

SYSTEME DE CHANGEMENT DE VITESSES ROBOTISE

DOSSIER TECHNIQUE



Présentation

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

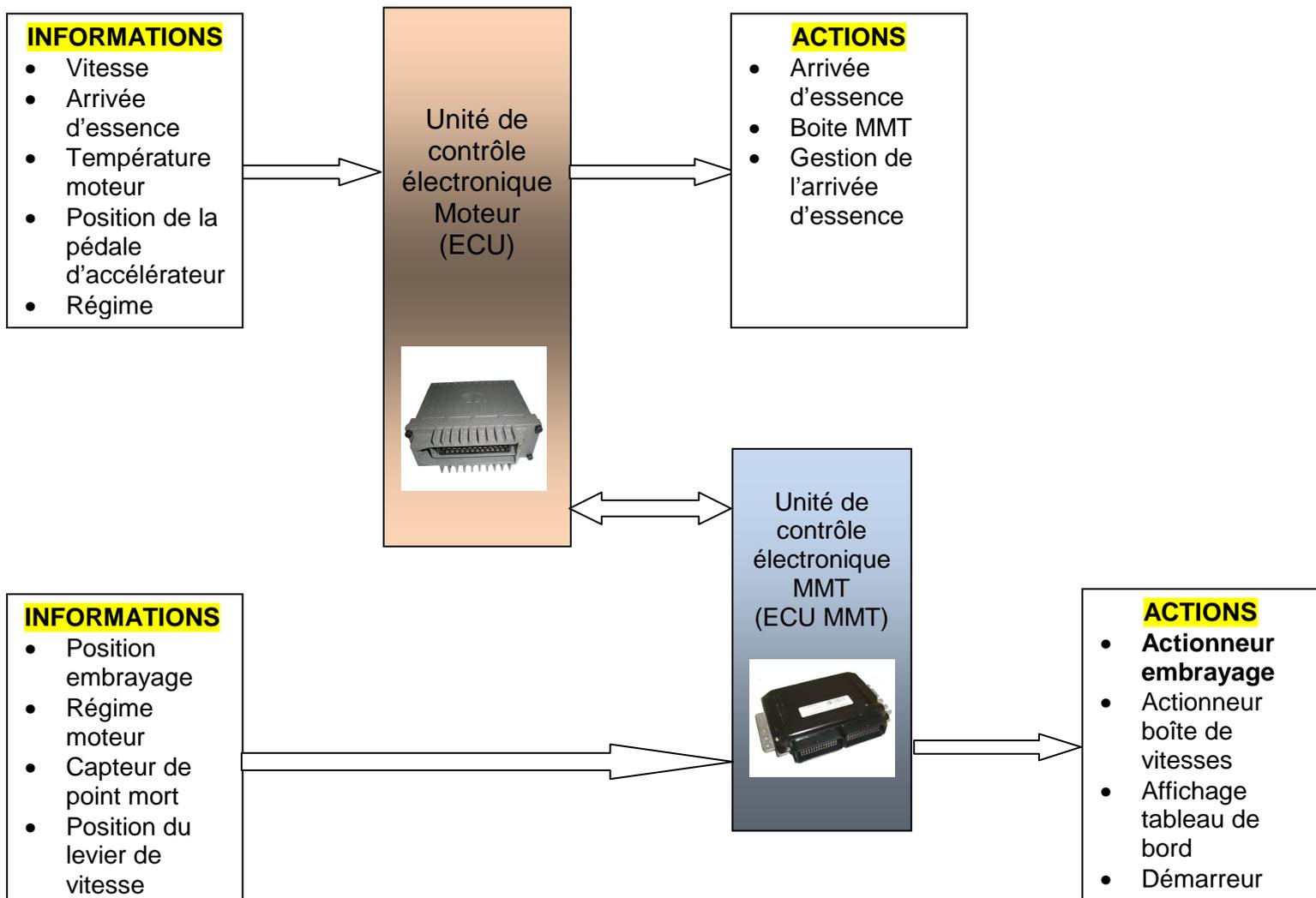
Une boîte mécanique à 5 vitesses multi-mode dite boîte pilotée ou robotisée TYPE C551 A

Une boîte de vitesses 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.

Examen : BAC STI GMA	Dossier technique
Épreuve : EDC10-EMBR-12	Page 1 sur 6

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).



Commande automatisée d'embrayage

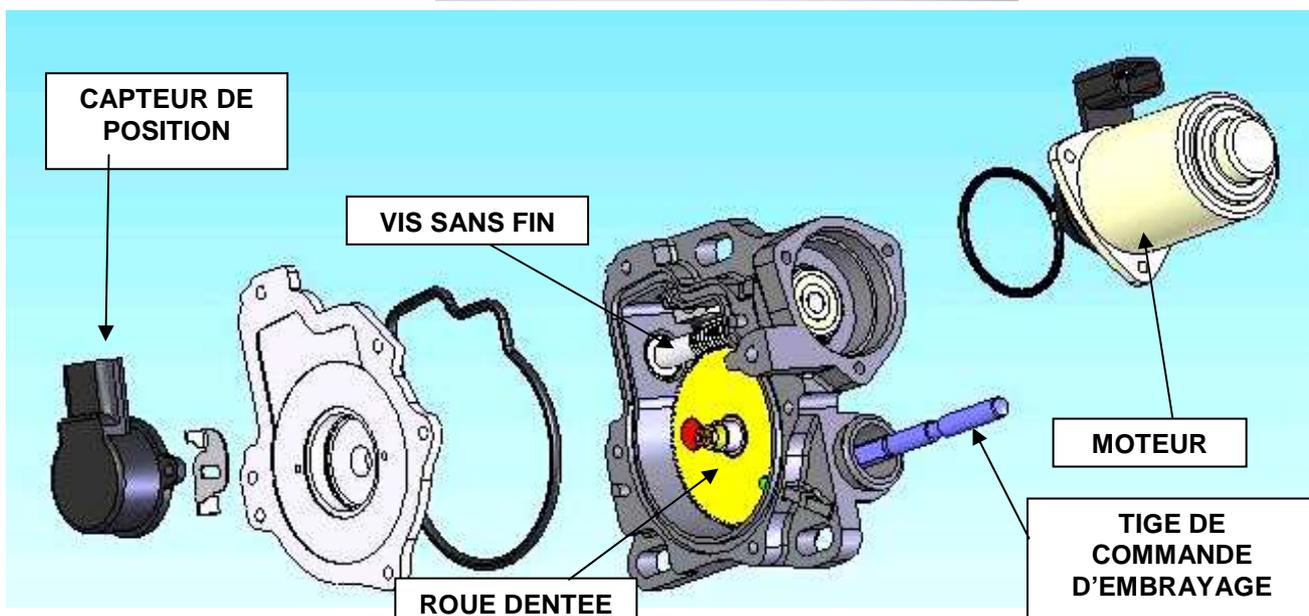
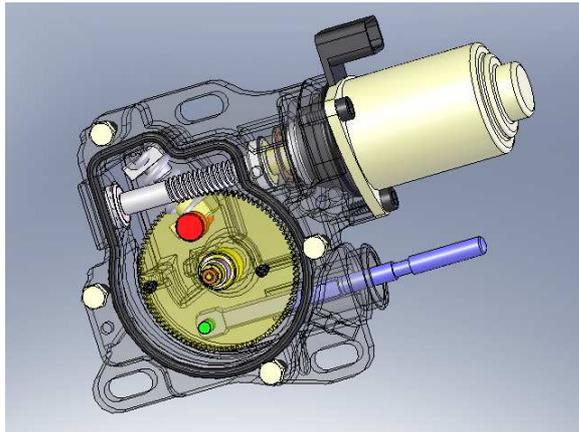
L'unité de contrôle de la boîte de vitesses (ECU) pilote le papillon des gaz, l'actionneur de changement de vitesses et l'automatisation de la commande d'embrayage.

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.

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.



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.

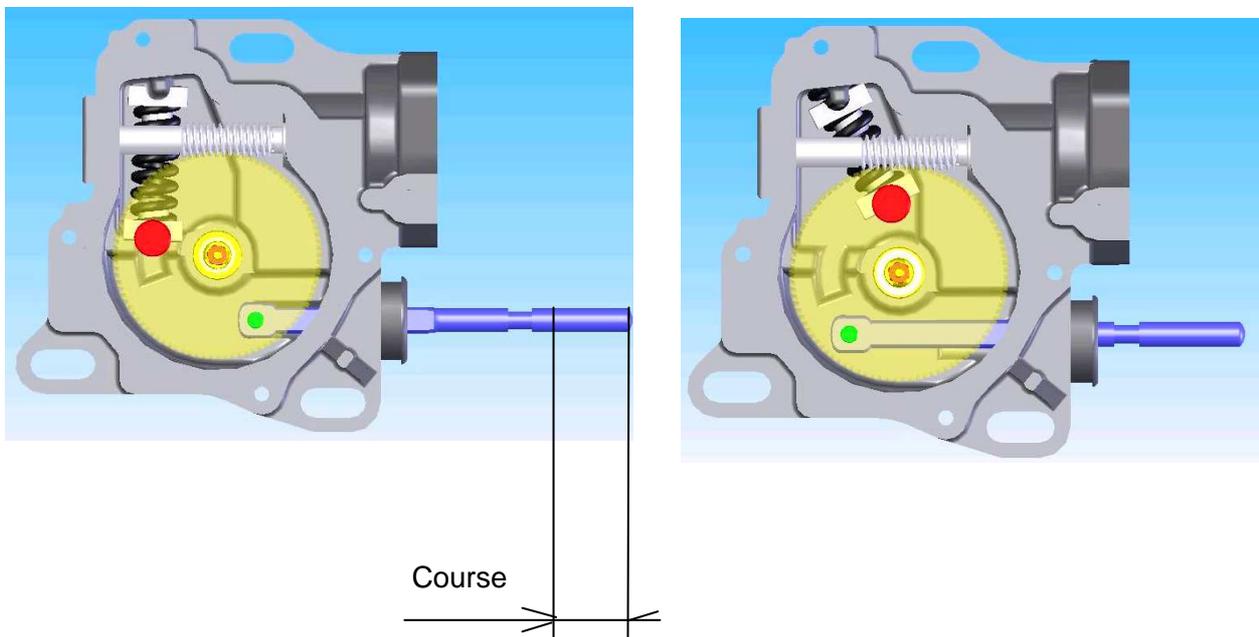
La position de la commande d'embrayage est contrôlée par le capteur de course d'embrayage. Celui-ci est constitué de deux capteurs à effet Hall (principal et secondaire) et de deux aimants qui sont entraînés en rotation (110° maxi) par la roue à vis sans fin du moteur de commande d'embrayage.

MECANISME DEBRAYE

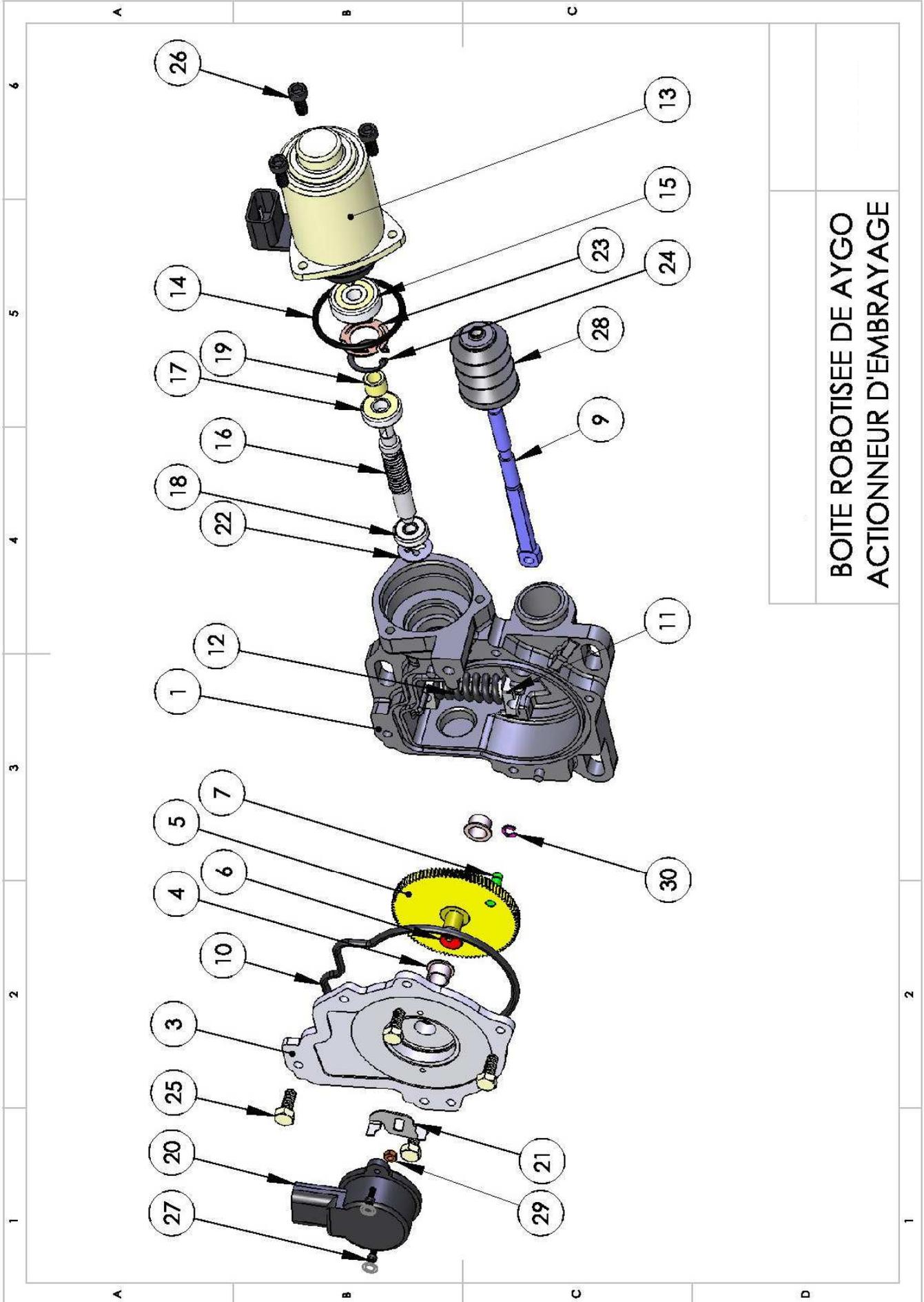
La force nécessaire au déplacement du diaphragme est donnée par le moteur électrique, assisté par le ressort

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.



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		Z16 = 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		
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		
01	1	CARTER		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation
NOMENCLATURE				



**BOITE ROBOTISEE DE AYGO
ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE**

Actionneur d'embrayage de boîte robotisée



- 1. Mise en situation 2
 - a. Transmission de puissance automobile 2
 - b. Fonction d'un embrayage 2
 - c. Fonctionnement d'un embrayage automobile 3
- 2. Travail demandé 4
 - d. Etude du système 4
 - e. Etude cinématique 5
 - f. Etude des forces dans le système 5
 - g. Etude énergétique 9

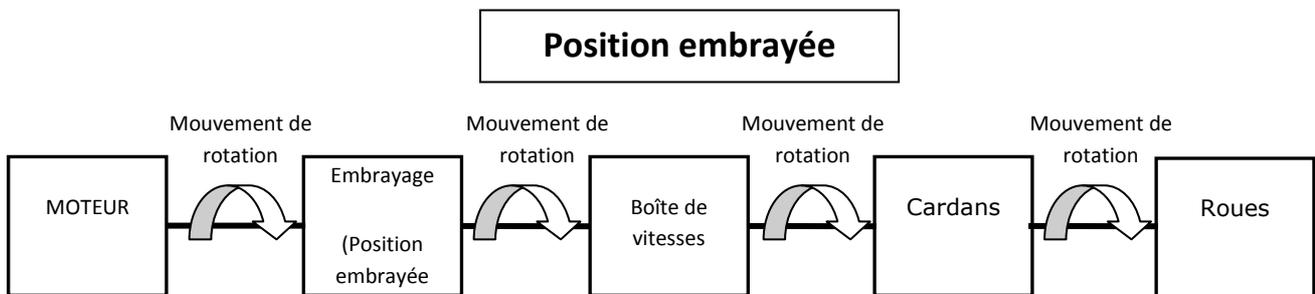
1. Mise en situation

a. Transmission de puissance automobile

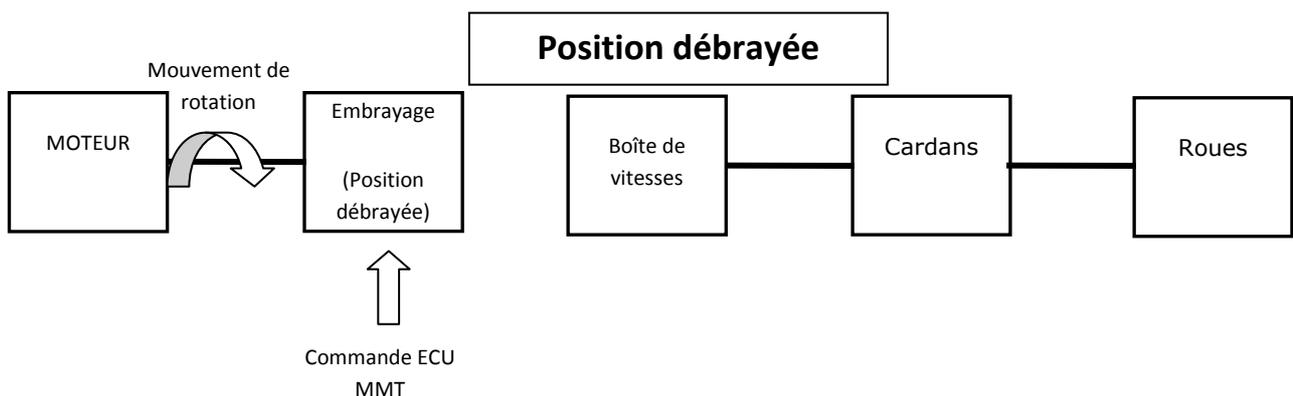
La transmission automobile permet de transformer le mouvement de translation alternative en rotation continue des roues avant.

b. Fonction d'un embrayage

Lors de l'utilisation d'une automobile il est nécessaire de changer le rapport de transmission de la boîte de vitesse (rapport de réduction) en fonction des conditions de vitesse, de charge de la voiture et du profil de la route (montée, descente...)



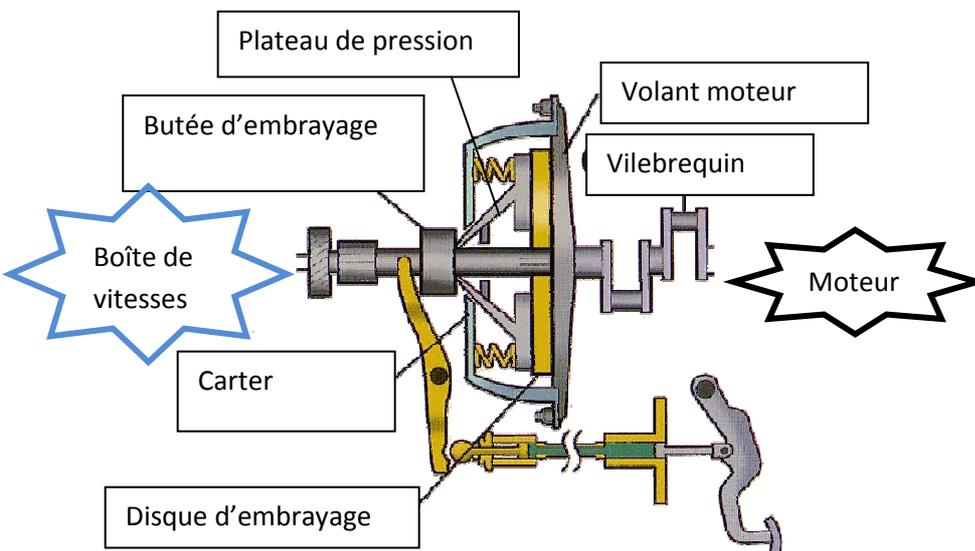
En débrayant la chaîne de transmission du véhicule se coupe (on parle d'accouplement temporaire)



FONCTIONS A REALISER PAR L'EMBRAYAGE

- Au démarrage du véhicule, il assure un accouplement progressif entre le moteur et les organes de transmission.
- Pendant le roulage du véhicule, il doit assurer une transmission complète du couple moteur, c'est à dire sans glissement.
- Il désaccouple temporairement la liaison lors des changements de rapports de vitesses

c. Fonctionnement d'un embrayage automobile

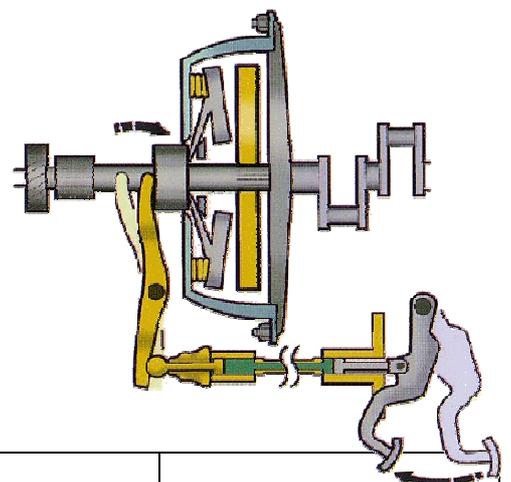
**Position embrayée :**

l'embrayage transmet intégralement la puissance fournie (la voiture roule, le [moteur](#) est lié à la [boîte de vitesses](#)). C'est le plus souvent la position stable du dispositif (absence d'action de commande).

Le volant moteur et le carter sont solidaires du vilebrequin. Le disque presseur appuie sur le disque d'embrayage qui, via des cannelures, transmet la puissance à l'axe de la boîte de vitesses

Position débrayée : La transmission est interrompue. Roue libre, ou voiture arrêtée, le moteur peut continuer à tourner sans entraîner les roues. La situation est équivalente au point mort.

En appuyant sur la pédale, le conducteur relâche la pression des ressorts sur le plateau presseur : l'axe de la boîte de vitesses peut donc tourner librement et la boîte de vitesses n'est plus entraînée.



Dans l'étude qui suit, **on modélisera le diaphragme de l'embrayage par un ressort de compression classique** :

L'effort est appliqué sur la tige de commande repère 9 selon l'axe des X négatif (voir maquette Edrawing « **Actionneur d'embrayage Toyota Aygo.exe** »)

2. Travail demandé

d. Etude du système

Question 1



Indiquez dans le tableau les pièces qui composent les classes d'équivalence.



Les roulements à billes 15, 17 et 18 ne sont pas à traiter.

Question 2



A l'aide du dossier technique, des fichiers edrawing et de la vidéo du système complétez les liaisons manquantes sur le schéma cinématique.

Question 3



Comment se nomme le système de transmission de puissance composé des pièces 05 et 16 ?



Pourquoi avoir utilisé ce type de transmission ?

Examen : BAC STI GMA	
Épreuve : EDC10-EMBR-12	Page 4 sur 10

e. Etude cinématique

Question 4

-  La roue 05 doit parcourir 70° lors de la phase d'embrayage. Sachant que la vitesse du moteur est de 5000tr/min, calculez le temps pour que la roue effectue cette rotation.

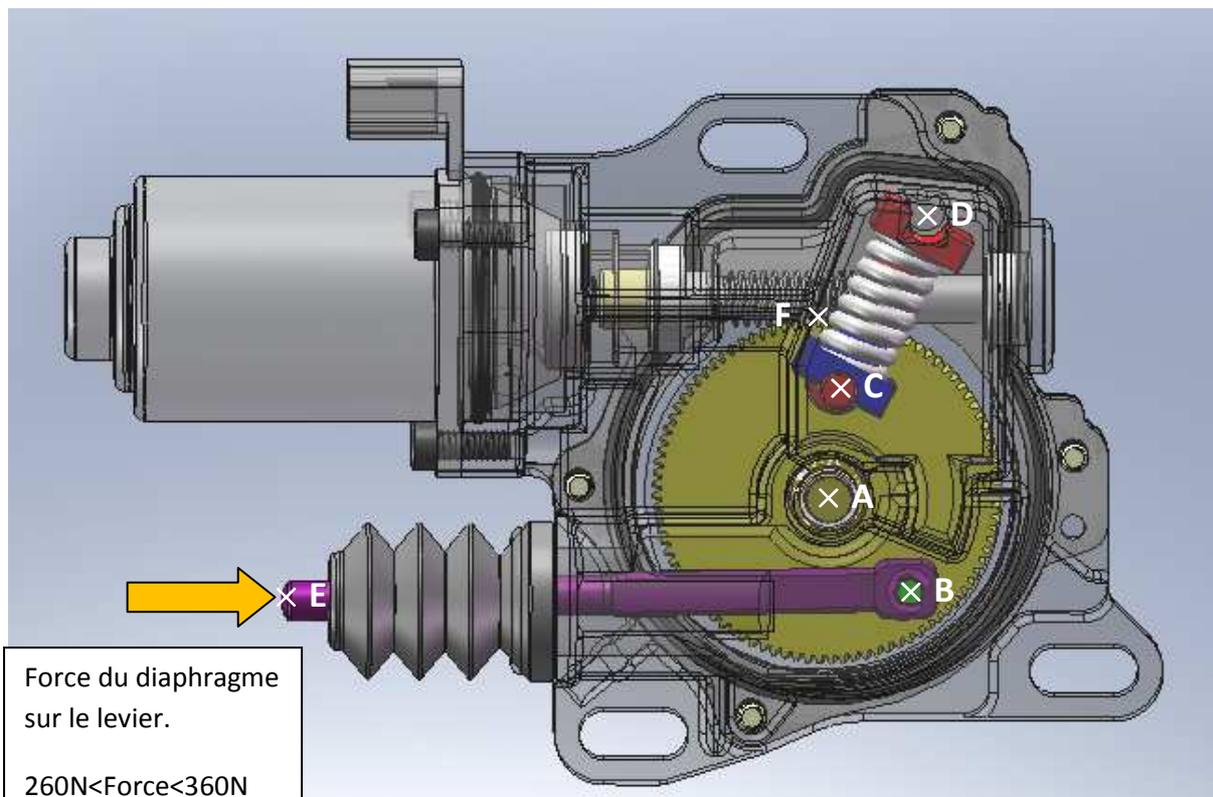
f. Etude des forces dans le système

Question 5

-  Les guides du ressort 11 et la tige de commande 09 sont soumis à des efforts de deux ressorts de compression. Quels éléments permettent de calculer les forces exercées par ces ressorts ?

Question 6

-  Isolez la classe d'équivalence roue et remplissez le tableau ci-dessous

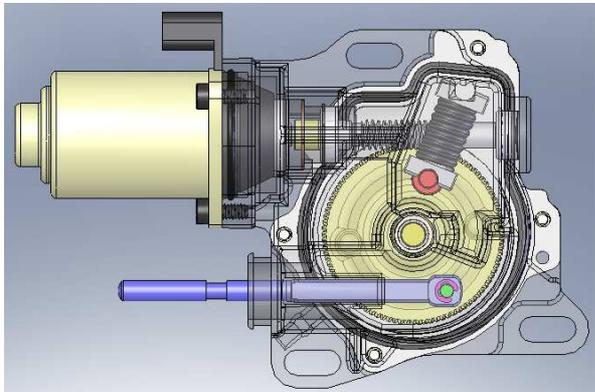
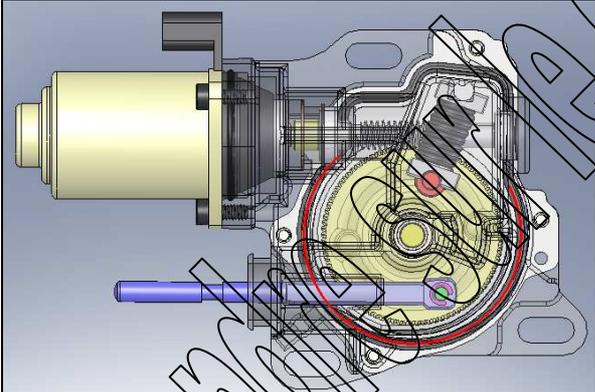


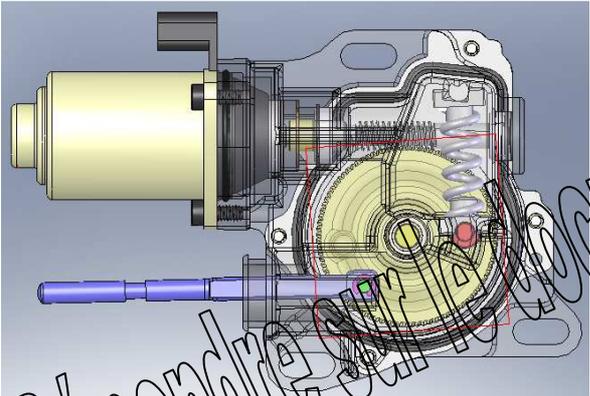
Le point F est le point de contact Roue05/Vis 16

Examen : BAC STI GMA	
Épreuve : EDC10-EMBR-12	Page 5 sur 10

Question 7

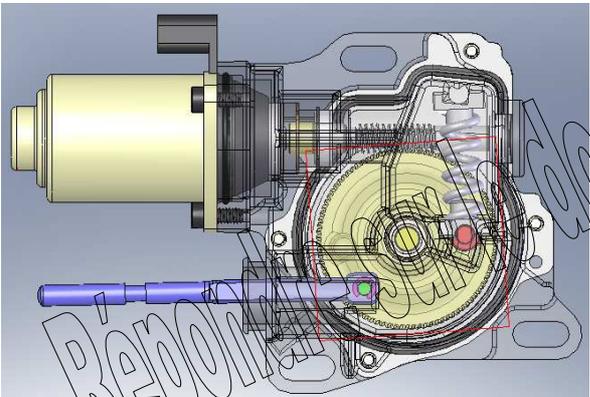
 Pour les positions du système indiquées ci-dessous, indiquez pour chaque effort si il est moteur, résistant ou sans effet (si il participe au mouvement ou si il freine le mouvement) : entourez la bonne réponse sur le document réponse.

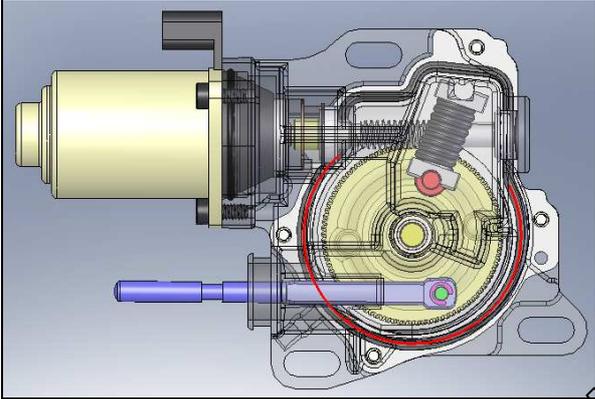
		Phase de debrayage		
	Position de départ	Effort au point F	Moteur	
			Sans effet	
			Résistant	
		Effort dû au ressort 12	Moteur	
			Sans effet	
			Résistant	
Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur			
	Sans effet			
	Résistant			
	Effort au point F	Moteur		
		Sans effet		
		Résistant		
	Effort dû au ressort 12	Moteur		
		Sans effet		
		Résistant		
Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur			
	Sans effet			
	Résistant			

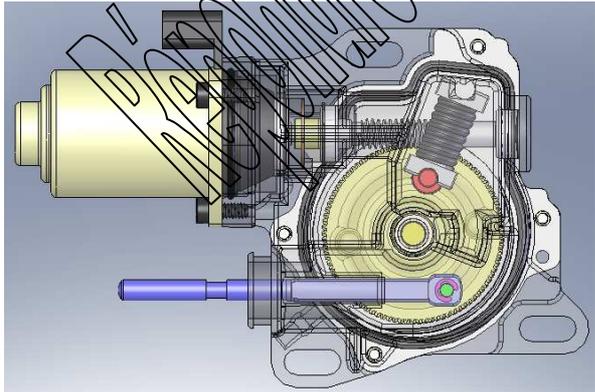
	Position d'arrivée	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

Question 8

✍ Pour les positions du système indiquées ci-dessous, indiquez pour chaque effort si il est moteur, résistant ou sans effet (si il participe au mouvement ou si il freine le mouvement) : entourez la bonne réponse sur le document réponse.

Phase d'embrayage			
	Position de départ	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

	Points D, C, A alignés	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

	Position d'arrivée	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

Question 9



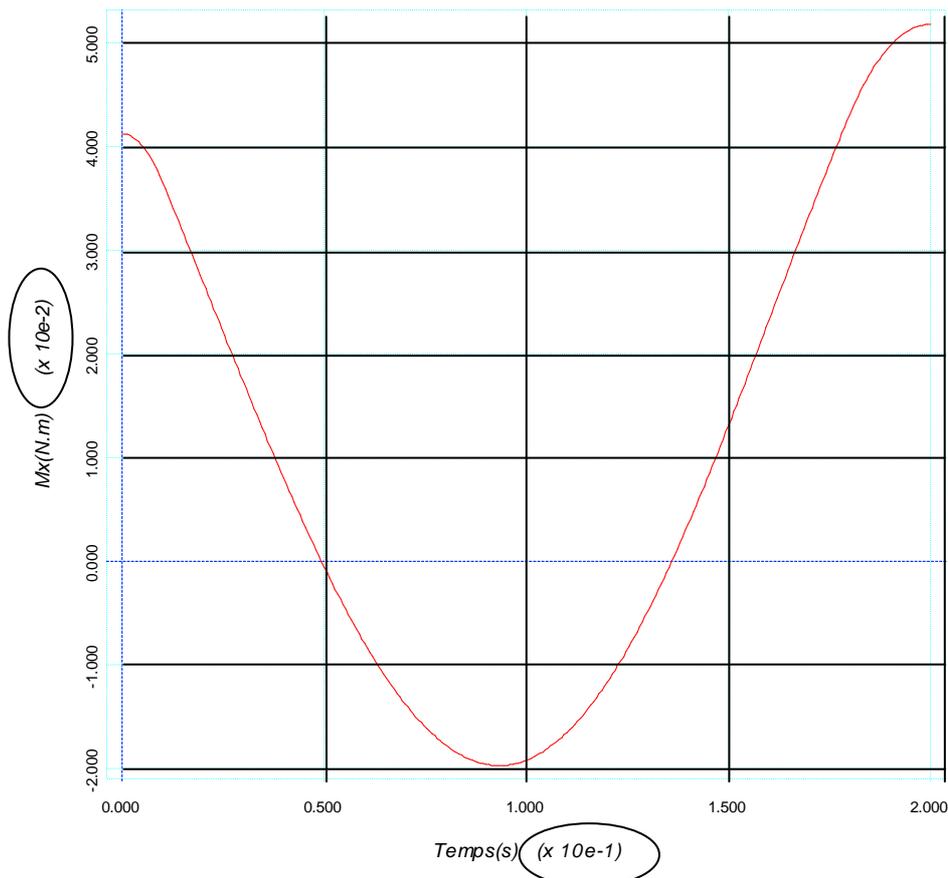
A l'aide de la vidéo montrant le couple moteur en fonction de la position (« Résultat du couple moteur en phase de debrayage.avi »), dites comment évoluerait le couple moteur dans le cas où le ressort 12 n'existait pas.

g. Etude énergétique

Question 10



A l'aide de la courbe ci-dessous (couple moteur en fonction du temps), donnez la valeur du couple maximum exercé par le moteur.



Attention aux exposants des axes

Question 11



Calculez la puissance maximum délivrée par le moteur.

Actionneur d'embrayage de boîte robotisée

Dossier réponse

Examen : BAC STI GMA	
Épreuve : EDC10-EMBR-12	Page 1 sur 9

1. Travail demandé

a. Etude du système

Question 1



Indiquez dans le tableau les pièces qui composent les classes d'équivalence.

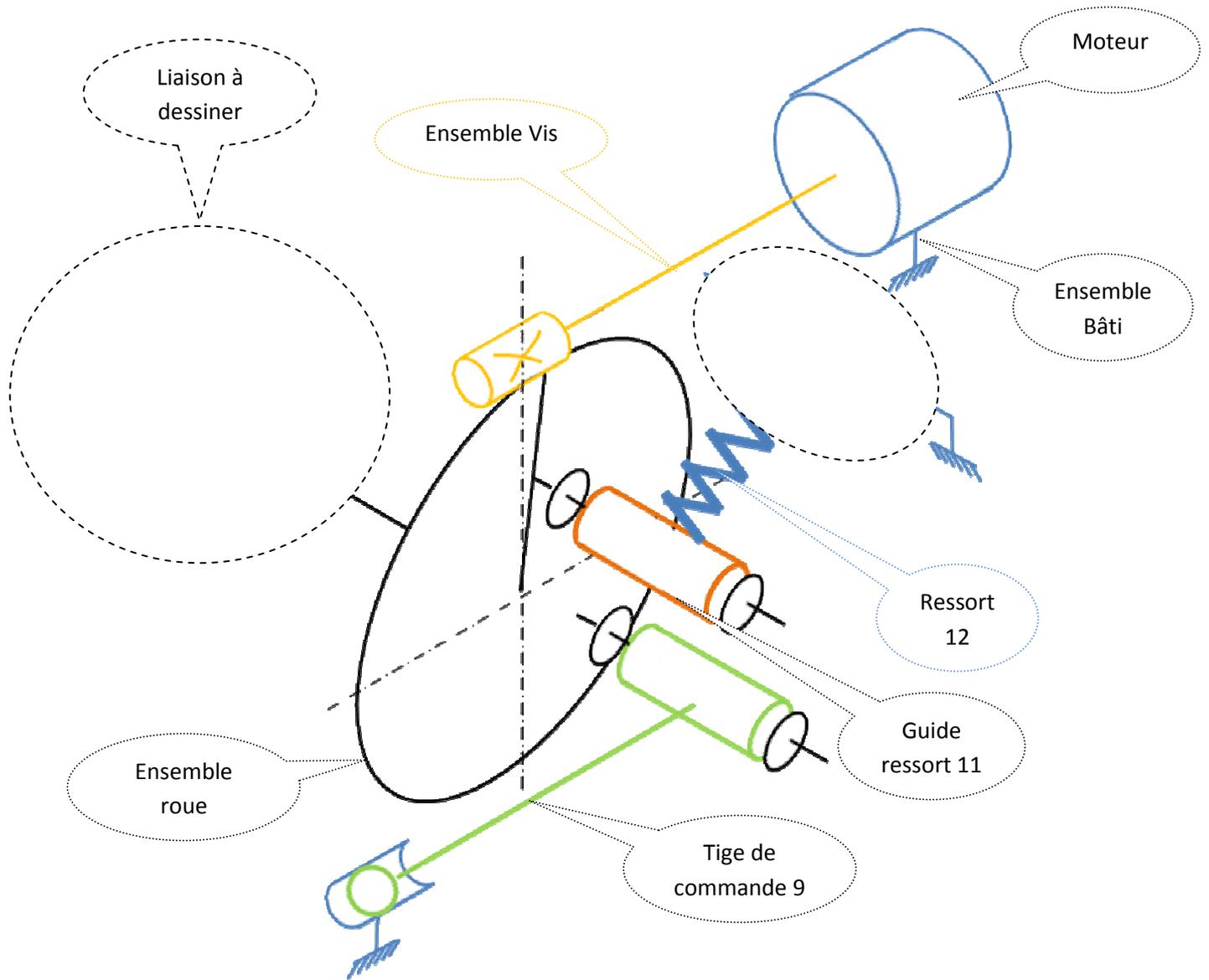


Les roulements à billes 15, 17 et 18 ne sont pas à traiter.

Classe d'équivalence	Repère des pièces
Guide ressort 11	
Guide ressort 11'	
Tige de commande 9	
Ensemble roue	
Ensemble Bâti	
Ensemble Vis	
Eléments déformables	

Question 2

 A l'aide du dossier technique, des fichiers edrawing et de la vidéo du système complétez les liaisons manquantes sur le schéma cinématique.



Question 3



Comment se nomme le système de transmission de puissance composé des pièces 05 et 16 ?

Pourquoi avoir utilisé ce type de transmission ?



Question 4



La roue 05 doit parcourir 70° lors de la phase d'embrayage. Sachant que la vitesse du moteur est de 5000tr/min, calculez le temps pour que la roue effectue cette rotation.



Question 5



Les guides du ressort 11 et la tige de commande 09 sont soumis à des efforts de deux ressorts de compression. Quels éléments permettent de calculer les forces exercées par ces ressorts ?

Question 6



Isolez la classe d'équivalence roue et remplissez le tableau ci-dessous

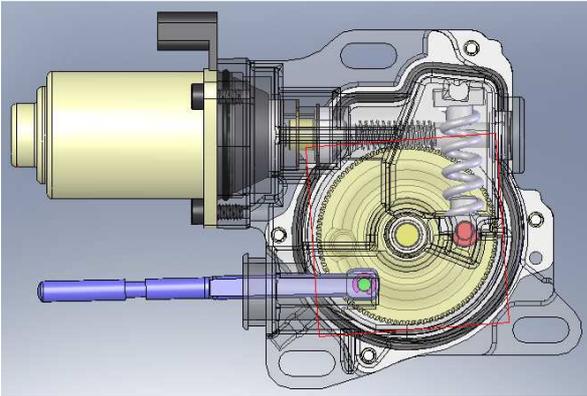
Classe d'équivalence Roue			
Force	Point d'application	Direction/sens	Norme

Question 7



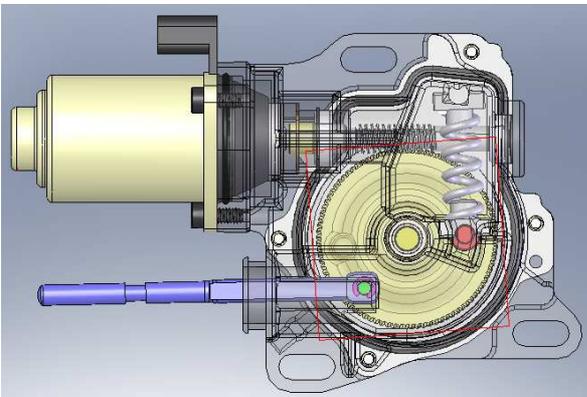
Pour les positions du système indiquées ci-dessous, indiquez pour chaque effort si il est moteur, résistant ou sans effet (si il participe au mouvement ou si il freine le mouvement) : entourez la bonne réponse sur le document réponse.

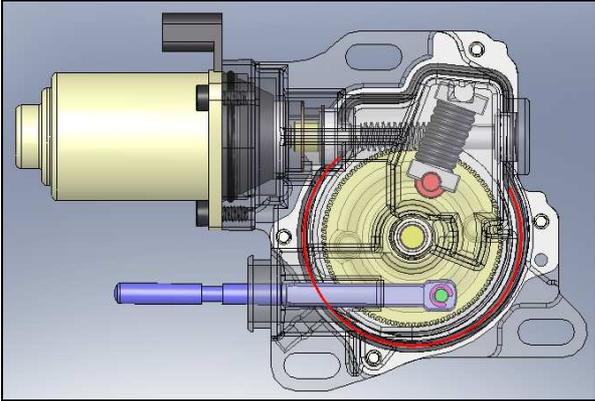
		Phase de débrayage		
	Position de départ	Effort au point F	Moteur	
			Sans effet	
			Résistant	
		Effort dû au ressort 12	Moteur	
			Sans effet	
			Résistant	
Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur			
	Sans effet			
	Résistant			
	Points D, C, A alignés	Effort au point F	Moteur	
			Sans effet	
			Résistant	
	Effort dû au ressort 12	Moteur		
		Sans effet		
		Résistant		
	Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur		
		Sans effet		
		Résistant		

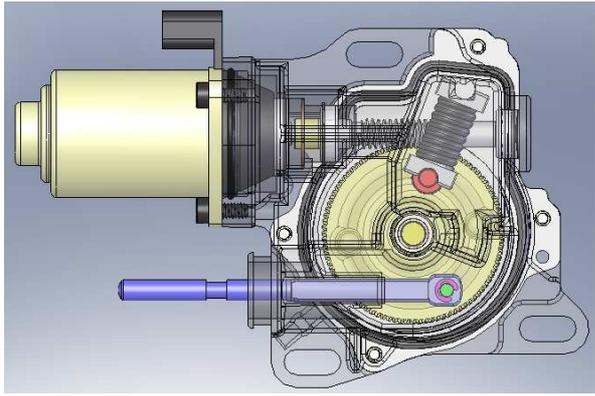
	Position d'arrivée	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

Question 8

 Pour les positions du système indiquées ci-dessous, indiquez pour chaque effort si il est moteur, résistant ou sans effet (si il participe au mouvement ou si il freine le mouvement) : entourez la bonne réponse sur le document réponse.

Phase de d'embrayage			
	Position de départ	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

	Points D, C, A alignés	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

	Position d'arrivée	Effort au point F	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au ressort 12	Moteur
			Sans effet
			Résistant
		Effort dû au diaphragme sur la tige de commande	Moteur
			Sans effet
			Résistant

Question 9

✍ A l'aide de la vidéo montrant le couple moteur en fonction de la position (« Résultat du couple moteur en phase de débrayage.avi »), dites ce que deviendrait le couple moteur dans le cas où le ressort 12 n'existerait pas.

✍

Question 10



A l'aide de la courbe (couple moteur en fonction du temps), donnez la valeur du couple maximum exercé par le moteur.



Question 11



Calculez la puissance maximum délivrée par le moteur.

