

SESSION DE 2006

**CA/PLP**

CONCOURS EXTERNE

**Section : GÉNIE MÉCANIQUE**

Option : MAINTENANCE DES VÉHICULES,  
MACHINES AGRICOLES ET ENGINS DE CHANTIER

**ÉTUDE D'UN SYSTÈME ET/OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE**

Durée : 8 heures

*Calculatrice électronique de poche, y compris 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 document et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.*

**Détection d'une erreur éventuelle par le candidat.**

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

**N.B. :** *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 devez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.*

## CONSTITUTION DU DOSSIER

Ce dossier comporte :

- un dossier technique (20 pages)
- Un dossier de travail ( 16 pages) **qu'il faut rendre entièrement.**

## BAREME

1) ETUDE FONCTIONNELLE	1 point
2) ETUDE DES PERFORMANCES	2 points
3) ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA BOITE DE VITESSES	12 points
4) ETUDE DU RESEAU MULTIPLEXE	2 points
5) DIAGNOSTIC	3 points

## CONSEILS AUX CANDIDATS

Il est conseillé aux candidats de consacrer 30 minutes maximum à la lecture du dossier technique. Répondre ensuite aux questions du dossier de travail en se reportant au dossier technique chaque fois que cela est nécessaire.





**CONCOURS EXTERNE DU CAPLP**

**GENIE MECANIQUE**

**MAINTENANCE DES VEHICULES**

**MACHINES AGRICOLES**

**ENGINS DE CHANTIER**

**SESSION 2006**

**ETUDE D'UN SYSTEME ET/OU**

**D'UN PROCESSUS TECHNIQUE**

**DOSSIER TECHNIQUE**

Ce dossier contient 20 pages (y compris celle-ci.)

# SOMMAIRE

1) OBJET DE L'ETUDE.....	3
2) PRESENTATION .....	3
3) MISE EN SITUATION DES COMPOSANTS SUR LE VEHICULE .....	5
4) MISE EN SITUATION DES COMPOSANTS SUR LA BOITE DE VITESSES .....	5
5) ELEMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTEME .....	6
5-1) LA BOITE DE VITESSES .....	6
5-1-1) Constitution de la chaîne cinématique.....	6
5-1-2) Constitution de la partie « Fourchettes coulisseaux ».....	8
5-1-3) Constitution du module de commande .....	10
5-1-4) Vérins de la partie principale .....	11
5-1-5) Schéma de câblage des électrovannes (EV) de vérins .....	13
5-2) L'AFFICHEUR.....	14
5-3) LE LEVIER DE VITESSES .....	14
6) FONCTIONNEMENT DU SYSTEME .....	15
6-1) MODES DE FONCTIONNEMENT.....	15
6-2) CHANGEMENT DE RAPPORT .....	16
7) RESEAU MULTIPLEXE .....	17
7-1) ARCHITECTURE DU RESEAU .....	17
7-2) CODAGE DES INFORMATIONS .....	18
8) DOCUMENTS RESSOURCES.....	20
8-1) DIAGRAMME FAST.....	20
8-1-1) Principe de lecture du diagramme (Function Analysis System Technic) .....	20
8-1-2) Exemple .....	20

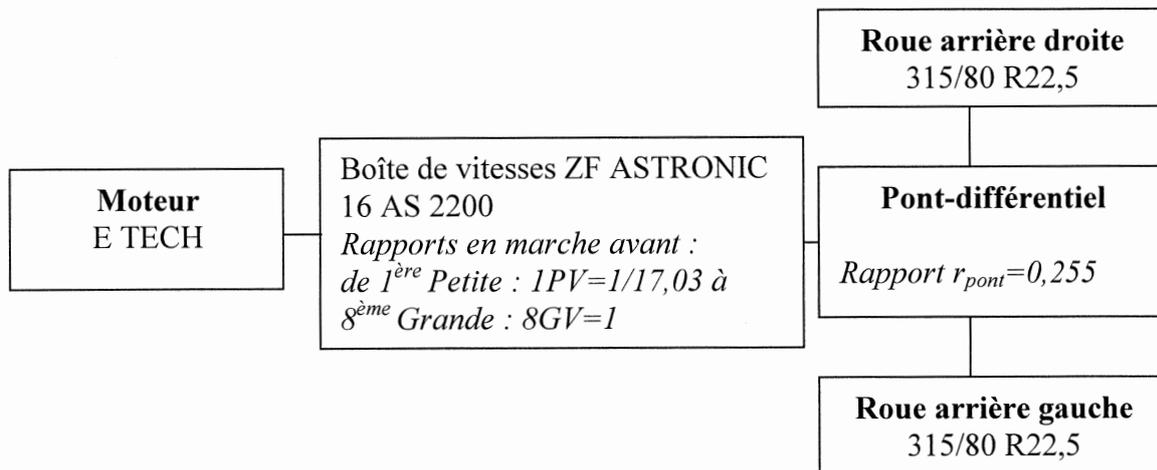
## 1) OBJET DE L'ETUDE

On se propose d'analyser le fonctionnement de la boîte de vitesses ZF ASTRONIC afin de réaliser une procédure de diagnostic sur un cas de défaillance.

## 2) PRESENTATION

Le système ZF ASTRONIC qui équipe les véhicules RENAULT TRUCKS est constitué d'une boîte de vitesses mécanique associée à deux modules de commande électro-pneumatique permettant d'automatiser les fonctions embrayage/débrayage et le changement des rapports (il n'y a plus de pédale d'embrayage).

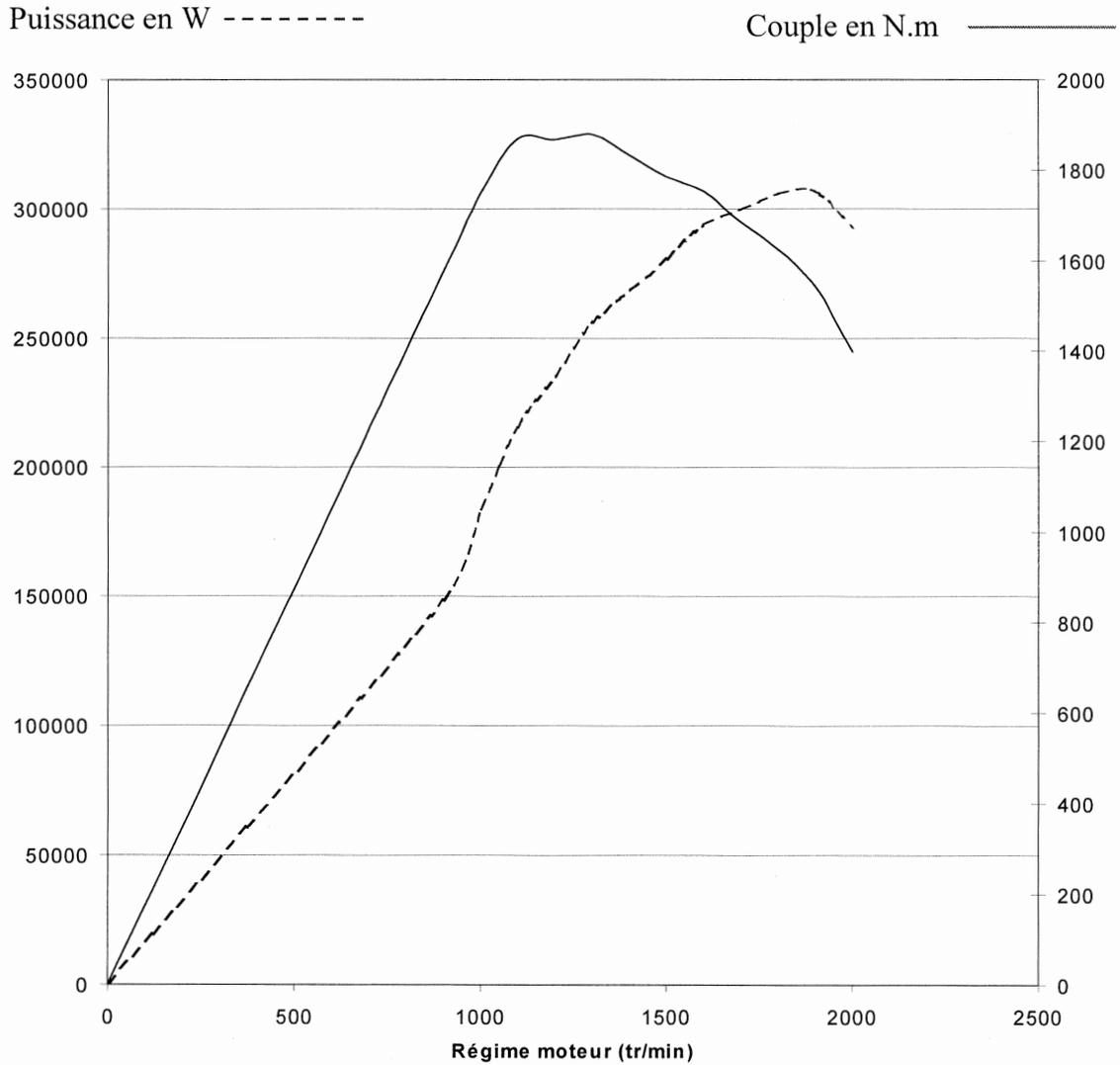
La boîte de vitesses étudiée se situe entre le moteur et le pont-différentiel. Elle possède 16 vitesses avant et 2 marches arrière.



En 1<sup>ère</sup> Petite la transmission du moteur aux roues a un rendement :  $\eta = 0,75$ .

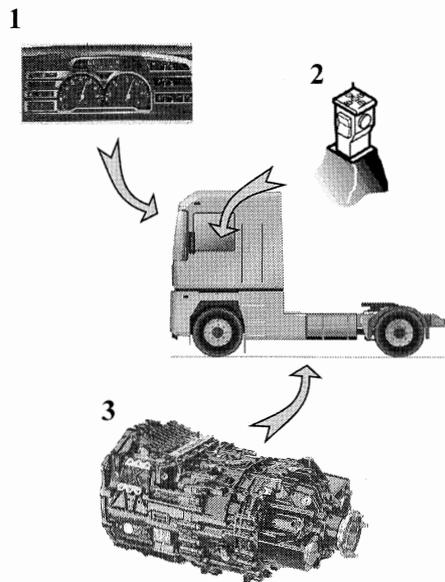
NB : Les termes 1<sup>ère</sup> Petite ou 1<sup>ère</sup> Grande sont définis par la position du relais avant (voir pages suivantes)

**Caractéristiques moteur :**



REGIME (tr/min)	PUISSANCE (W)	COUPLE (N.m)
0	0	0
900	148400	1574.6
1000	183200	1749.4
1100	215400	1869.9
1200	234800	1868.5
1300	255900	1879.7
1400	268600	1832.1
1500	280500	1785.7
1600	293900	1754.1
1700	299900	1684.6
1800	305900	1622.8
1900	307000	1543.0
2000	292900	1398.5

### 3) MISE EN SITUATION DES COMPOSANTS SUR LE VEHICULE



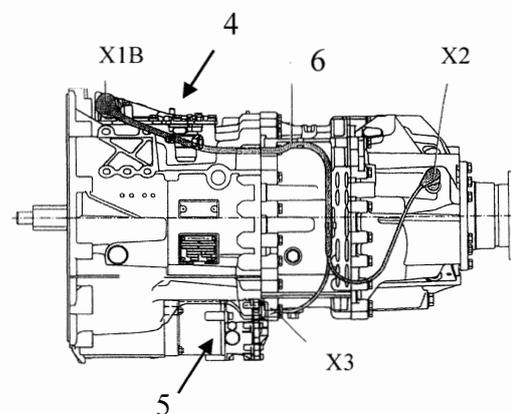
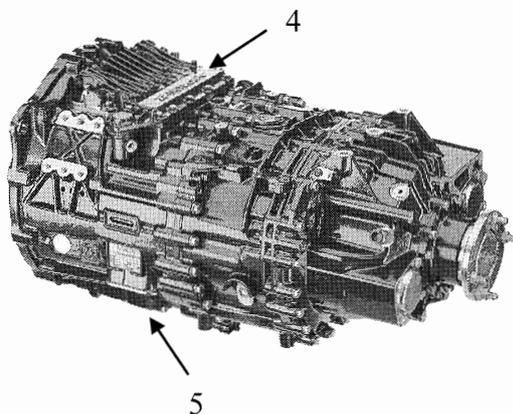
#### Légende :

1 : Combiné du tableau de bord avec afficheur matriciel pour l'ASTRONIC.

2 : Levier de commande au poste de conduite (il remplace le levier de vitesses lorsque la boîte de vitesses est à commande manuelle).

3 : Boîte de vitesses « ASTRONIC » (Boîte de vitesses, module de commande et module d'embrayage).

### 4) MISE EN SITUATION DES COMPOSANTS SUR LA BOITE DE VITESSES



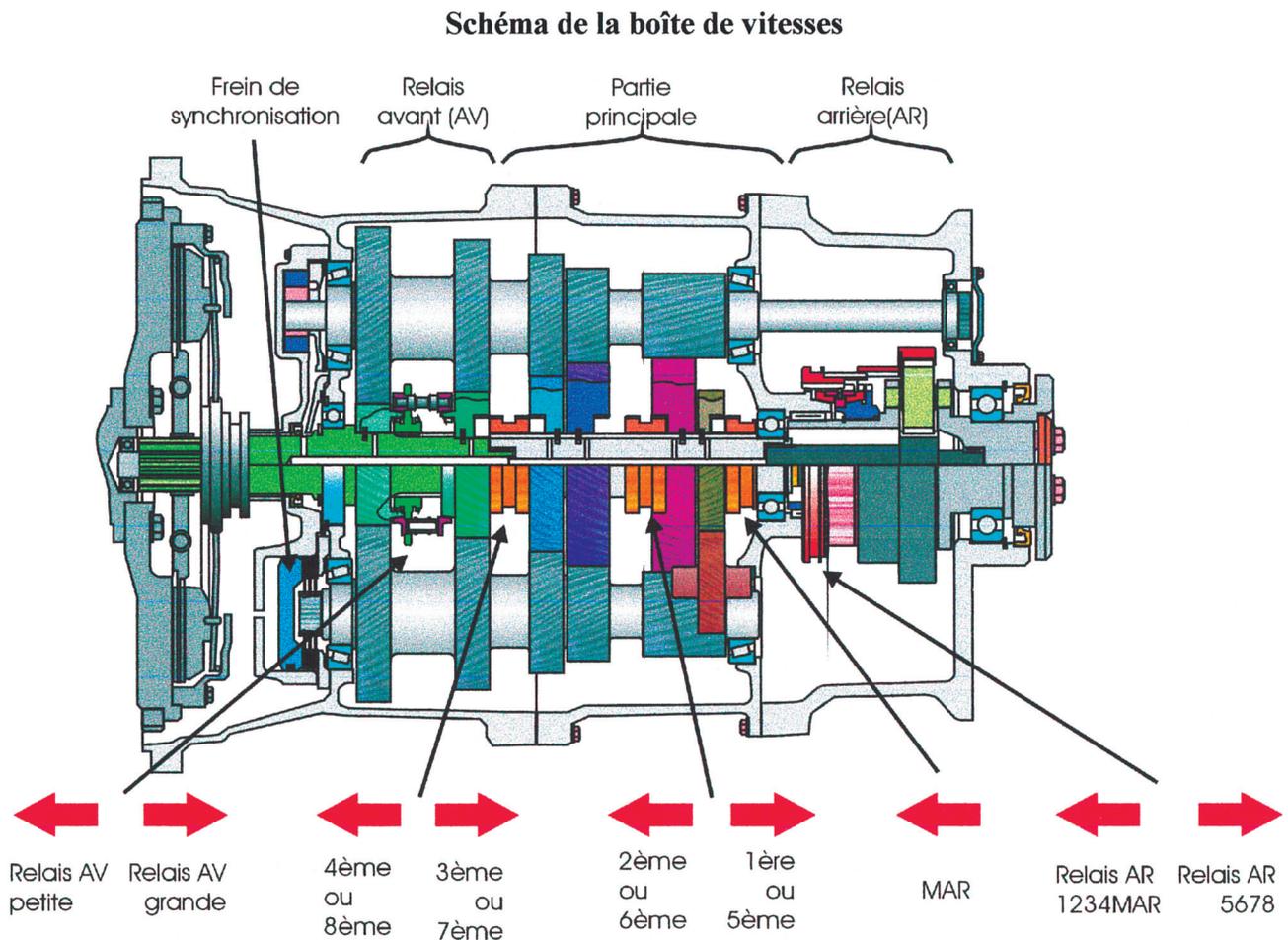
#### Légende :

- 4 Module de commande.
- 5 Module d'embrayage (actionneur et électrovannes d'embrayage).
- 6 Faisceau électrique spécifique ASTRONIC.
- X1B Connecteur du faisceau spécifique ASTRONIC sur module de commande.
- X2 Connecteur sur capteur de vitesse véhicule.
- X3 Connecteur sur module d'embrayage.

## 5) ELEMENTS CONSTITUTIFS DU SYSTEME

### 5-1) LA BOITE DE VITESSES

#### 5-1-1) Constitution de la chaîne cinématique



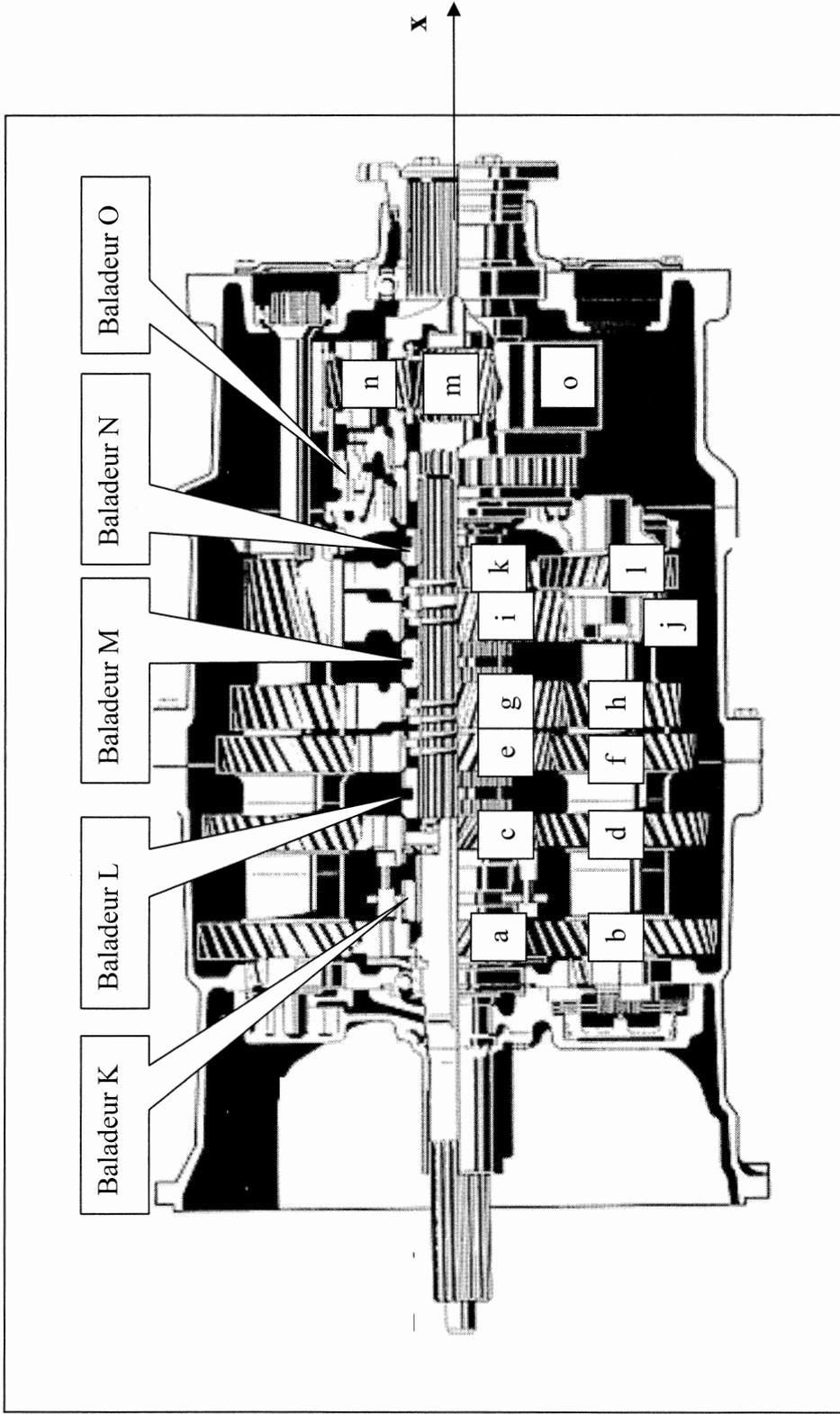
Cette boîte de vitesses possède 16 rapports avant et deux rapports de marche arrière.

Elle est composée :

- d'un relais avant
- d'un relais arrière
- d'une « partie principale »

NB : Dans le schéma ci-dessus, la boîte de vitesses est représentée en 1<sup>ère</sup> petite (1PV).

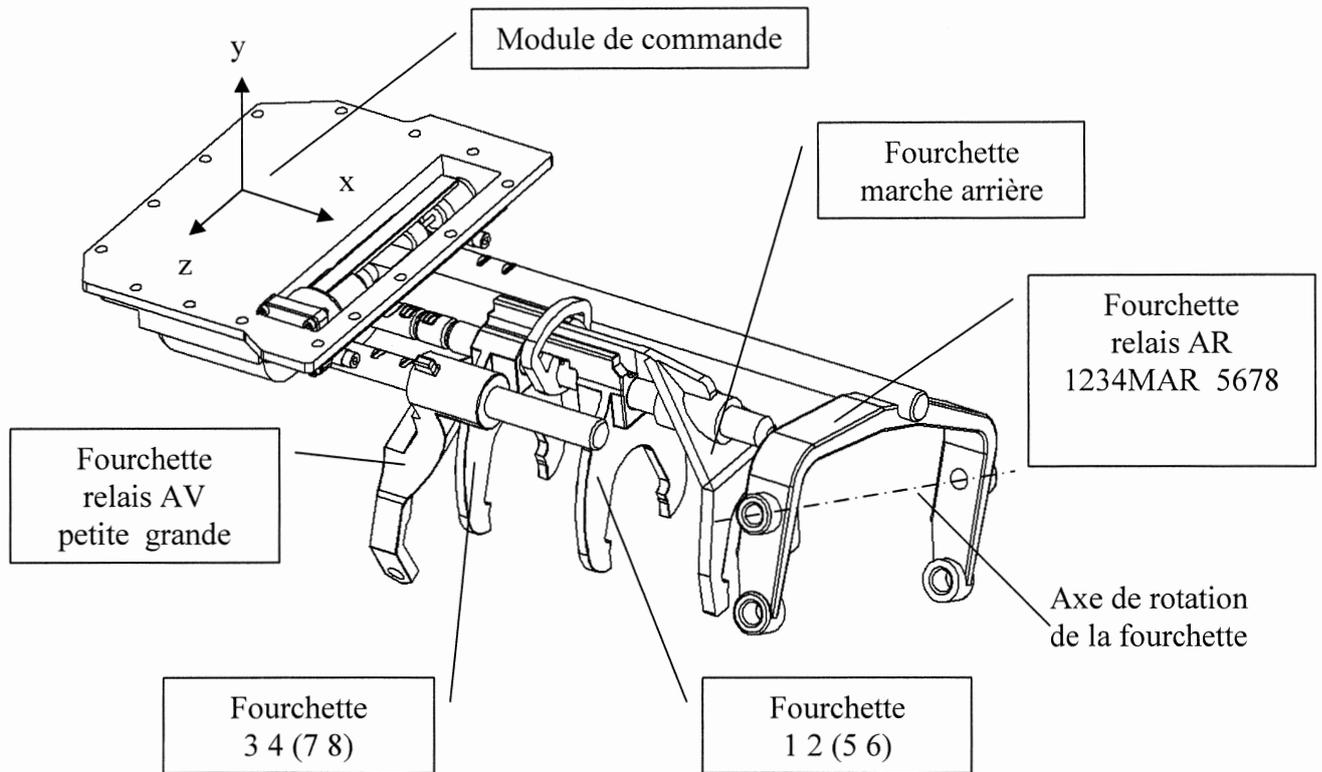
**Baladeurs et nombre de dents (Z) des pignons de la boîte de vitesses**



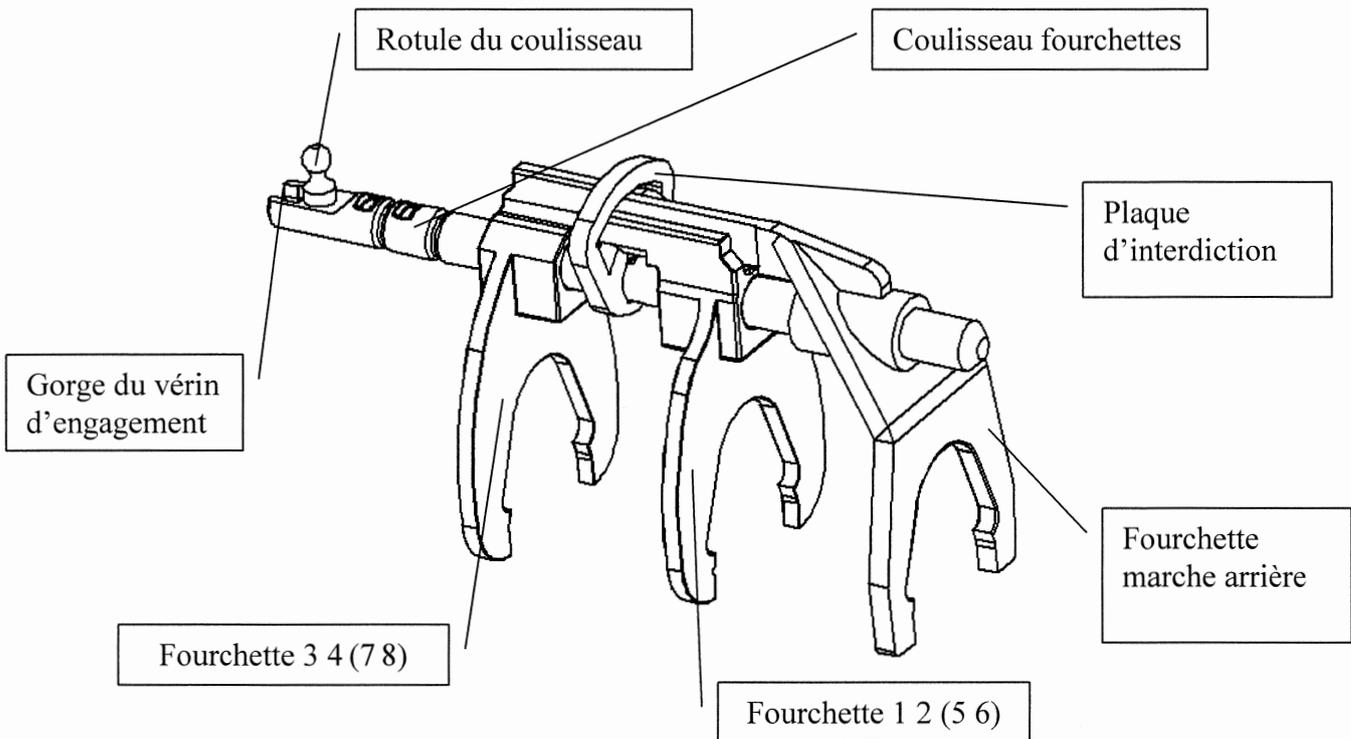
Pignon	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
Z	32	42	34	37	42	32	48	25	54	19	50	41	23	28	82

## 5-1-2) Constitution de la partie « Fourchettes coulisseaux »

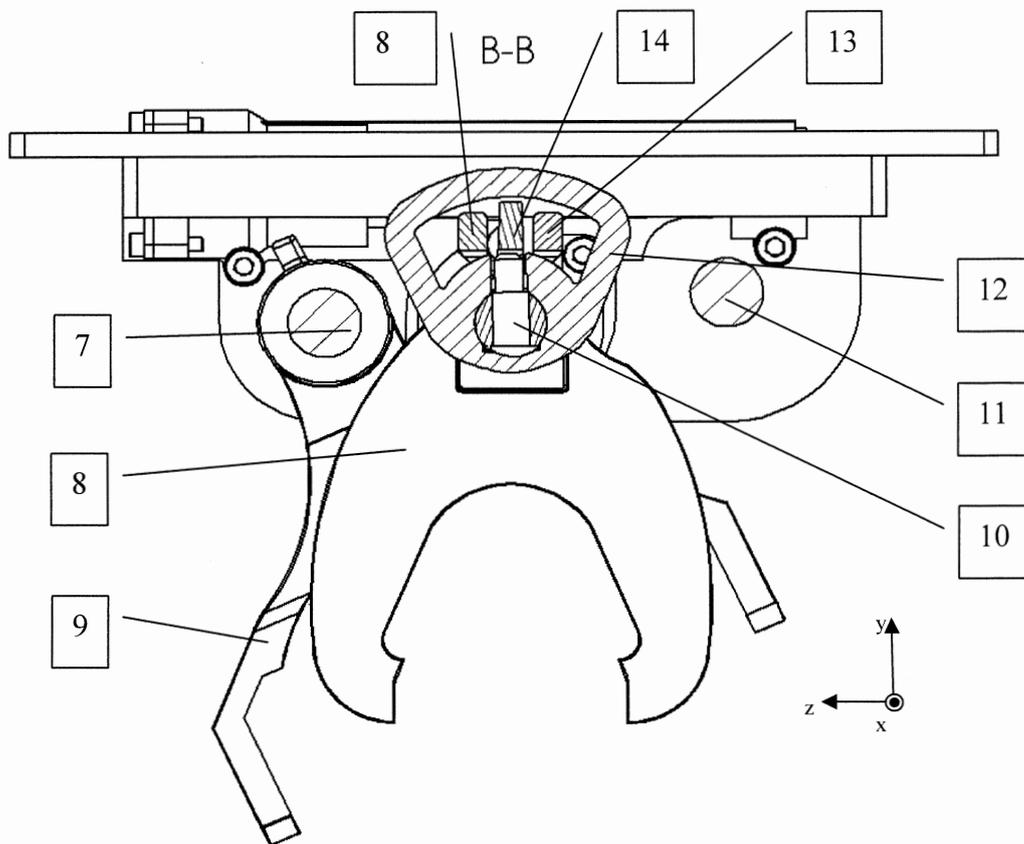
### Vue d'ensemble



### Vue des fourchettes de la partie principale

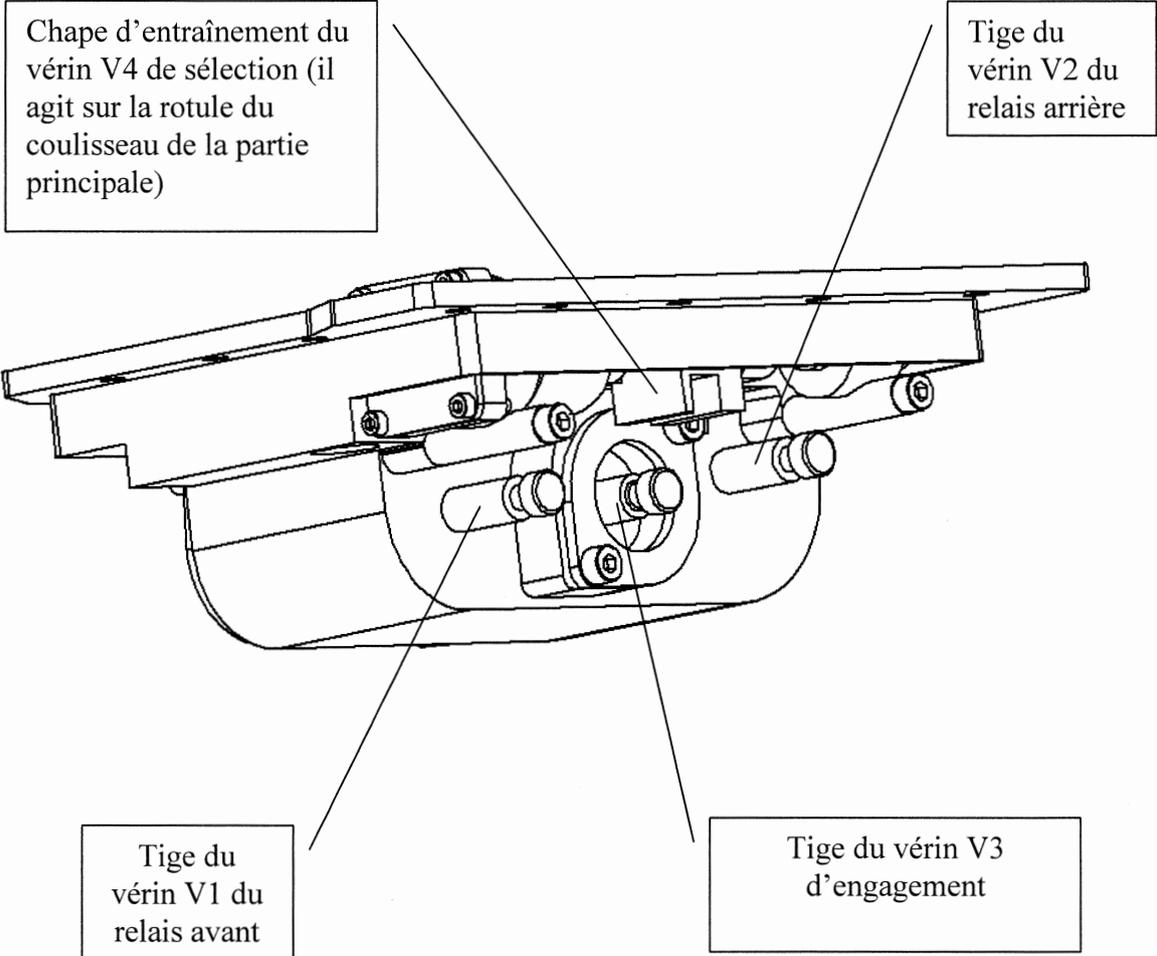
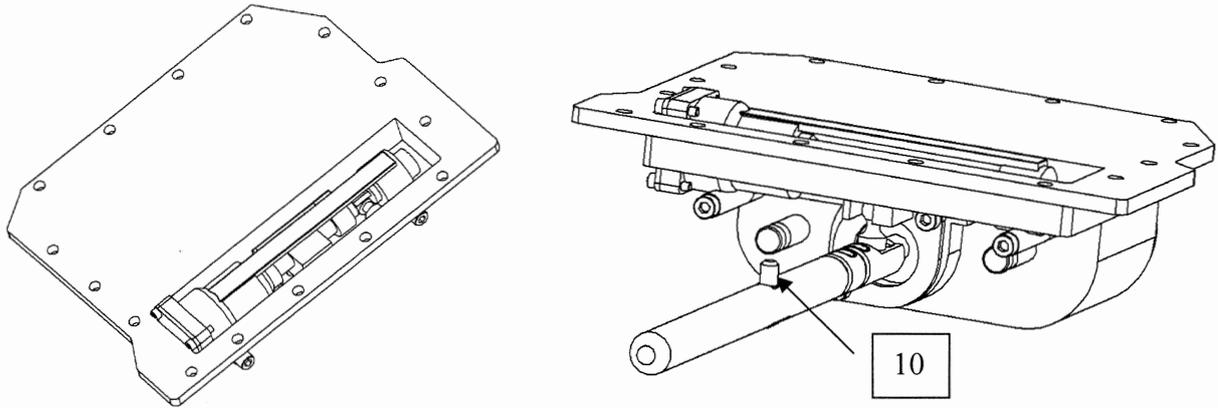


Vue en coupe



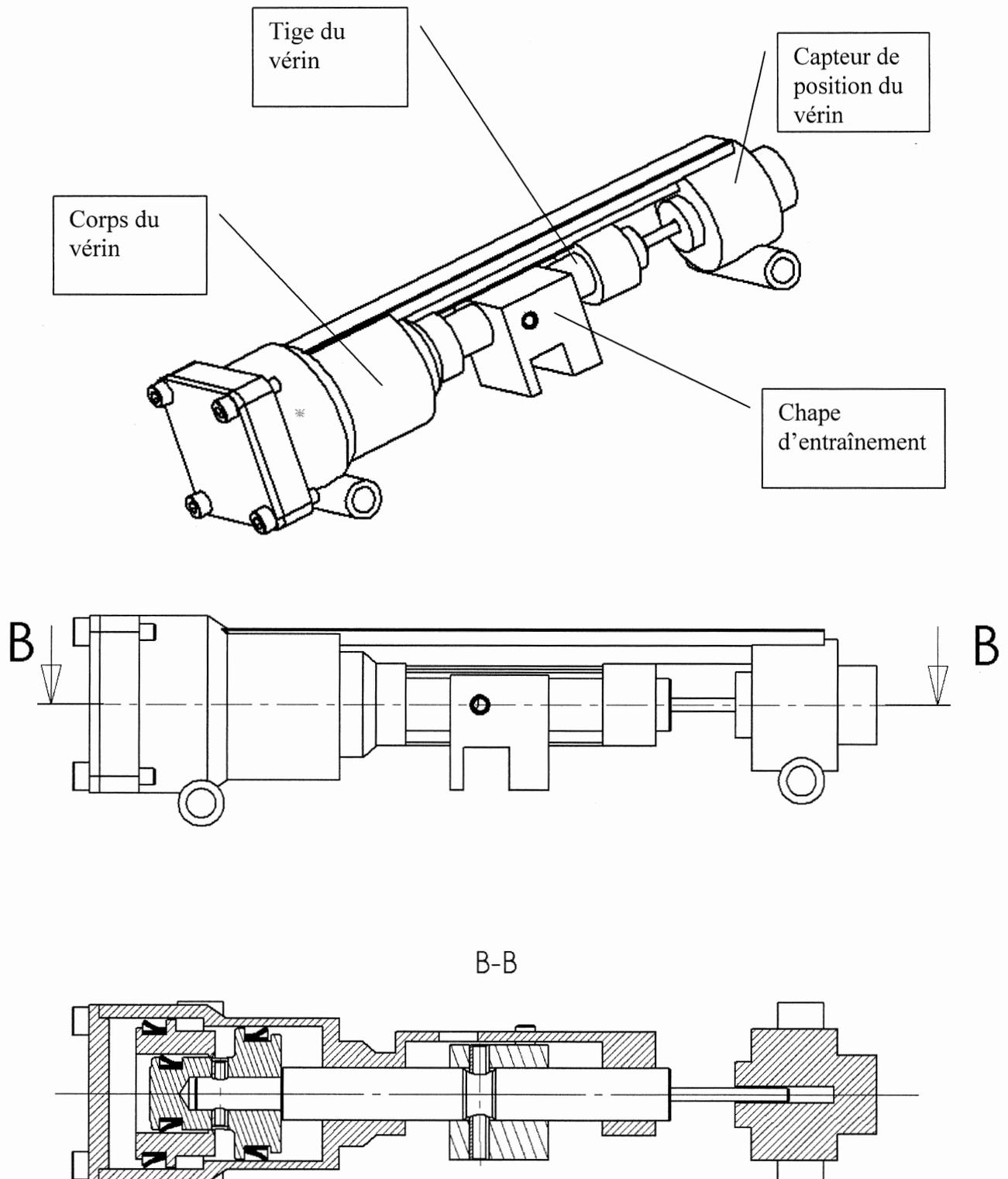
	<p>7 : Coulisseau de la fourchette du relais avant.</p> <p>8 : Fourchette de 3<sup>ème</sup> 4<sup>ème</sup> (7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup>)</p> <p>9 : Fourchette de relais avant.</p> <p>10 : Doigt du coulisseau des fourchettes de la partie principale.</p> <p>11 : Coulisseau de la fourchette du relais arrière.</p> <p>12 : Plaque d'interdiction.</p> <p>13 : Fourchette de 1<sup>ère</sup> 2<sup>ème</sup> (5<sup>ème</sup> et 6<sup>ème</sup>)</p> <p>14 : Fourchette de marche arrière</p>
--	---

**5-1-3) Constitution du module de commande**  
(seule la partie contenant les vérins est représentée)

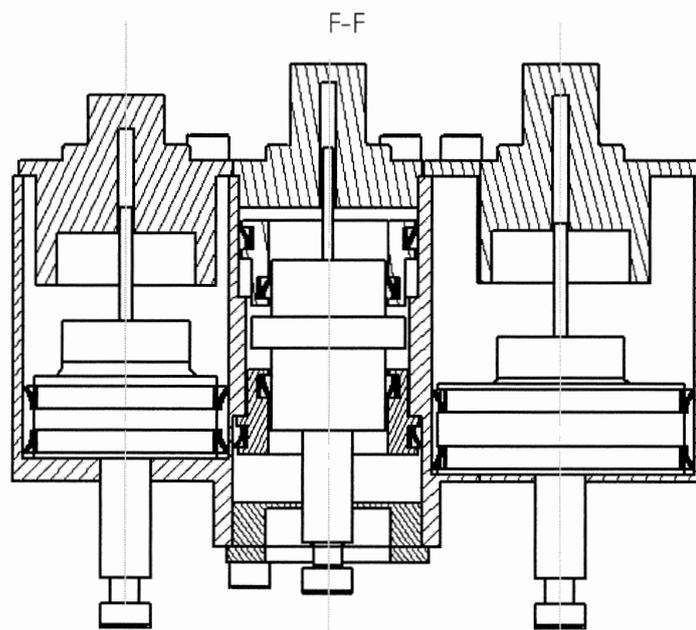
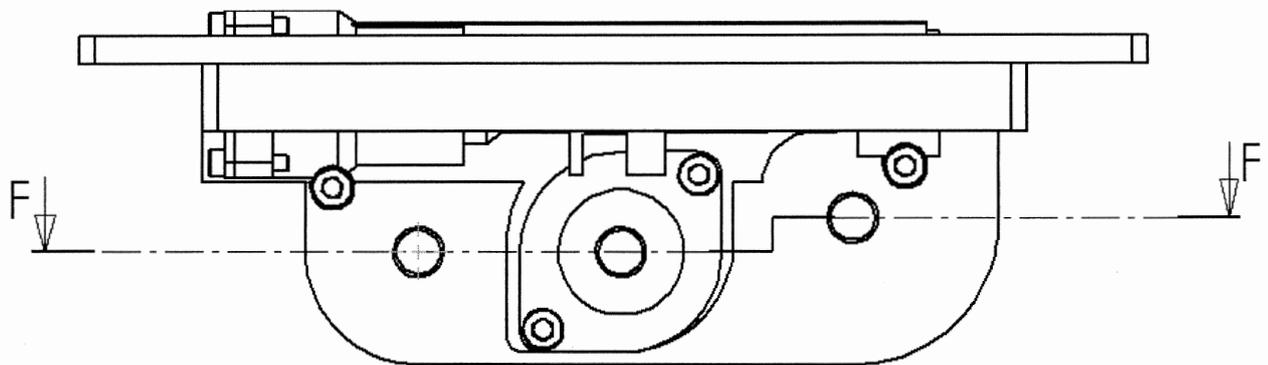


### 5-1-4) Vérins de la partie principale

#### Vérin de sélection V4



Vérins d'engagement V3, de relais avant V1 et arrière V2



Vérin V1

Vérin V3

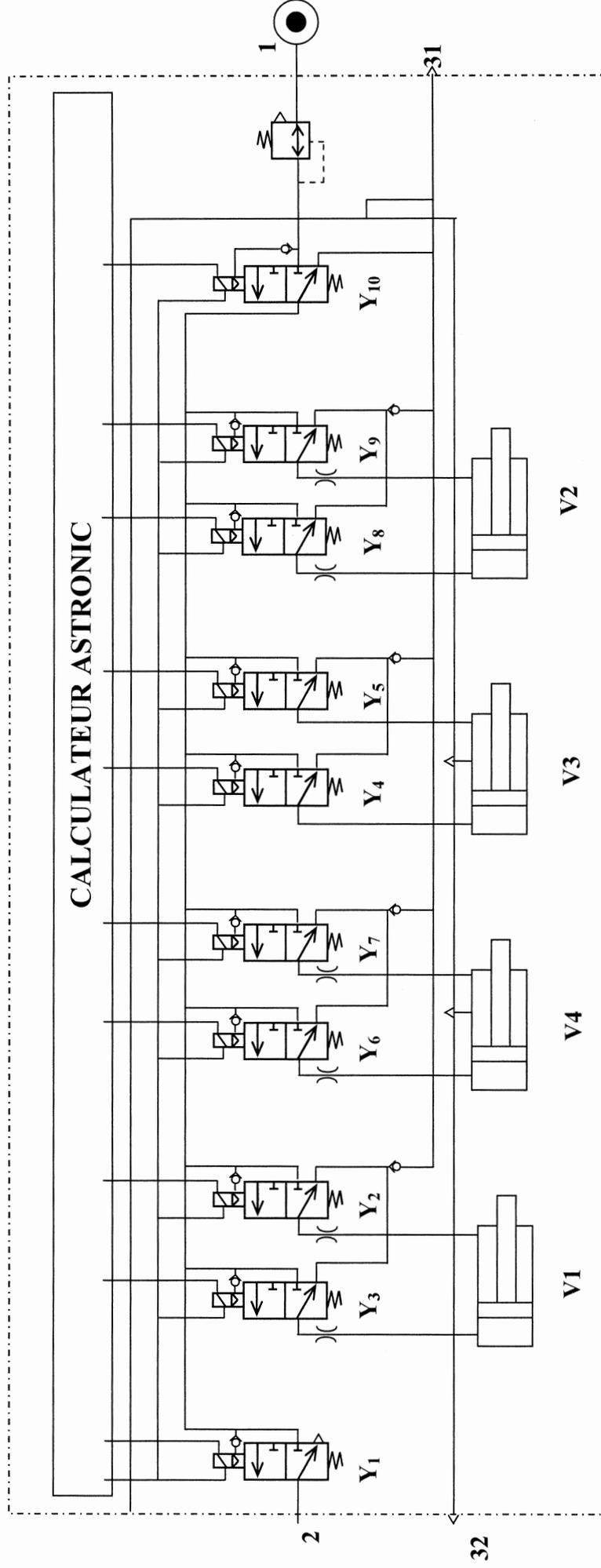
Vérin V2

**5-1-5) Schéma de câblage des électrovannes (EV) de vérins**

Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10
EV de frein de boîte	EV de relais AV petite	EV de relais AV grande	EV d'engagement 1 3 5 7	EV d'engagement 2 4 MAR 6 8	EV de sélection 3 4 7 8	EV de sélection 1 2 5 6	EV de relais AR 1 2 3 4 MAR 5 6 7 8	EV de relais AR 5 6 7 8	EV principale

1 : arrivée d'air 2 : vers frein de BV

31 et 32 : échappement



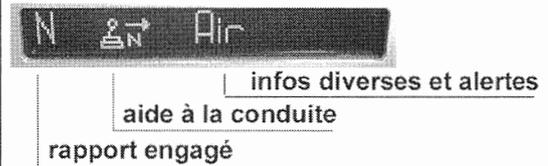
## 5-2) L’AFFICHEUR

L’afficheur informe le chauffeur de l’état du système comme par exemple : le rapport engagé, les actions à effectuer (mettre le levier au neutre,...), les défauts, etc...

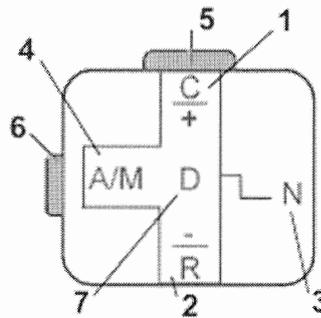
Quelques pictogrammes

	Débrayer
	Embrayer
	Mettre le levier en position Drive
	Mettre le levier en position Neutre
	Rapport engagé (ici 2ème grande)
	Embrayage utilisé
	Surchauffe de la boîte
	Défaut mineur
	Défaut majeur. (Arrêter le véhicule)

Structure de l’affichage



## 5-3) LE LEVIER DE VITESSES



- 1 – monter les vitesses
- 2 – rétrograder
- 3 – position neutre verrouillée
- 4 – fonction de recherche de rapport
- 5 – bouton de manœuvre
- 6 – bouton fonction et recherche
- 7 – drive (conduite)

Le sélecteur de vitesses revient en position de conduite "D" (Drive) après montée ou rétrogradage des vitesses et après enclenchement de la fonction (A/M).

Après basculement vers "N" (Neutre), le sélecteur de vitesses reste en position neutre. En appuyant sur le sélecteur en position neutre, ce dernier se déverrouille et retourne vers "D".

## 6) FONCTIONNEMENT DU SYSTEME

### 6-1) MODES DE FONCTIONNEMENT

Il y a deux possibilités d'utilisation :

- En mode **semi-automatique** avec une action sur le levier

L'afficheur affiche le pictogramme **MANU**

- En mode **FULL AUTO** :

Tout est automatique : décision de changer de rapport, passage du rapport, débrayage, embrayage... ; le conducteur utilise la pédale d'accélérateur et le frein. Deux cas sont alors possibles :

- Un mode **AUTO** qui privilégie performances et consommation en utilisant la plage de couple maximum

L'afficheur affiche le pictogramme **AUTO**

- Un mode **POWER** qui privilégie la mobilité du véhicule en utilisant la plage de puissance maximum

L'afficheur affiche le pictogramme **POWER**

(le programme de passage des vitesses est différent du mode AUTO).

Le passage en mode "POWER" se fait, le levier étant sur (D), en appuyant sur (6) et pédale d'accélérateur à fond (kick down) ou en appuyant rapidement sur la pédale d'accélérateur.

Quel que soit le mode, il est possible de passer les vitesses :

a. Pour monter un rapport :

- (+) : passe 1 rapport
- (+) et (6) passe 0,5 rapport (par exemple de 2PV en 2GV)
- (+) et (5) passe 1,5 rapport (par exemple de 2PV en 3GV)

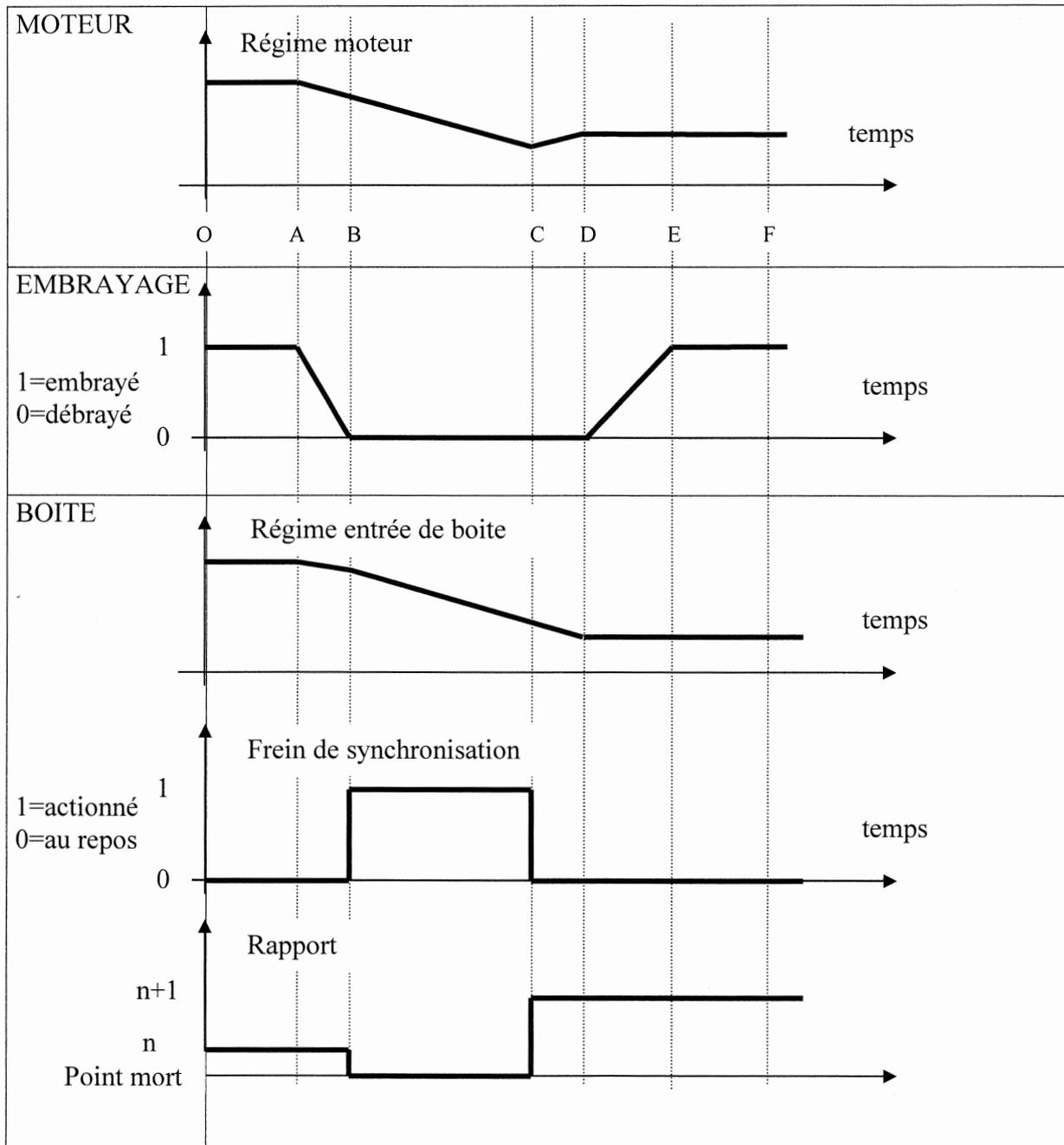
b. pour descendre un rapport :

- (-) : passe 1 rapport
- (-) et (6) passe 0,5 rapport
- (-) et (5) passe 1,5 rapport

**Remarque** : en mode "AUTO", lorsque le levier de vitesses est actionné, le pictogramme "MANU" clignote. Le retour au mode "AUTO" se fait après lâché puis appui sur la pédale d'accélérateur.

## 6-2) CHANGEMENT DE RAPPORT

### Chronogramme montée des vitesses



OA : Le véhicule roule avec un rapport engagé n.

AB : Le système décide de monter un rapport n+1, il y a débrayage.

BC : Passage au point mort et action du frein de BV pour diminuer le temps de synchronisation, la sélection de la fourchette s'effectue.

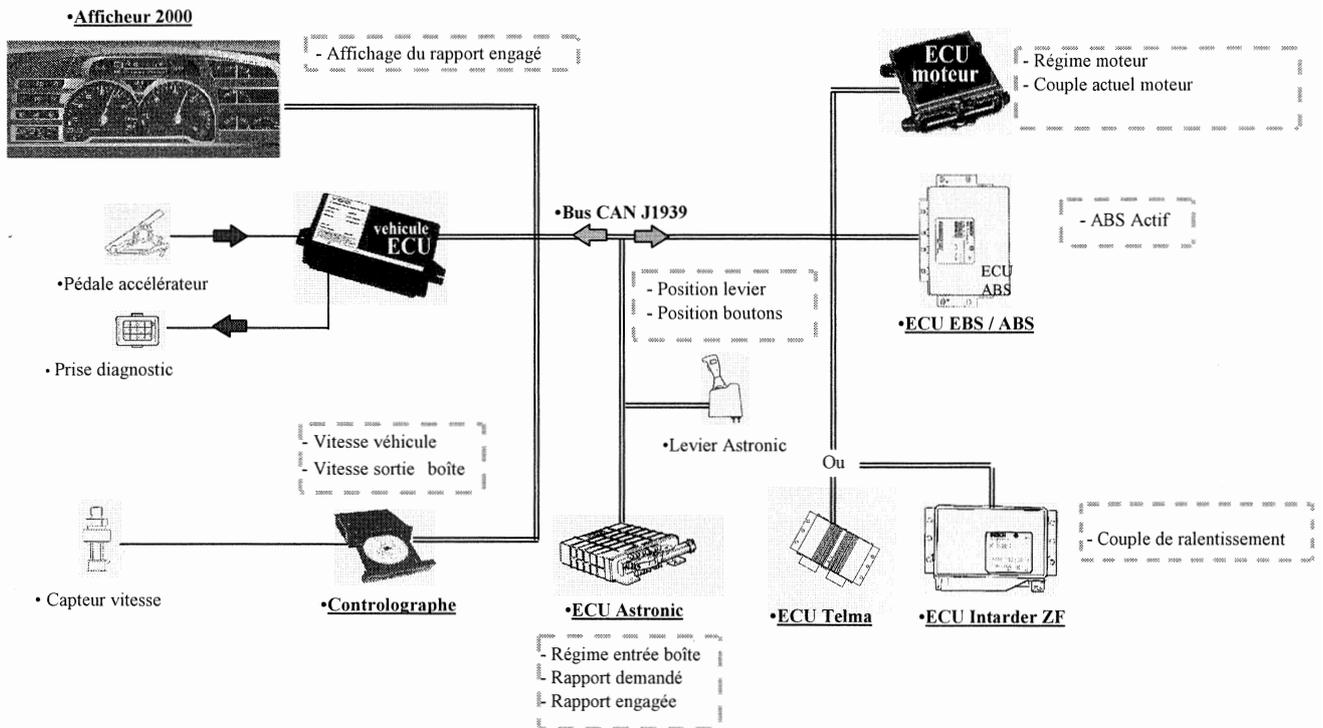
CD : Le rapport est engagé.

DE : il y a embrayage.

EF : Le véhicule roule avec un rapport n+1 le régime d'entrée de boîte et donc le régime moteur est plus faible.

## 7) RESEAU MULTIPLEXE

### 7-1) ARCHITECTURE DU RESEAU



Le VECU pilote la boîte robotisée Astronic en fonction des conditions véhicules (freinage,ralentissement,accélération,...)

Le système ASTRONIC échange un certain nombre d'informations sur le réseau multiplexé selon un protocole CAN. (Controller Area Network).

L'ensemble de ces informations constitue la messagerie.

Les différents calculateurs présents sur le véhicule sont connectés et forment le réseau multiplexé selon une architecture appelée topologie. La liaison de type CAN est constituée de deux fils appelés CAN H et CAN L. Ces deux fils constituent le bus de données.

ECU Astronic : (Electronic Control Unit Astronic), calculateur de la boîte de vitesses.

VECU : (Vehicule Electronic Control Unit), calculateur de gestion des stratégies d'avancement et de ralentissement du véhicule.

ECU moteur : calculateur de gestion du moteur.

ECU Intarder ZF ou ECU Telma : calculateur de gestion du ralentisseur sur transmission.

ECU EBS/ABS : Calculateur de gestion du freinage.

## 7-2) CODAGE DES INFORMATIONS

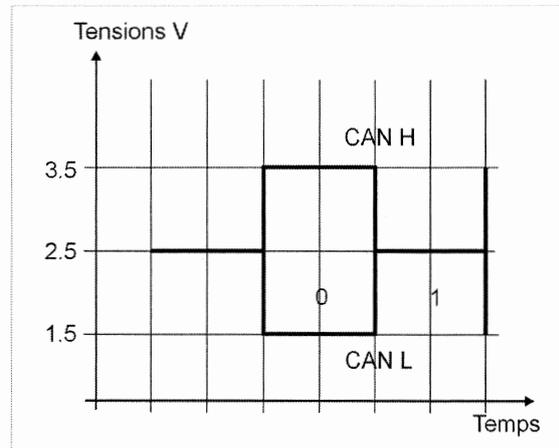
Le mode de transmission des messages est basé sur le codage des informations en binaire. L'ensemble des bits pour transmettre un message constitue la trame.

Chaque bit étant défini par un niveau de tension appliqué sur chaque fil :

Si  $U_{CAN\ H} - U_{CAN\ L} \geq 2V$  le bit transmis est à 0.  
 Si  $U_{CAN\ H} - U_{CAN\ L} = 0V$  le bit transmis est à 1.

Les bits sont émis (et reçus) les uns après les autres avec une vitesse qui définit le débit de transmission : nombre de bit transmis par seconde.

Après 5 bits consécutifs de même niveau, un bit de niveau inverse (sans signification) est ajouté afin de limiter les erreurs. Le calculateur qui reçoit l'information enlève ce bit (appelé bit de bourrage) pour retrouver la valeur de la donnée transmise.



En CAN, la trame est constituée de la manière suivante :

- Début de trame
- Champ d'identification ou d'arbitrage
- Champ de commande
- Champ de données
- Champ de vérification des données émises
- Champ d'acquiescement
- Fin de trame

Le schéma ci-dessous précise le nombre de bit (la longueur) de chaque champ

Champs	Bit de Start	Identificateur	Commande	Champ de données	Champ de contrôle	Acquiescement	Fin de trame	Séparateur de trame
Nombre de bits	1	12	6	0 à 64 (0 à 8 octets)	16	2	7	3

Le champ de données composé de 8 octets (au maximum), contient les données à transmettre (état d'un contact de porte, grandeurs physiques : température, pression, vitesse,...). Ce champ de données est organisé de la manière suivante :

Chaque donnée utilise de 1 bit à plusieurs octets en fonction de la grandeur physique à transmettre. Exemple :

- pour transmettre l'état d'un contact de porte, 1 bit suffit (porte fermée : bit à l'état 1, porte ouverte : bit à l'état 0),
- pour transmettre la température d'eau du moteur (de  $-40^{\circ}\text{C}$  à  $+120^{\circ}\text{C}$  avec une précision de  $1^{\circ}\text{C}$ ), il faut 1 octet.

Chaque donnée occupe une position précise dans le champ de données, Exemple :

- l'état de la porte avant droite occupe le 2<sup>ème</sup> bit du 1<sup>er</sup> octet,
- la température d'eau occupe les 8 bits du 3<sup>ème</sup> octet,
- la vitesse moteur occupe les 16 bits du 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> octet,
- les autres octets ne sont pas utilisés.
- Le bit de poids faible se trouve à droite du ou des octets utilisés pour transmettre la grandeur physique voulue.

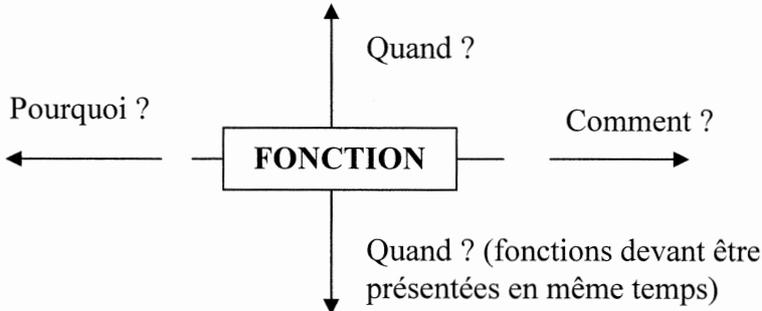
Pour chaque donnée, à la valeur décimale obtenue (par conversion de la valeur binaire transmise) il faut appliquer un facteur de conversion (appelé factor) et un décalage d'origine (appelé offset). Exemple :

- pour la température d'eau : factor  $1^{\circ}\text{C}$ , offset  $-40^{\circ}\text{C}$ . Si la valeur décimale obtenue par conversion binaire / décimale est de 122, alors la température d'eau est de :  $(122 \times 1) - 40 = 82^{\circ}\text{C}$ .

## 8) DOCUMENTS RESSOURCES

### 8-1) DIAGRAMME FAST

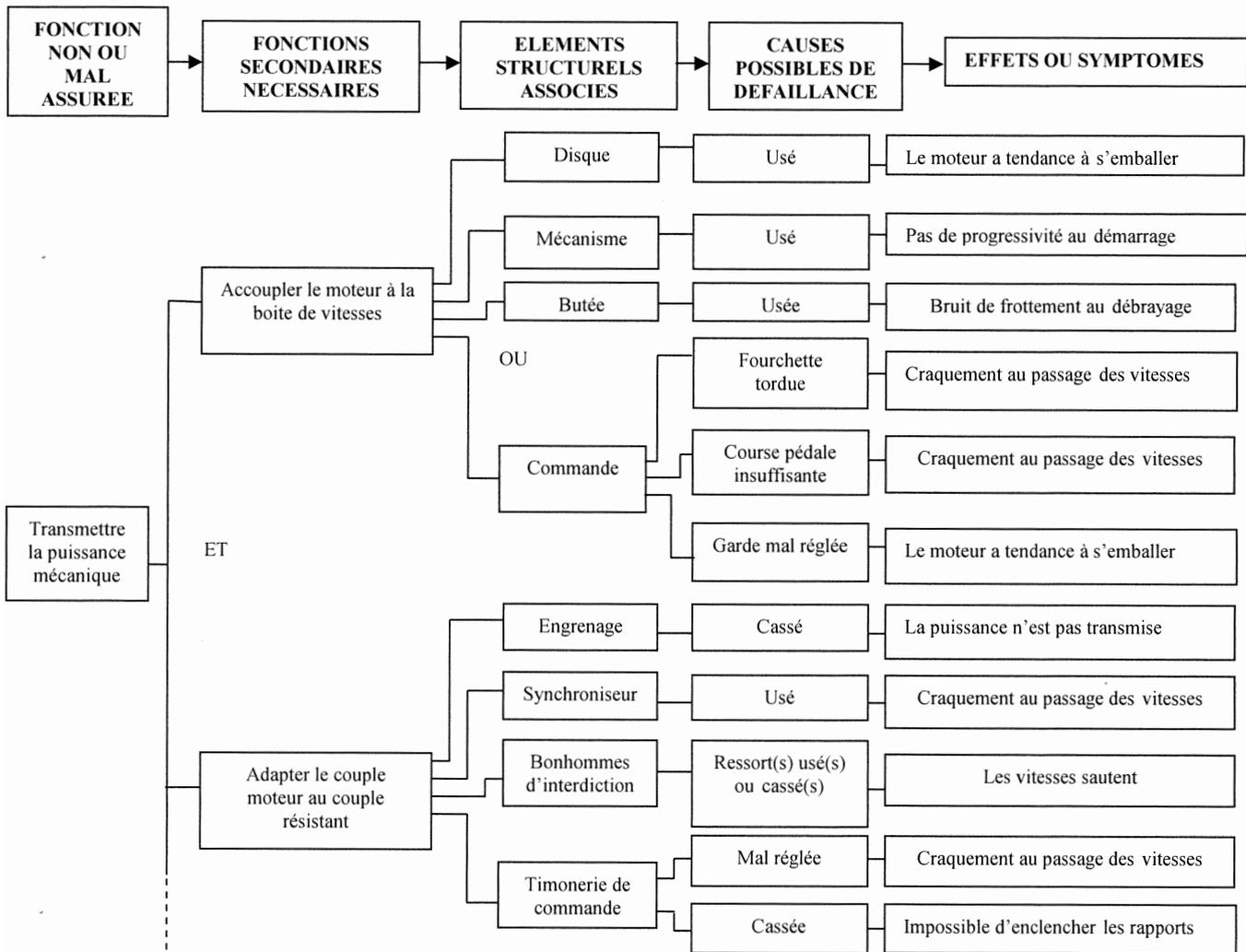
#### 8-1-1) Principe de lecture du diagramme (Function Analysis System Technic)



#### 8-1-2) Exemple

Le diagramme FAST comme outil d'analyse en maintenance

L'exemple suivant concerne la transmission de puissance du moteur aux roues d'une automobile, il est volontairement incomplet, il ne fait apparaître que les problèmes concernant l'embrayage et la boîte de vitesses à commande mécanique classique.



**CONCOURS EXTERNE DU CAPLP**

**GENIE MECANIQUE**

**MAINTENANCE DES VEHICULES**

**MACHINES AGRICOLES**

**ENGINS DE CHANTIER**

**SESSION 2006**

**ETUDE D'UN SYSTEME ET/OU**

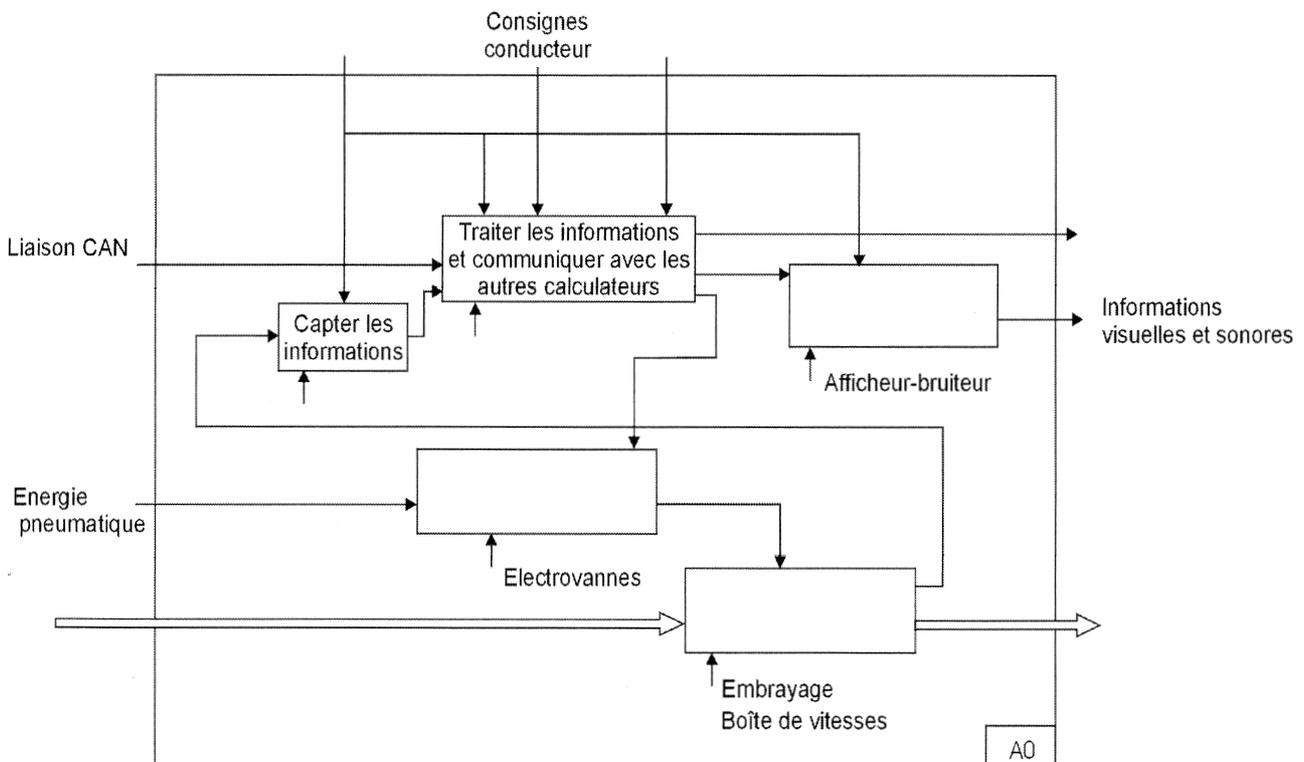
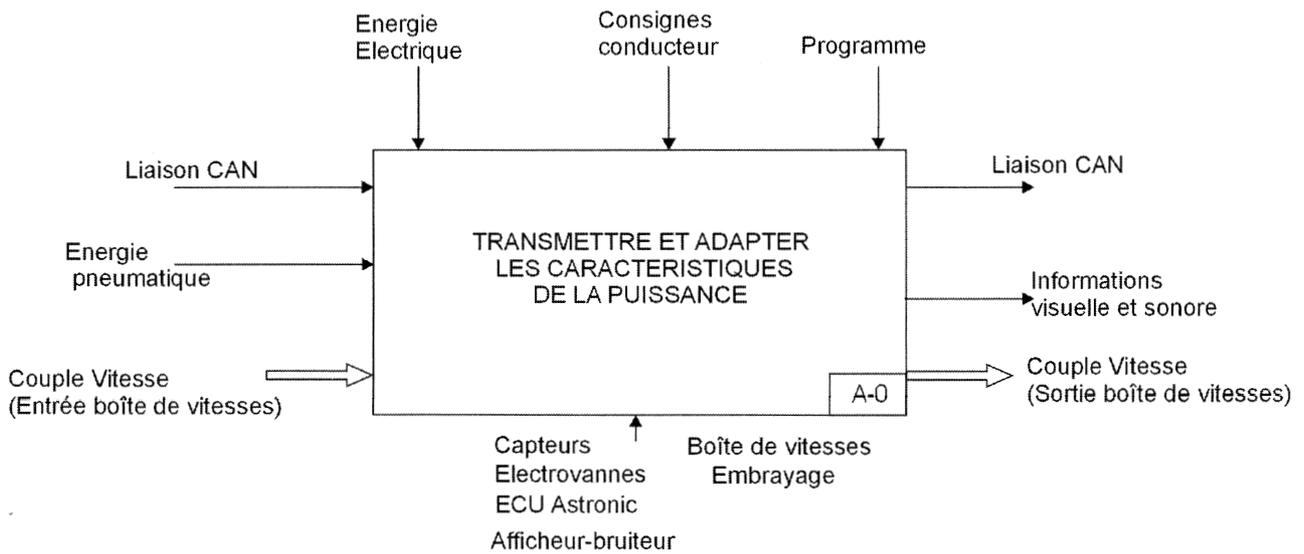
**D'UN PROCESSUS TECHNIQUE**

**DOSSIER DE TRAVAIL**

Ce dossier contient 16 pages (y compris celle-ci.)

# 1) ETUDE FONCTIONNELLE

A partir de l'actigramme de niveau A-0 et en vous limitant aux indications portées sur celui-ci, compléter l'actigramme de niveau A0 ci-dessous.



## **2) ETUDE DES PERFORMANCES DU VEHICULE**

**2-1) Calculer le diamètre théorique d'une roue.**

**2-2) Calculer la vitesse maxi théorique du véhicule sachant qu'une roue motrice sous charge a un rayon réel :  $R_{\text{roue}} = 468 \text{ mm}$ .**

**2-3) Calculer le couple maxi théoriquement disponible aux roues en marche avant.**

### 3) ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA BOITE DE VITESSES

#### 3-1) ETUDE DU MODULE DE COMMANDE

3-1-1) Compléter, en grisant les cases, le tableau ci-dessous donnant les positions des baladeurs K,L,M,N et O. (voir exemple 1<sup>ère</sup> petite vitesse)

Pour chaque baladeur on note : (voir vue en coupe dans le plan longitudinal de la boîte)

-x lorsqu'il est positionné à gauche

0 lorsqu'il est positionné au milieu

+x lorsqu'il est positionné à droite : cette possibilité est interdite par le calculateur pour le baladeur N

Baladeur	K		L			M			N		O	
	-x	+x	-x	0	+x	-x	0	+x	-x	0	-x	+x
1PV												
1GV												
2PV												
2GV												
3PV												
3GV												
4PV												
4GV												
5PV												
5GV												
6PV												
6GV												
7PV												
7GV												
8PV												
8GV												
ARPV												
ARGV												
Neutre												

La position neutre est définie par :

- relais avant en position PV
- relais arrière en position 1234MAR
- boîte principale au neutre (sélection et engagement en position milieu).

**3-1-2) Compléter, en grisant les cases, le tableau ci-dessous donnant les positions des tiges des vérins de commande V1, V2, V3 et V4. (voir ligne 1<sup>ère</sup> petite vitesse : 1PV déjà complétée)**

Pour la ligne « Electrovanne » préciser les noms des électrovannes alimentées (exemple : Y2).

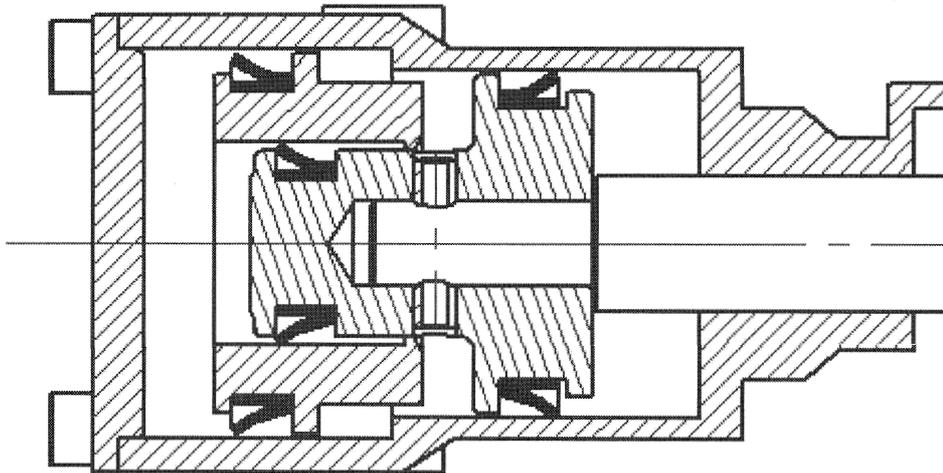
Vérin	V1		V2		V3			V4		
	rentrée	sortie	rentrée	sortie	rentrée	milieu	sortie	rentrée	milieu	sortie
Electrovannes										
1PV										
1GV										
2PV										
2GV										
3PV										
3GV										
4PV										
4GV										
5PV										
5GV										
6PV										
6GV										
7PV										
7GV										
8PV										
8GV										
ARPV										
ARGV										
Neutre										

Les vérins de commande utilisés sont tous des vérins à double effet et à simple tige avec :

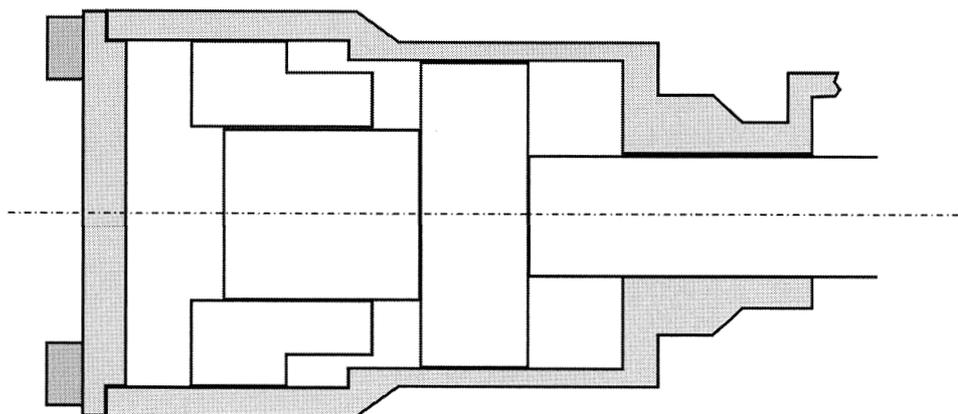
- V1 et V2 : vérins classiques à 2 positions stables (tige rentrée ou sortie).
- V3 et V4 : vérins à 3 positions stables (tige rentrée, en position milieu ou sortie).

**3-1-3) Compléter les figures (page suivante) en dessinant les pistons et les tiges du vérin V4 dans les 3 positions et colorier l'intérieur des chambres alimentées en air sous pression.**

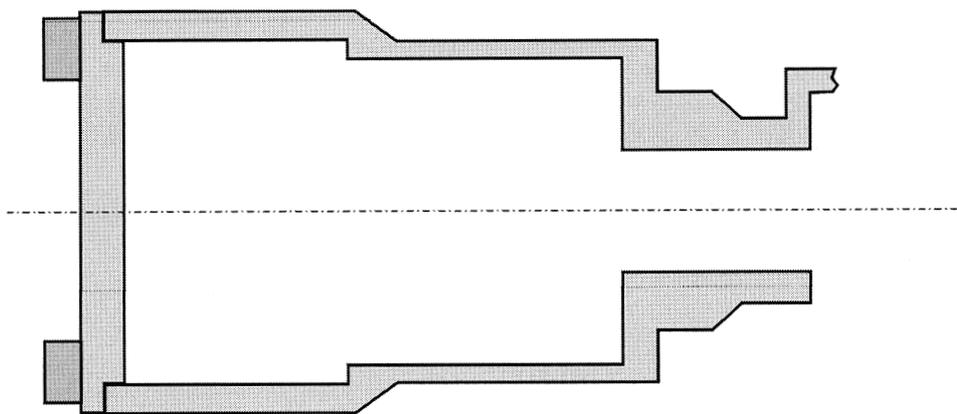
On donne le dessin suivant de la partie du vérin constitué des pistons et d'une partie de la tige :



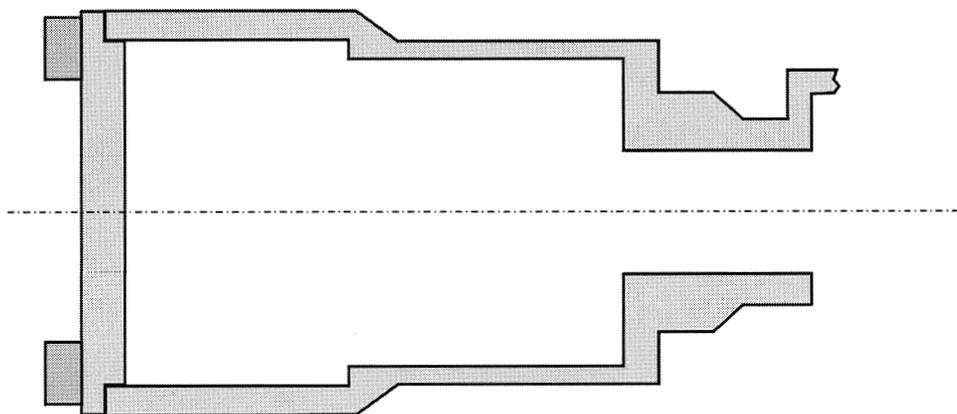
On utilisera la représentation simplifiée suivante donnant une position quelconque du vérin :



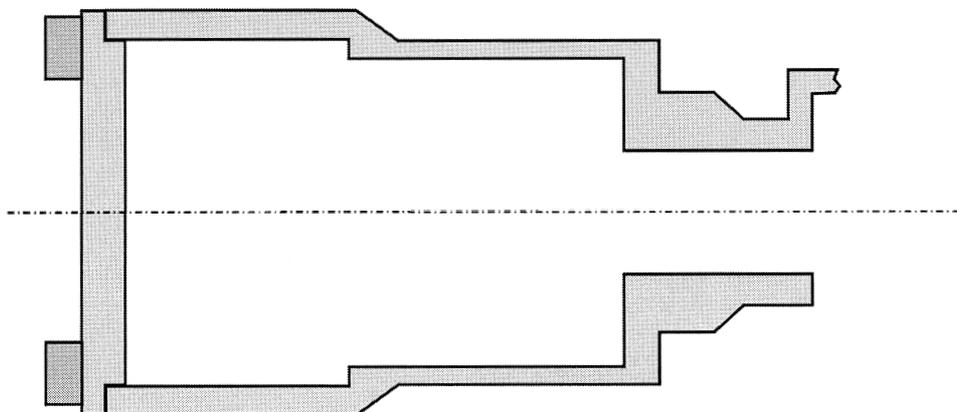
Tige rentrée :



Tige en position milieu :



Tige sortie :



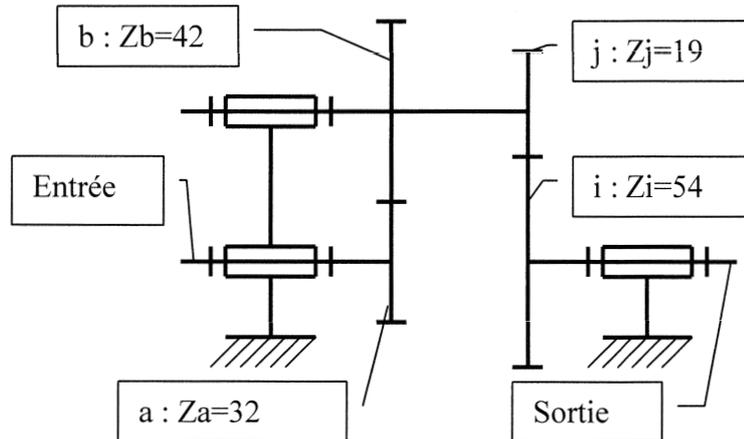
### 3-2) ETUDE CINEMATIQUE DE LA BOITE DE VITESSES

#### Etude du relais avant

3-2-1) Calculer le rapport  $5PV = \frac{\omega_{Sortie}}{\omega_{Entree}}$

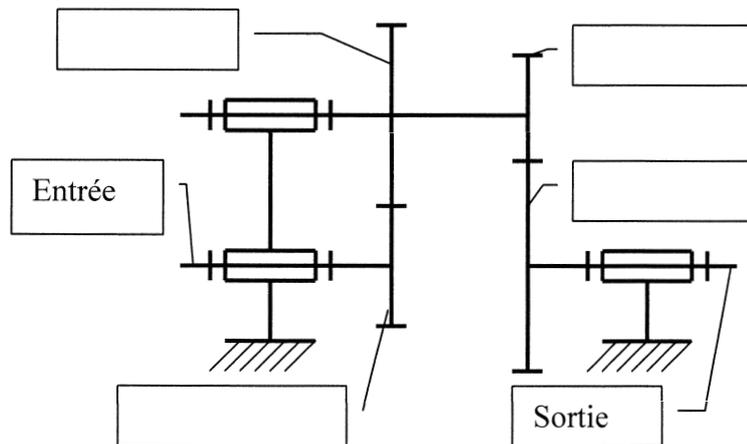
On donne ci-dessous le schéma cinématique minimal normalisé de la boite en 5<sup>ème</sup> PV :

Calcul :



3-2-2) Compléter le schéma ci-dessous pour la 5<sup>ème</sup> GV et calculer le rapport  $5GV = \frac{\omega_{Sortie}}{\omega_{Entree}}$

Calcul :



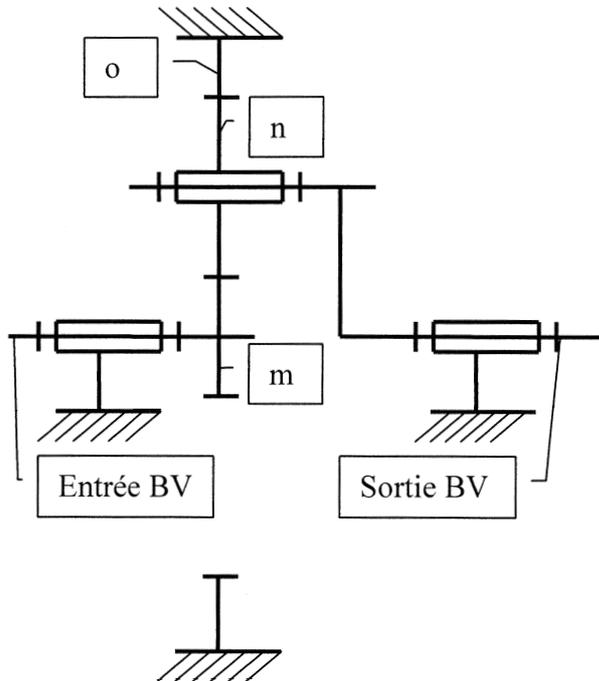
3-2-3) En déduire le « rapport » du relais avant  $\frac{5GV}{5PV} = \frac{GV}{PV}$

Ce rapport est constant pour toutes les vitesses (par exemple il est égal à  $\frac{1GV}{1PV} = \frac{2GV}{2PV} = \dots$ ).

## Etude du relais arrière

3-2-4) Calculer le rapport  $\frac{\omega_{Sortie}}{\omega_{Entrée}}$ ,

Le relais arrière pour les vitesses 1, 2, 3, 4 et marche arrière a la configuration du schéma ci-dessous.



Calcul :

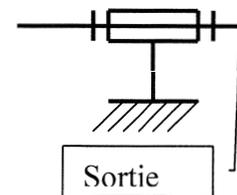
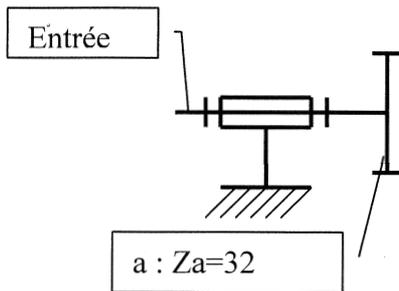
3-2-5) Quelle est la vitesse engagée dont le rapport a été calculé ci-dessus ?

3-2-6) Pour les vitesses 5, 6, 7 et 8 que pouvez-vous dire du rapport du relais arrière ?

3-2-7) Quelle est la vitesse engagée correspondante ?

Etude d'une vitesse particulière

3-2-8) Faire le schéma cinématique minimal normalisé en marche arrière petite vitesse et calculer son rapport ARPV.



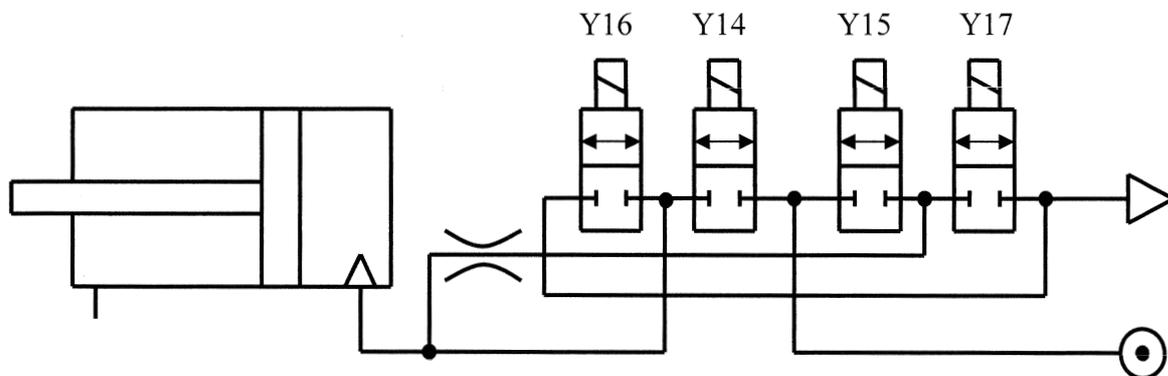
Synthèse

3-2-9) Compléter le tableau des rapports :

	1	2	3	4	5	6	7	8	AR
PV	1/17,03								
GV								1	

### 3-3) ETUDE DU MODULE D'EMBAYAGE

Le schéma pneumatique ci-dessous représente le module d'embrayage. Il permet le débrayage (en faisant sortir la tige du vérin) ou l'embrayage de manière lente ou rapide.



3-3-1) Compléter la nomenclature ci-dessous :

Electrovanne d'embrayage rapide	
Electrovanne d'embrayage lent	
Electrovanne de débrayage rapide	
Electrovanne de débrayage lent	

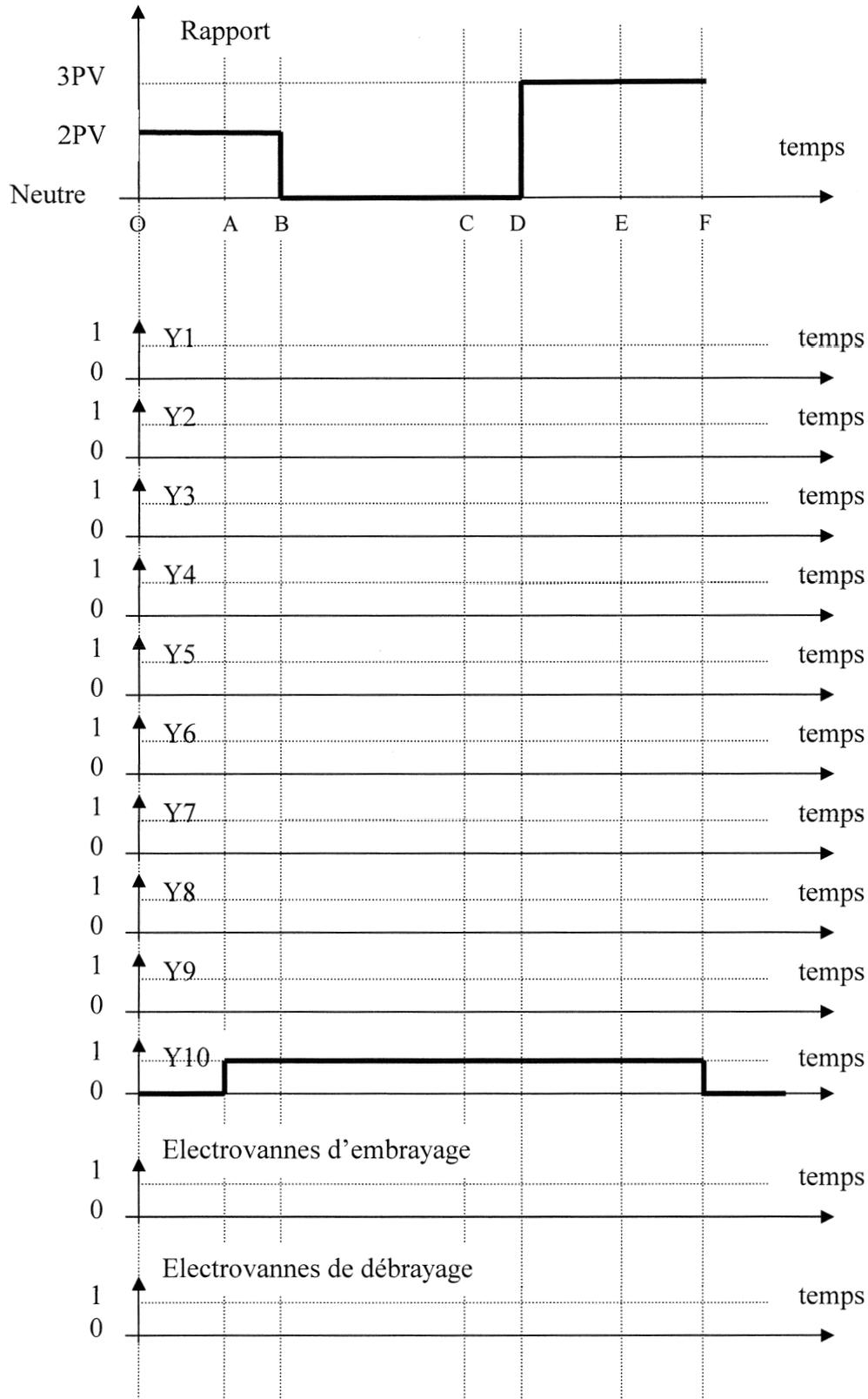
3-3-2) Surligner en couleur sur le schéma ci-dessus le cheminement de l'air lors d'un débrayage lent.

NB : pour la suite, il n'y aura pas de différence entre lent et rapide, embrayage ou débrayage seront associés à des électrovannes d'embrayage ou de débrayage.

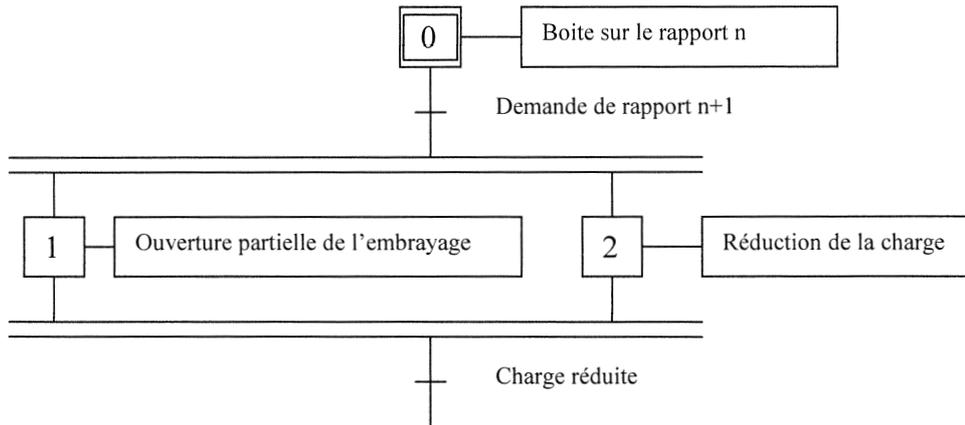
### 3-4) ETUDE DU FONCTIONNEMENT

3-4-1) Compléter le chronogramme de changement de rapport de 2PV en 3PV correspondant à l'état des électrovannes ci-dessous.

Respecter la convention : 0 électrovanne au repos, 1 électrovanne alimentée.



**3-4-2) Compléter le GRAFCET de montée d'un rapport.**



#### 4) ETUDE DU RESEAU MULTIPLEXE

Les documents constructeurs font état, entre autres, d'un message issu du calculateur ASTRONIC à destination de l'afficheur du tableau de bord (Afficheur 2000) . Il contient :

- la vitesse véhicule sur le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> octet (2 octets entiers utilisés), avec factor : 1/256 km/h, offset : 0 km/h
- les octets de 3 à 8 ne sont pas utilisés.

Le véhicule roule en ligne droite, les relevés du champ de données du message fournissent les valeurs binaires suivantes (après annulation du bit de bourrage) :

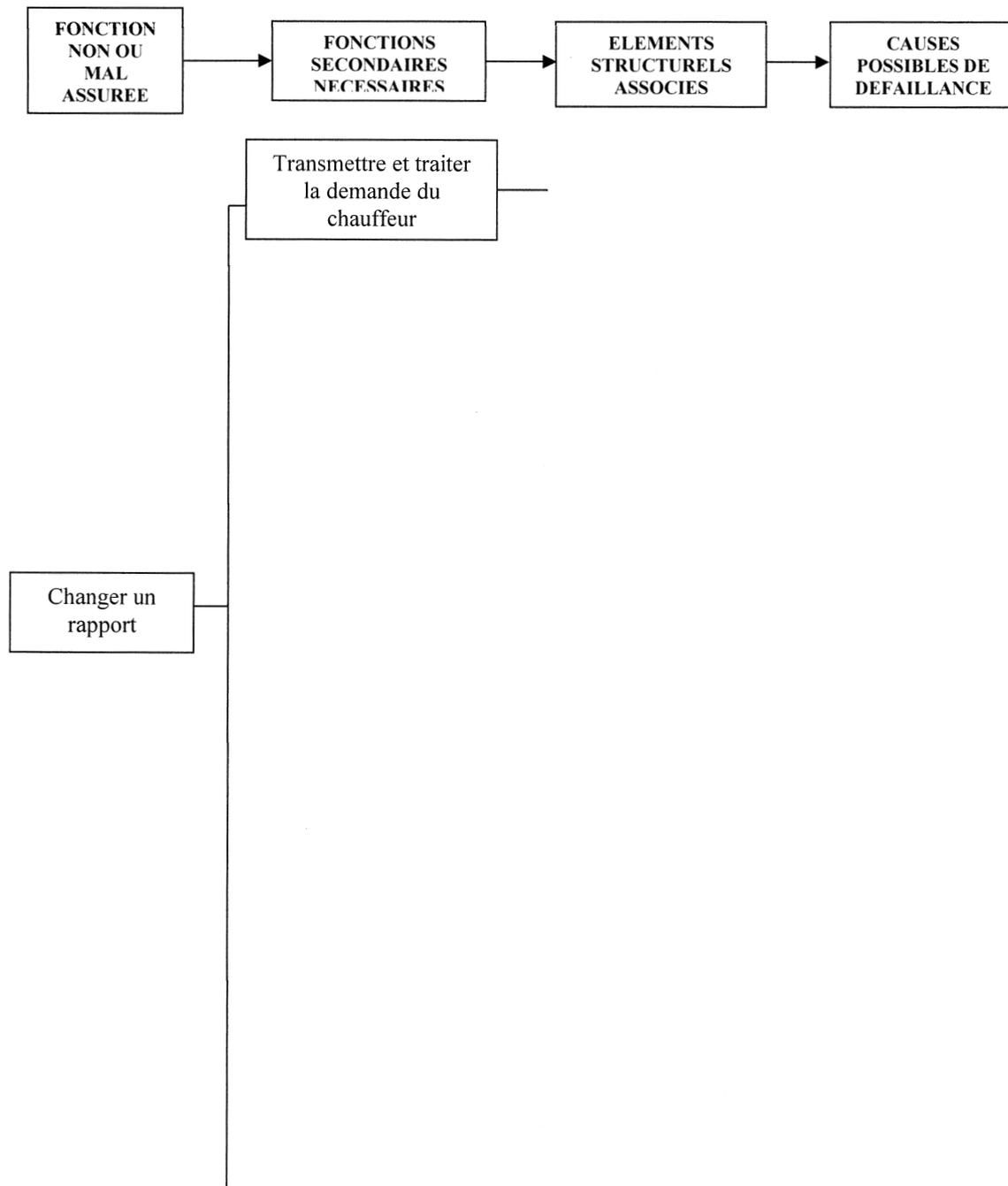
Octet n°8	Octet n°7	Octet n°6	Octet n°5	Octet n°4	Octet n°3	Octet n°2	Octet n°1
11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	11111111	01010010	00000000

**Calculer la vitesse véhicule en km/h**

## 5) DIAGNOSTIC

### 5-1) Réaliser le diagramme FAST

A partir de l'exemple proposé dans le dossier technique, réaliser ci-dessous le diagramme FAST permettant de mettre en évidence les causes qui ne permettent pas d'assurer correctement la fonction : **CHANGER UN RAPPORT**.



**5-2) Déterminer les éléments pouvant être mis en cause pour le dysfonctionnement suivant :**  
Le véhicule est stationné dans l'atelier, seuls les rapports de 1<sup>ère</sup>, 3<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> petite ou grande peuvent être engagés. Justifiez votre réponse.

**5-3) Lors contrôle du système ASTRONIC sur un véhicule stationné à l'atelier, quelles sont les précautions minimales indispensables afin d'assurer la sécurité.**