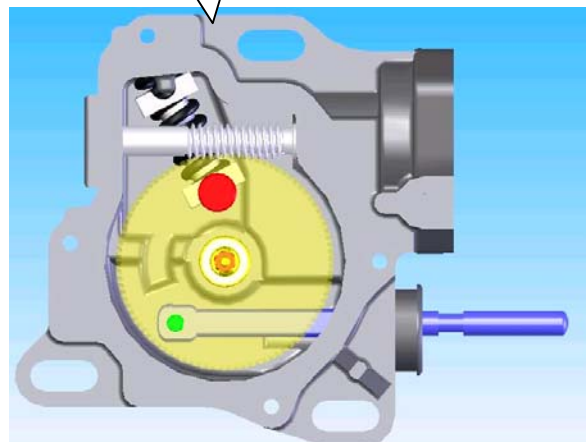
### MECANISME DEBRAYE

La force nécessaire au déplacement du diaphragme est fournie par un ressort hélicoïdal. Le moteur électrique ne fournit donc que l'énergie pour vaincre les frottements mécaniques et pour compenser la différence entre la force du ressort et celle du diaphragme (lors de la course retour).



### MECANISME EMBRAYE

Au repos, pour éviter que le ressort continue son action sur le diaphragme et pour garantir une garde d'embrayage satisfaisante, il est ramené par le moteur de l'autre côté de l'axe de rotation (voir schéma) et s'arc-boute ainsi sur le système roue - vis sans fin.



30	1	ANNEAU ELASTIQUE D'ARRET D'AXE		
29	1	ECROU HEXAGONAL M4		
28	1	SOUFFLET DE PROTECTION		
27	2	VIS A TETE CYLINDRIQUE À EMPREINTE CRUCIFORME M3-10		
26	3	VIS À TETE CYLINDRIQUE A SIX PANS CREUX M6-16		
25	4	VIS A TETE HEXAGONALE M6-16		
24	1	ANNEAU ELASTIQUE POUR ALESAGE		
23	1	RONDELLE ELASTIQUE		
22	1	RONDELLE ELASTIQUE		
21	1	ENTRAINEUR DU CAPTEUR DE POSITION		
20	1	CAPTEUR DE POSITION		
19	1	BAGUE DE MAINTIEN DU ROULEMENT		
18	1	ROULEMENT 19BC10		
17	1	ROULEMENT 22BC02		
16	1	VIS SANS FIN		Z17 = 1 filet
15	1	ROULEMENT A BILLES « MOTEUR »		
14	1	JOINT TORIQUE DU MOTEUR		
13	1	MOTEUR		
12	1	RESSORT		
11	2	GUIDE DU RESSORT		
10	1	JOINT TORIQUE DE COUVERCLE		
09	1	TIGE DE COMMANDE		
08				
07	1	MANETON COTE TIGE 9		
06	1	MANETON COTE RESSORT		
05	1	ROUE DENTEE		Z5 = 80 dents
04	2	COUSSINET A COLERETTE		
03	1	COUVERCLE		
02				
01	1	CARTER		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
NOMENCLATURE				

**GROUPEMENT INTER ACADEMIQUE II**

**BEP MAINTENANCE DES VÉHICULES ET DES MATÉRIELS**

**Sujet commun : Maintenance des véhicules**

**SESSION 2007**

**EP2 Analyse fonctionnelle et structurelle**

**Epreuve ponctuelle**

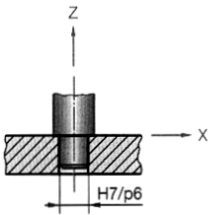
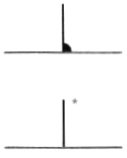
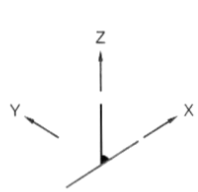
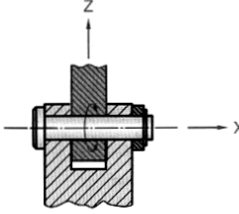
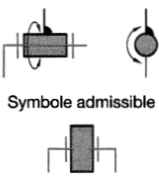
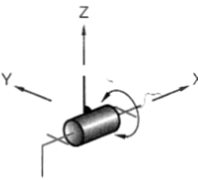
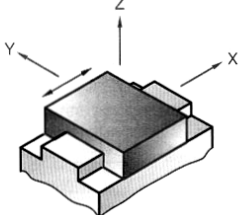
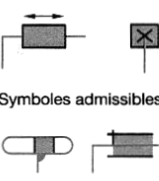
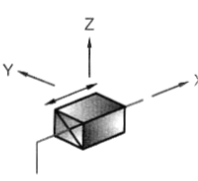
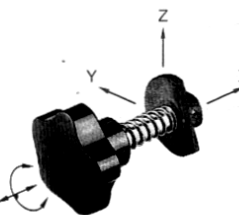
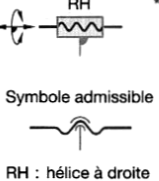
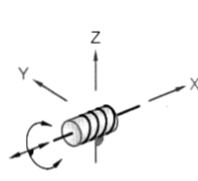
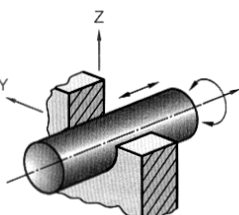
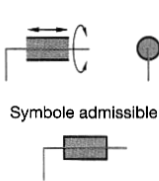
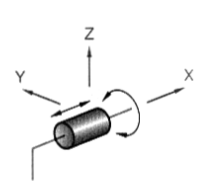
**DOSSIER RESSOURCE**

# SYSTEME DE CHANGEMENT DE VITESSES ROBOTISE DE TOYOTA AYGO

## 1 Fonction du système

On souhaite automatiser la commande d'embrayage. Le mécanisme étudié agit sur l'embrayage, en remplaçant l'action effectuée par le pied dans un mécanisme classique. Sa fonction principale est d'actionner le mécanisme d'embrayage pour obtenir les positions : « mécanisme au repos ou embrayé » et « mécanisme actionné ou débrayé »

## 2 Tableau des liaisons cinématiques

Nom de la liaison	Exemple	Symbole	
		Représentation plane	Perspective
<b>Encastrement ou fixe</b>		 <p>* S'il n'y a pas d'ambiguïté</p>	
0 degré de liberté			
0 translation 0 rotation			
<b>Pivot</b>		 <p>Symbole admissible</p>	
1 degré de liberté			
0 translation 1 rotation $R_x$			
<b>Glissière</b>		 <p>Symboles admissibles</p>	
1 degré de liberté			
1 translation $T_x$ 0 rotation			
<b>Hélicoïdale</b>		 <p>Symbole admissible</p> <p>RH : hélice à droite LH : hélice à gauche</p>	
1 degré de liberté			
1 translation et 1 rotation conjuguées $T_x = p \cdot R_x$ p : pas de l'hélice			
<b>Pivot-glissant</b>		 <p>Symbole admissible</p>	
2 degrés de liberté			
1 translation $T_x$ 1 rotation $R_x$			

Nom de la liaison	Exemple	Symbole	
		Représentation plane	Perspective
<b>Spérique à doigt</b>  2 degrés de liberté  0 translation 2 rotations $R_Y, R_Z$			
<b>Rotule ou sphérique</b>  3 degrés de liberté  0 translation 3 rotations $R_X, R_Y, R_Z$			
<b>Appui-plan</b>  3 degrés de liberté  2 translations $T_X, T_Y$ 1 rotation $R_Z$			
<b>Sphère-cylindre ou linéaire-annulaire</b>  4 degrés de liberté  1 translation $T_X$ 3 rotations $R_X, R_Y, R_Z$			
<b>Rectiligne</b>  4 degrés de liberté  2 translations $T_X, T_Y$ 2 rotations $R_X, R_Z$			
<b>Sphère-plan ou ponctuelle</b>  5 degrés de liberté  2 translations $T_X, T_Y$ 3 rotations $R_X, R_Y, R_Z$			

### 3 Extraits des tableaux de tolérances en microns

Alésages	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18
D 10	+ 60 + 20	+ 78 + 30	+ 98 + 40	+ 120 + 50
F 7	+ 16 + 6	+ 22 + 10	+ 28 + 13	+ 34 + 16
G 6	+ 8 + 2	+ 12 + 4	+ 14 + 5	+ 17 + 6
H 6	+ 6 0	+ 8 0	+ 9 0	+ 11 0
H 7	+ 10 0	+ 12 0	+ 15 0	+ 18 0
H 8	+ 14 0	+ 18 0	+ 22 0	+ 27 0
H 9	+ 25 0	+ 30 0	+ 36 0	+ 43 0
H 10	+ 40 0	+ 48 0	+ 58 0	+ 70 0

Arbres	Jusqu'à 3 inclus	3 à 6 inclus	6 à 10	10 à 18
a 11	- 270 - 330	- 270 - 345	- 280 - 370	- 290 - 400
c 11	- 60 - 120	- 70 - 145	- 80 - 170	- 95 - 205
d 9	- 20 - 45	- 30 - 60	- 40 - 75	- 50 - 93
d 10	- 20 - 60	- 30 - 78	- 40 - 98	- 50 - 120
d 11	- 20 - 80	- 30 - 105	- 40 - 130	- 50 - 160
e 7	- 14 - 24	- 20 - 32	- 25 - 40	- 32 - 50
e 8	- 14 - 28	- 20 - 38	- 25 - 47	- 32 - 59
e 9	- 14 - 39	- 20 - 50	- 25 - 61	- 32 - 75
f 6	- 6 - 12	- 10 - 18	- 13 - 22	- 16 - 27
f 7	- 6 - 16	- 10 - 22	- 13 - 28	- 16 - 34

### 4 Différents types de joints utilisés dans le mécanisme

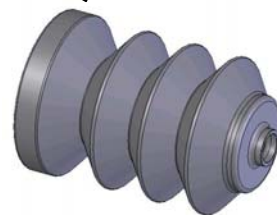


JOINT TORIQUE DU  
MOTEUR , repère 14

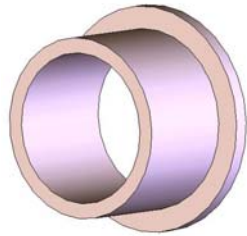


JOINT TORIQUE DU  
COUVERCLE , repère 10

SOUFFLET DE  
PROTECTION, repère 28



## 5 Différents moyens de réaliser des liaisons pivot



COUSSINETS  
(Paliers lisses)



ROULEMENTS

## 6 Formules de calcul...

### SUR LES ENGRENAGES ET LES TRANSMISSIONS DE PUISSANCE

- Rapport entre puissance, vitesse et couple moteur :  $P = C\omega$
- Calcul d'un rapport de vitesses :  $r = \frac{dm}{dr} = \frac{Zm}{Zr} = \frac{Nr}{Nm} = \frac{\omega_r}{\omega_m} = \frac{Cm}{Cr}$
- Calcul de rapport de vitesses pour un train d'engrenages :  $r = (-1)^n \frac{\text{produit } Z \text{ menantes}}{\text{produit } Z \text{ menées}}$   
ou  $r = (-1)^n \frac{\text{produit } D \text{ menants}}{\text{produit } D \text{ menés}}$  avec  $n$  = nombre de contacts entre les roues dentées
- Rapport entre tr / min et rad/s :  $\omega = \frac{2\pi N}{60}$

### SUR LES JEUX ET SERRAGES

JEU MAXI DANS UN ASSEMBLAGE = CONTENANT MAXI – CONTENU MINI

JEU MINI DANS UN ASSEMBLAGE = CONTENANT MINI – CONTENU MAXI