

## **MAQUETTE PEDAGOGIQUE : LA BOÎTE DE VITESSES ROBOTISEE**

<b>1. LA BOITE DE VITESSES « SENSODRIVE »</b> .....	<b>4</b>
1.1. FONCTION GLOBALE.....	5
1.1.1. Niveau A-0 .....	5
1.1.2. Niveau A0.....	6
1.2. COMPOSANTS SPECIFIQUES.....	7
1.2.1. Le sélecteur de rapport.....	8
1.2.2. Le sélecteur de programme.....	8
1.2.3. Commande de vitesses au volant de direction.....	9
1.2.4. Le combiné et son afficheur.....	10
1.3. FONCTIONNEMENT .....	11
1.3.1. Déverrouillage des ouvrants, ouverture de la porte conducteur.....	11
1.3.2. Initialisation des actionneurs.....	11
1.3.3. Sécurité au démarrage .....	11
1.3.4. Fonctionnement en mode automatique .....	12
1.3.5. Fonctionnement en mode impulsif.....	12
1.3.6. Fonctionnement en mode « neige » .....	12
1.3.7. Fonctions de protection de l'embrayage.....	13
1.3.8. Affichage de défauts.....	13
1.4. LOIS DE PASSAGE DES VITESSES.....	14
1.4.1. Les lois auto adaptatives (lois de référence).....	14
1.4.2. Les lois spécifiques.....	16
1.5. DEROULEMENT D'UN CHANGEMENT DE RAPPORT.....	16
<b>2. COMPOSANTS MECANQUES</b> .....	<b>18</b>
2.1. DESCRIPTION .....	18
2.2. ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE (1665).....	18
2.2.1. Fonctionnement .....	19
2.2.2. Rattrapage d'usure de l'embrayage (C).....	20
2.2.3. Particularités de la commande du moteur électrique .....	21
2.3. ACTIONNEUR DE BOÎTE DE VITESSES (1663, 1664).....	21
2.3.1. Fonctionnement .....	22
2.3.2. Position du levier de passage des vitesses par rapport engagé .....	24
<b>3. COMPOSANTS ELECTRIQUES</b> .....	<b>25</b>
3.1. SCHEMA SYNOPTIQUE .....	25
3.2. SCHEMA ELECTRIQUE .....	28
3.3. CALCULATEUR DE BOITE DE VITESSES.....	29
3.3.1. Caractéristiques et affectations des connecteurs.....	29
3.4. LES ELEMENTS LIES AU CALCULATEUR .....	32
3.4.1. La batterie (BB00).....	32
3.4.2. Le relais d'interdiction démarreur (1005).....	32
3.4.3. Le capteur de vitesse d'entrée de BVR .....	33
3.4.4. Le sélecteur de rapport.....	33
3.4.5. Commandes de vitesses au volant.....	35
3.4.6. Sélecteur de programme .....	36
3.4.7. Information porte conducteur ouverte.....	36
3.4.8. Contacteur de stop.....	36

<b>4. UTILISATION DE LA MAQUETTE MT-BVR .....</b>	<b>37</b>
4.1. NOTICE D'INSTRUCTION .....	37
4.2. DESCRIPTIF DE LA MAQUETTE.....	38
4.2.1. Alimentation de la maquette, vue interne .....	39
4.2.2. Procédure de mise en route et d'arrêt de la MT-BVR .....	40
4.2.3. Composants, commandes, mesures et pannes .....	41
<b>5. DIAGNOSTIC ET INTERVENTION SUR BVR.....</b>	<b>44</b>
5.1. INTERVENTIONS DIVERSES.....	44
5.1.1. Description .....	44
5.1.2. Dépose, repose de pièces .....	44
5.1.3. Description des apprentissages de l'actionneur d'embrayage .....	45
5.1.4. Description de l'apprentissage de l'actionneur de boîte de vitesses.....	46
5.1.5. Démontage de l'actionneur de boîte de vitesses.....	47
5.1.6. Echange d'un calculateur BVR.....	47
<b>6. TRAVAUX PRATIQUES SUR LA MAQUETTE MT-BVR .....</b>	<b>48</b>
6.1. COMPREHENSION DU SYSTEME .....	49
6.2. IDENTIFICATION DES ELEMENTS .....	50
6.3. LE SELECTEUR DE RAPPORT .....	52
6.4. COMMANDES DE VITESSES SOUS VOLANT .....	53
6.5. SELECTEUR DE PROGRAMME.....	54
6.6. COMBINE ET AFFICHEUR .....	55
6.7. RELAIS INTERDICTION DEMARRAGE.....	55
6.8. CAPTEUR DE VITESSE ENTREE BVR .....	56
6.9. CONTACTEUR DE STOP .....	56
6.10. ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE .....	57
6.11. L'ACTIONNEUR DE BOITE DE VITESSES .....	61
6.12. IDENTIFICATION DES RESEAUX MULTIPLEXES .....	65
6.13. VITESSES DES ARBRES ET RAPPORTS DE BOITE.....	66
6.13.1. Calcul du premier rapport .....	67
6.13.2. Calcul du deuxième rapport.....	67
6.13.3. Calcul du troisième rapport.....	68
6.13.4. Calcul du quatrième rapport .....	68
6.13.5. Calcul du cinquième rapport.....	68
6.13.6. Calcul du rapport de marche arrière.....	69
6.13.7. Calcul du rapport de pont .....	69
6.13.8. Conclusion .....	69
6.13.9. Application .....	70

## 1. LA BOITE DE VITESSES « SENSODRIVE »

La boîte de vitesses manuelle robotisée (*Sensodrive*) permet de combiner les avantages d'une boîte manuelle classique, et ceux d'une boîte automatique. Deux programmes de fonctionnement sont disponibles pour le conducteur.

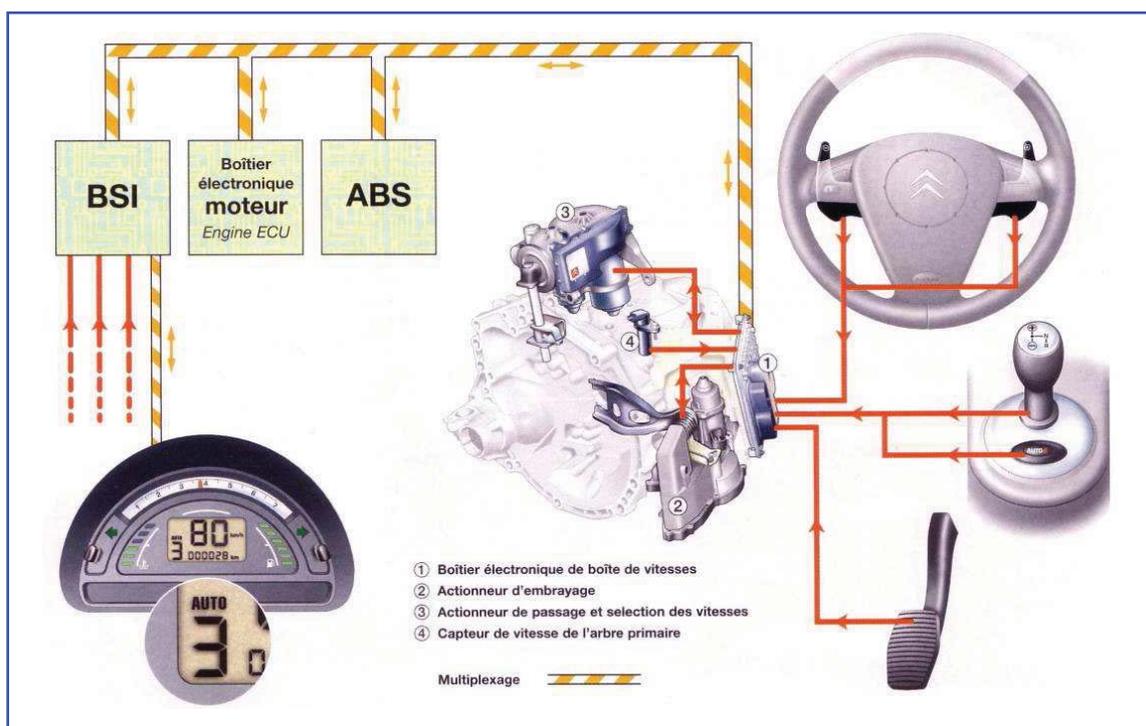
- Un programme « automatique » permet une auto-adaptativité de la transmission, le tout géré par diverses lois de passage en fonction des exigences de conduite.
- Un programme « impulsional » autorise une totale liberté de conduite du véhicule comme une boîte mécanique classique, mais sans avoir à actionner l'embrayage.

La boîte de vitesses manuelle robotisée utilise un calculateur spécifique et deux actionneurs électriques (sélection et passage des vitesses, commande de l'embrayage) pour commander mécaniquement la boîte de vitesses.

Elle dispose d'un ensemble automatisé qui permet, grâce à une gestion électronique, de baisser la consommation de carburant par rapport à une boîte de vitesse mécanique classique et d'augmenter l'agrément de conduite. Le surcoût que représente ce système est inférieur au surcoût d'une boîte de vitesse automatique.

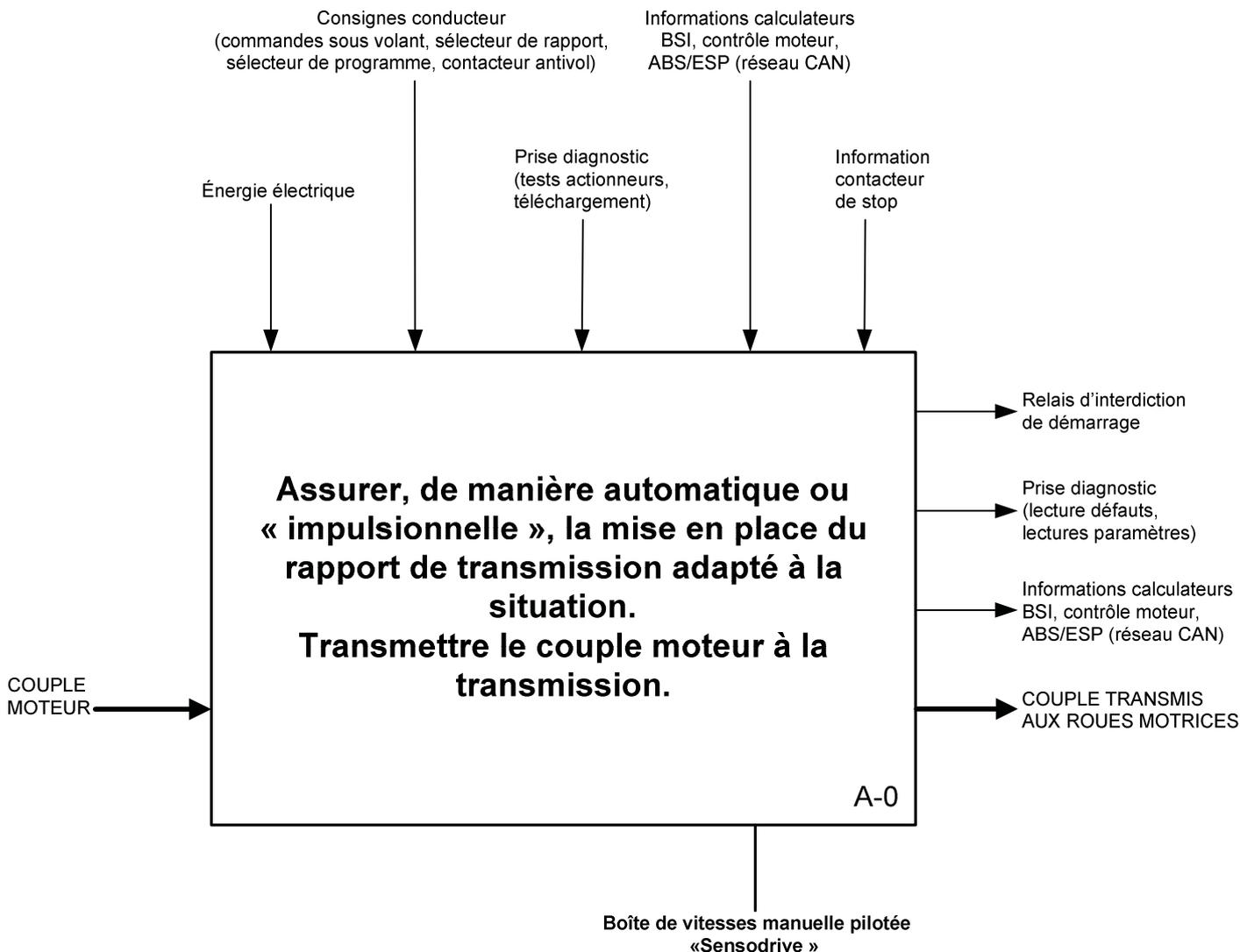
La boîte de vitesses robotisée (ou pilotée) se présente comme une évolution de la boîte mécanique classique et permet de supprimer des éléments tels que la pédale d'embrayage, le sélecteur de rapport à commande mécanique (pas de câble, pas de tringlerie). Le véhicule change ainsi de rapports de transmission sans effort du conducteur.

Lorsque le conducteur veut changer un rapport, il n'est pas nécessaire de lâcher la pédale d'accélérateur. Le régime moteur est piloté par le calculateur moteur sur ordre du calculateur de boîte de vitesses.



## 1.1. FONCTION GLOBALE

### 1.1.1. Niveau A-0

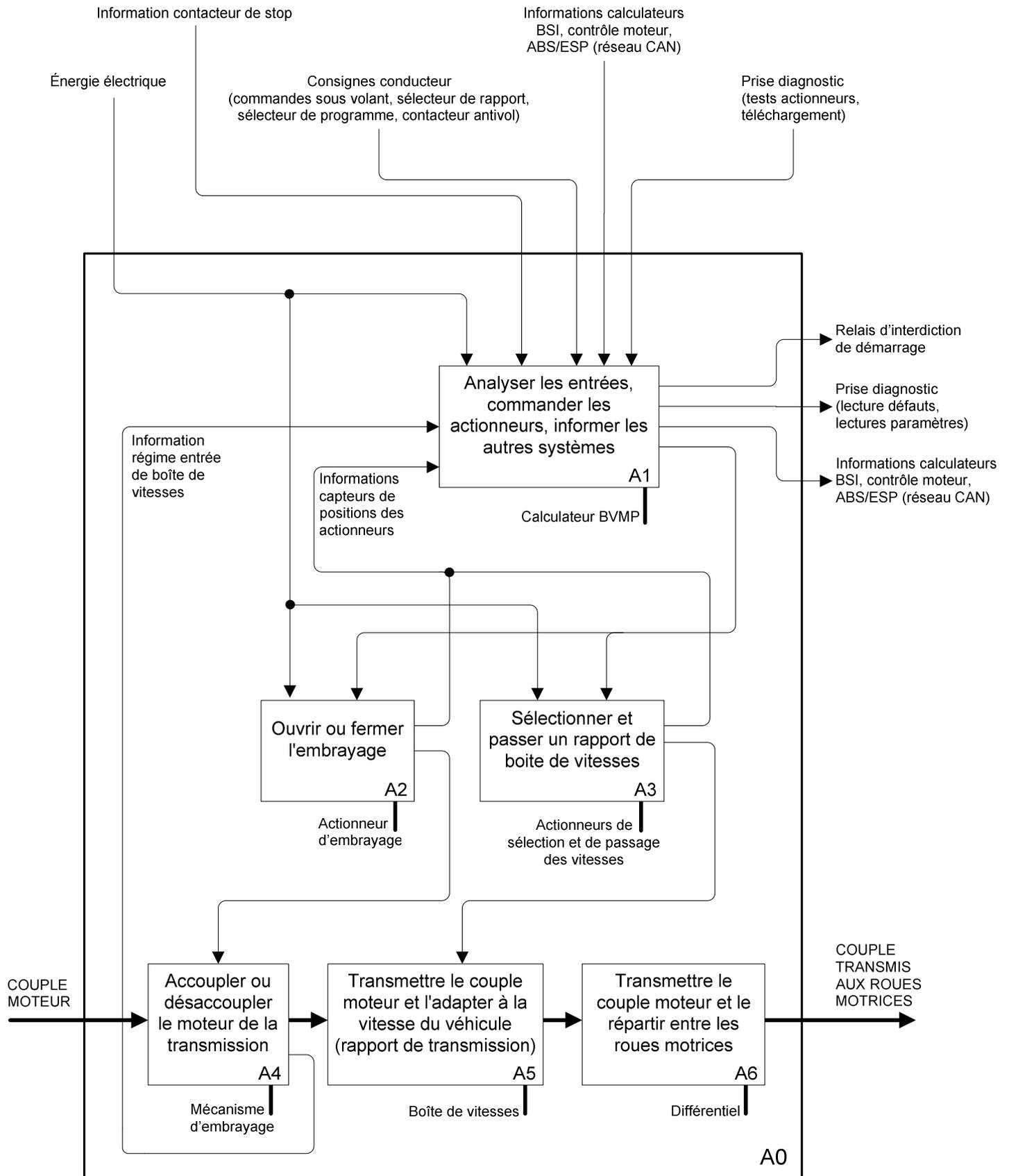


La fonction globale du système « SENSODRIVE » est très proche des boîtes automatiques à trains épicycloïdaux et convertisseur de couple. Mais la réalisation technique est radicalement différente. En effet le cœur du système reste une boîte de vitesses mécanique classique couplée à un embrayage traditionnel.

Avantages de la boîte de vitesses mécanique sur la boîte automatique :

- Rendement supérieur.
- Coût de production inférieur.
- Boîte de vitesses sans entretien, lubrifiée à vie.

**1.1.2. Niveau A0**

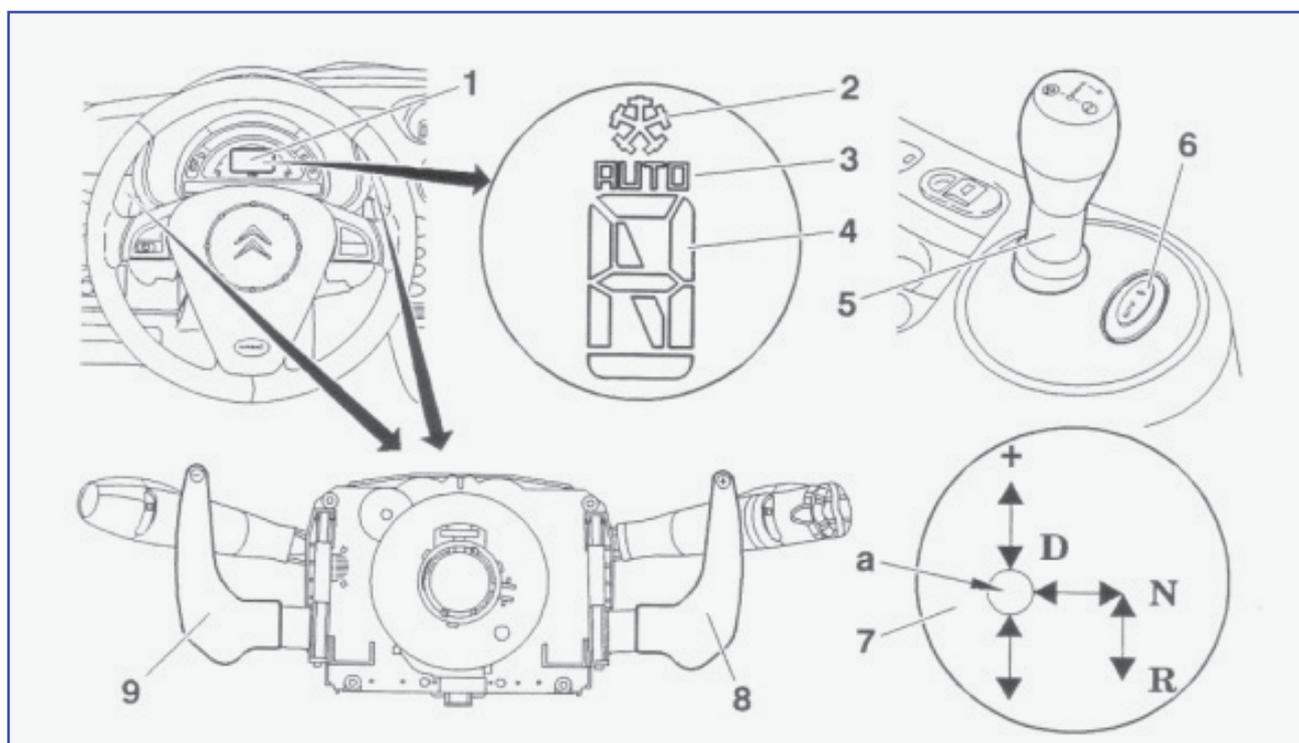


## 1.2. COMPOSANTS SPECIFIQUES

La boîte de vitesses SENSODRIVE se distingue de la boîte de vitesses manuelle classique par :

- L'absence de commande mécanique de l'embrayage : **Pas de pédale ni de câble.**
- L'absence de commande mécanique de passage de vitesses : **Pas de tringlerie.**
- L'obligation d'appuyer sur la pédale de frein pour obtenir le démarrage.

La BVR intègre des éléments spécifiques représentés sur la figure suivante :



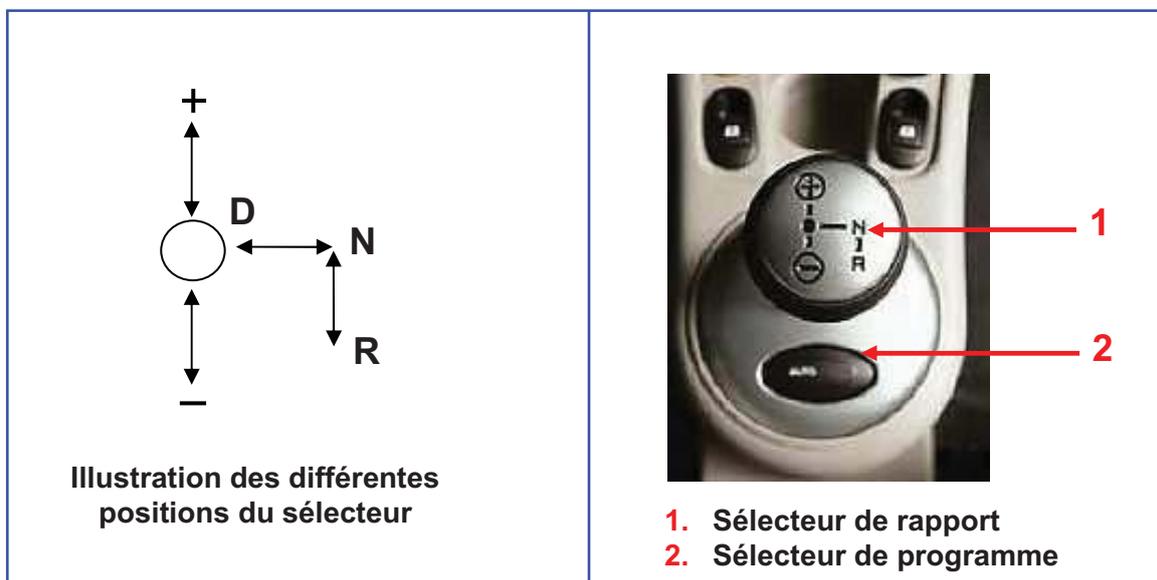
1. Afficheur au combiné
2. Voyant neige
3. Voyant auto
4. Afficheur alphanumérique
5. Sélecteur de rapport
6. Sélecteur de programme
7. Grille de sélection de vitesses
8. Commande de vitesses au volant de direction droite (+)
9. Commande de vitesses au volant de direction gauche (-)

### 1.2.1. Le sélecteur de rapport

Le levier de commande permet au conducteur d'indiquer sa volonté de changement de rapport. Le conducteur peut monter ou descendre les rapports par impulsions. Il peut également placer la transmission en position neutre (N) et engager la marche arrière (R).

Caractéristiques :

- Le sélecteur de rapport est à commande électrique, à faible course.
- La position centrale du sélecteur de rapport est la seule position stable.
- La position (+) permet d'engager un rapport supérieur.
- La position (-) permet de rétrograder.
- La position (N) correspond à la position neutre (point mort).
- La position (R) permet d'engager la marche arrière.



### 1.2.2. Le sélecteur de programme

Ce contact impulsif stable appelé « push » permet d'activer ou de désactiver le mode automatique. Il est rétro éclairé et affiche « AUTO » sur le combiné de bord lorsque le mode automatique est sélectionné.

On peut basculer indifféremment d'un programme à l'autre par simple appui sur le « push ». Une action sur les palettes ou le levier (+ ou -) impose un passage en mode impulsif sur le rapport courant (1, 2, 3, 4 ou 5).

Le mode actif à la mise du contact est toujours le mode automatique.

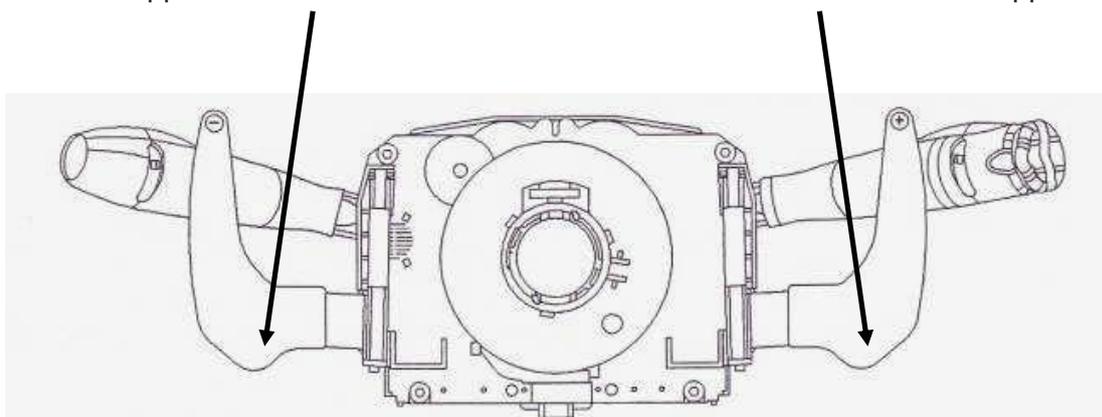
### 1.2.3. Commande de vitesses au volant de direction

Ces commandes sont situées sous le volant. Elles permettent le passage des vitesses en gardant les mains sur le volant : sécurité accrue lors d'une situation d'urgence ou d'une conduite sportive.



**Commande de vitesses -**  
Demande du rapport inférieur

**Commande de vitesses +**  
Demande du rapport supérieur

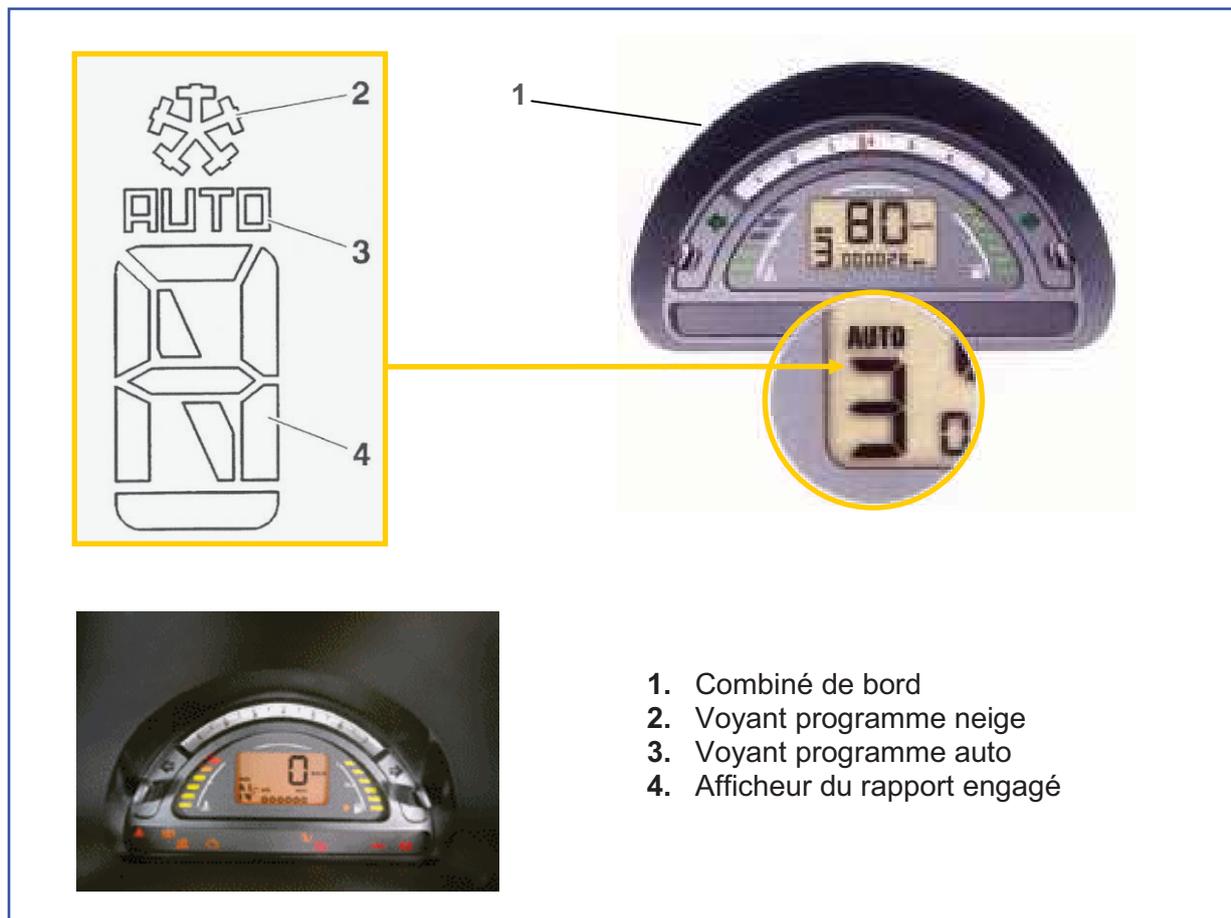


Caractéristiques des commandes de vitesses au volant :

- Le changement de rapport est réalisé en tirant la commande
- La commande au volant de direction gauche (-) permet de rétrograder
- La commande au volant de direction droite (+) permet d'engager un rapport supérieur
- Les commandes de vitesses au volant de direction sont intégrées au module de commutation sous volant COM2000 (la liaison avec le calculateur BVMP est filaire)
- Les commandes de vitesses au volant de direction ne permettent pas d'engager la position neutre (N) et la marche arrière (R)

### 1.2.4. Le combiné et son afficheur

L'affichage au tableau de bord comprend une matrice de caractères alphanumériques et des logos types :



La position du levier de vitesses ne permettant pas comme une boîte de vitesses mécanique classique de connaître le rapport engagé, l'afficheur est indispensable et reste actif tant que la BVR permet de changer de rapport.

L'afficheur indique :

- Le programme actif :

AUTO pour «mode automatique », rien pour «mode impulsif » et le voyant  pour «mode neige »

- Le rapport engagé : 1, 2, 3, 4, 5, N ou R

Il entre en fonctionnement dès l'ouverture d'une porte et reste actif à la mise en veille du Boîtier de Servitude Intelligent (il est possible d'engager ou désengager un rapport sans avoir le contact).

## 1.3. FONCTIONNEMENT

### 1.3.1. Déverrouillage des ouvrants, ouverture de la porte conducteur

L'ouverture de la porte conducteur ou la décondamnation des ouvrants provoque une initialisation rapide des actionneurs de boîte de vitesses (actionneur d'embrayage, actionneurs de passage et de sélection). S'il n'y a pas de rapport engagé (position N) l'embrayage est ouvert (position débrayée). Suite à l'ouverture de la porte conducteur, l'afficheur au combiné s'active et indique le rapport engagé et le programme actif. Les rapports 1, 2, N, et R peuvent être engagés lorsque le combiné est actif.

A la mise du contact la boîte de vitesses se place systématiquement en programme « automatique ».

### 1.3.2. Initialisation des actionneurs

Le calculateur de la boîte de vitesses doit effectuer une initialisation des actionneurs (actionneur d'embrayage, actionneur de boîte de vitesse) dans les cas suivants :

- Débranchement de la batterie avant l'extinction du combiné.
- Débranchement de la batterie avant la mise en sommeil du calculateur de boîte de vitesses (4 minutes après l'extinction du combiné).
- Echec d'apprentissage ou apprentissage non mémorisé dans le calculateur de boîte de vitesses.

Contact mis, à l'appui sur la pédale de frein (conditions nécessaires au démarrage du moteur thermique) le calculateur de boîte de vitesses effectue une initialisation de la fourchette d'embrayage (mouvements de la fourchette) et une initialisation de la position de la commande des vitesses.

**Attention** : Le démarrage du moteur thermique est interdit pendant les opérations d'initialisation de la position des actionneurs.

Le temps d'attente nécessaire à l'initialisation de la position des actionneurs peut varier de 10 secondes à 1 minute.

### 1.3.3. Sécurité au démarrage

Le démarrage du moteur thermique est autorisé en appuyant sur la pédale de frein. Cette action assure la présence d'un conducteur avant d'autoriser l'entraînement du véhicule par le moteur et évite le démarrage brutal du véhicule à l'engagement d'une vitesse.

Le démarrage du moteur thermique avec un rapport engagé (1, 2, et R) est autorisé en appuyant sur la pédale de frein. Cet appui provoque le débrayage. Le relâchement de la pédale de frein et l'appui de la pédale d'accélérateur provoque le déplacement du véhicule

Le démarrage du moteur thermique dans la position « N » (point mort) nécessite également l'appui sur la pédale de frein.

### 1.3.4. Fonctionnement en mode automatique

Les changements de rapport de la 1<sup>ère</sup> à la 5<sup>ème</sup> vitesse s'effectuent automatiquement (sans action du conducteur). Le comportement de la boîte de vitesses est lié au style de conduite du conducteur du plus calme au plus sportif. En cas d'enfoncement total de la pédale d'accélérateur, le calculateur passe directement au point « KD » (Kick down).

La fonction Kick down retarde le changement de rapport montant ou effectue un rétrogradage si les conditions le permettent.

***Une commande incompatible avec le régime moteur ou la vitesse véhicule est ignorée.***

Le conducteur peut passer à tout moment sur le programme impulsif par un simple appui sur le bouton du sélecteur de programme ou par une action sur le levier de vitesse ou sur les commandes sous volant.

### 1.3.5. Fonctionnement en mode impulsif

Le conducteur provoque le changement de rapport à l'aide du sélecteur (levier) ou des commandes sous volant (palettes).

Pour l'engagement du premier rapport, le régime doit être proche du régime de ralenti. L'engagement de la marche arrière n'est possible qu'en appuyant sur la pédale de frein, véhicule à l'arrêt. Les commandes sous volant ne permettent pas d'engager la position neutre « N » et marche arrière « R », l'utilisation du levier est alors indispensable.

Le conducteur peut provoquer un double changement de rapport en effectuant deux demandes consécutives sur les commandes (+) ou (-). Entre deux commandes (+) ou (-), le sélecteur de rapport ou les commandes sous volant doivent impérativement passer par la position centrale ou être relâchés.

Le conducteur peut choisir le programme automatique à tout moment, même véhicule roulant.

***Une demande du conducteur, incompatible avec le régime moteur ou la vitesse véhicule en cours, est ignorée.***

### 1.3.6. Fonctionnement en mode « neige »

Le programme neige est sélectionné automatiquement par détection du patinage des roues (info calculateur ABS/ESP).

Lorsqu'un patinage des roues est détecté, le calculateur de boîte de vitesses impose un démarrage en 2<sup>ème</sup> vitesse et interdit le passage de la 1<sup>ère</sup> vitesse. Les changements de rapports sont moins fréquents que pour les autres modes, ce qui permet un fonctionnement « plus doux » (pas de brusque variation de couple au niveau des roues).

***Le programme neige est désélectionné dès la fin du patinage des roues.***

### 1.3.7. Fonctions de protection de l'embrayage

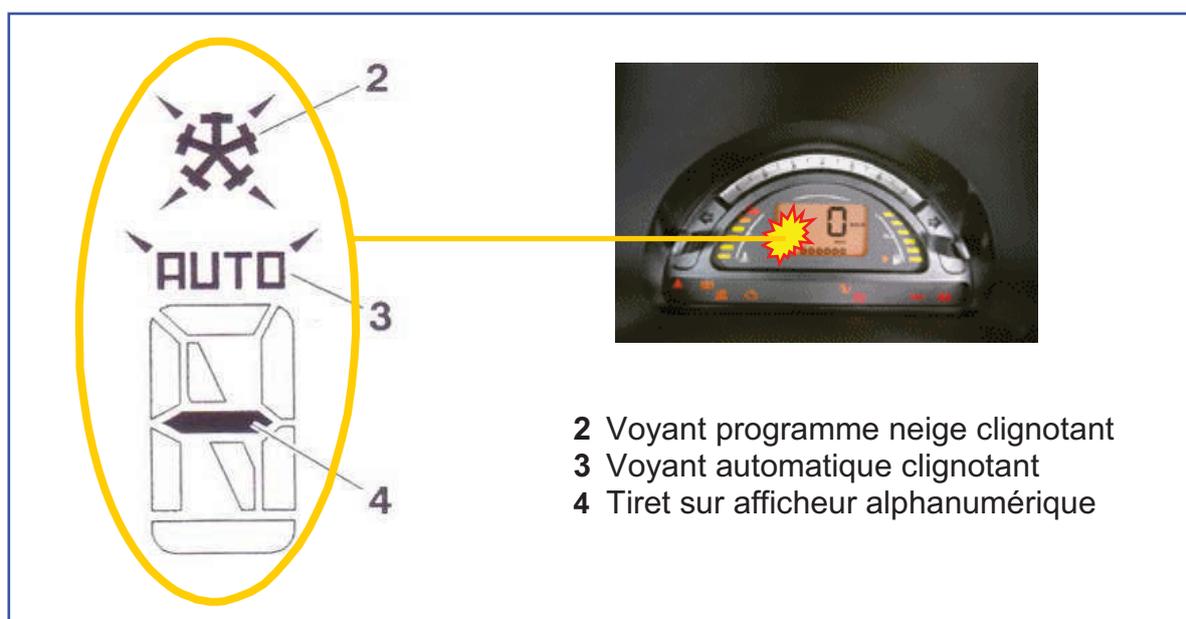
Le calculateur de boîte de vitesses estime en permanence la température de la friction de l'embrayage.

Véhicule en pente, rapport engagé, le conducteur peut maintenir le véhicule en appuyant sur la pédale d'accélérateur. L'embrayage s'échauffe progressivement.

Lorsque l'embrayage est trop chaud, le calculateur de boîte de vitesses provoque une série de débrayages et embrayages, afin de faire osciller le véhicule jusqu'au calage du moteur et ainsi prévenir le conducteur.

### 1.3.8. Affichage de défauts

Le clignotement simultané des voyants « auto » et « neige » signale une anomalie de fonctionnement. En complément l'afficheur alphanumérique affiche un tiret.



## 1.4. LOIS DE PASSAGE DES VITESSES

Dans chaque mode (automatique, impulsional, neige et dégradé), la décision de changement de rapport est prise par le calculateur à partir d'un jeu de courbes appelé « loi de passage ».

Chaque loi de passage comprend les seuils de changement de rapport (montée et rétrogradage de rapports), et les points « Kick down ».

Le point de fonctionnement de la boîte de vitesses est défini par la position du papillon, la vitesse et la charge du véhicule.

Le calculateur utilise 9 lois de passage :

- 6 lois auto adaptatives (lois de référence),
- 1 loi spécifique au programme neige,
- 1 loi de réchauffement (démarrage à froid)
- 1 loi spécifique aux modes dégradés

### 1.4.1. Les lois auto adaptatives (lois de référence)

Le calculateur adapte le changement de rapport en fonction du style de conduite, du profil de la route (adhérence du revêtement et dénivelés de la route) et de l'état du moteur (charge, régime moteur et température).

Il existe 6 lois auto adaptatives dites lois de référence qui sont les suivantes :

#### Les lois conducteur :

- **L1** - Loi économique (le gain de consommation est privilégié),
- **L2** - Loi médium (comportement un peu plus sportif que la loi économique),
- **L3** - Loi sport (conduite sportive),

#### Les lois charge du véhicule :

- **L4** - Loi freinage 1 (loi adaptée aux faibles charges véhicule et faibles pentes),
- **L5** - Loi freinage 2 (loi adaptée aux fortes charges véhicule et fortes pentes),
- **L6** - Loi descente (loi adaptée aux descentes, utilisation du frein moteur).

Les lois L1 à L7 (**L7** – loi spécifique au programme neige) sont mémorisées dans le calculateur (lois de référence).

Il existe des lois intermédiaires (L1-2, L2-3, L4-5, L5-6) qui sont calculées dynamiquement par le calculateur de boîte de vitesses à partir des lois de référence.

Ainsi pour adapté le comportement de la boîte de vitesses à la demande du conducteur le calculateur choisit la loi de référence la mieux adaptée parmi les lois « conducteur » et « charge du véhicule ». Ensuite il calcule, à partir de la loi de référence choisie, une loi intermédiaire la mieux adaptée possible à l'ensemble des conditions présentes.

Le choix s'effectue à partir de valeurs moyennes et des dernières minutes de fonctionnement. Ce choix peut être corrigé à n'importe quel moment : le calculateur utilise une infinité de lois de passage.

1 - lois « conducteur »

2 - lois « charge du véhicule »

L1 - loi économique

L1-2 - loi intermédiaire (économique – médium)

L2 - médium

L2-3 - loi intermédiaire (médium – sport)

L3 - loi sport

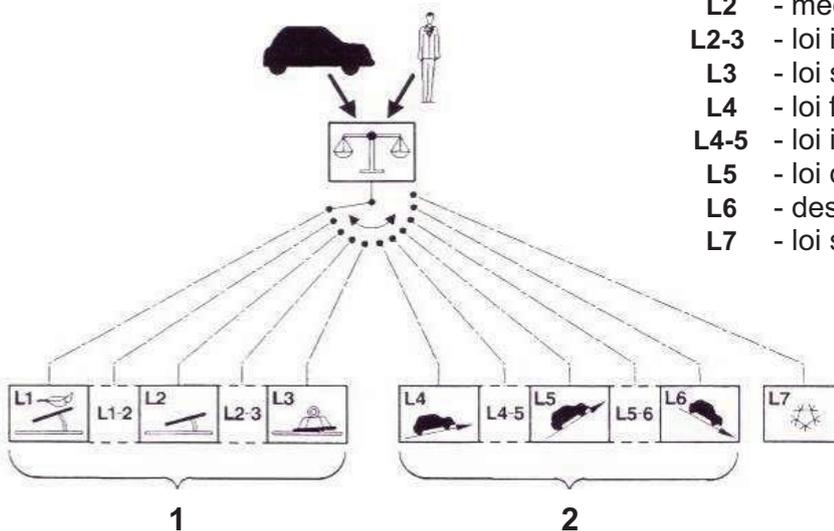
L4 - loi freinage 1

L4-5 - loi intermédiaire (freinage 1 – freinage 2)

L5 - loi de freinage 2

L6 - descente

L7 - loi spécifique au programme neige



### Exemples de lois de passage des vitesses.

X - vitesse véhicule (km/h)

Y - position de la pédale d'accélérateur (en %)

A - courbes de passage 2<sup>ème</sup> vitesse vers 1<sup>ère</sup>

B - courbes de passage 1<sup>ère</sup> vitesse vers 2<sup>ème</sup>

C - courbes de passage 3<sup>ème</sup> vitesse vers 2<sup>ème</sup>

D - courbes de passage 2<sup>ème</sup> vitesse vers 3<sup>ème</sup>

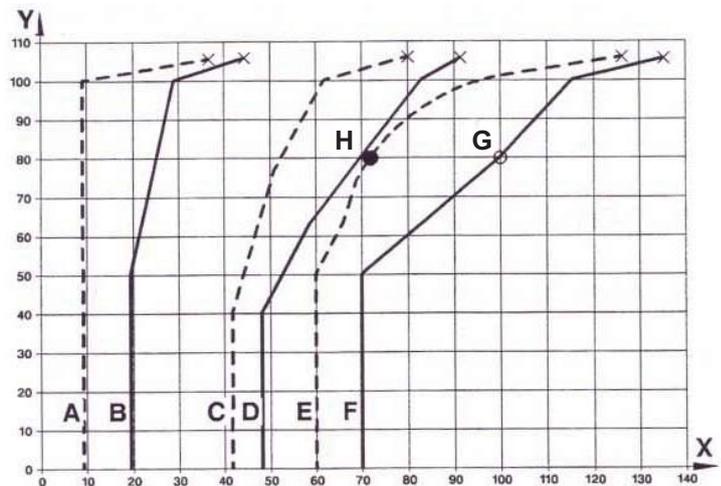
E - courbe de passage 4<sup>ème</sup> vitesse vers 3<sup>ème</sup>

F - courbe de passage 3<sup>ème</sup> vitesse vers 4<sup>ème</sup>

○ G - point exemple 1

● H - point exemple 2

× - point kick down



### Exemple 1 (véhicule à vitesse croissante)

- La pédale d'accélérateur est enfoncée à 80% de sa course,
- Le véhicule est en 3<sup>ème</sup> vitesse,
- La montée de rapport a lieu dès que le véhicule atteint la vitesse de 100 Km/h.

### Exemple 2 (véhicule à vitesse décroissante)

- La pédale d'accélérateur est enfoncée à 80% de sa course,
- Le véhicule est en 4<sup>ème</sup> vitesse,
- Le rétrogradage a lieu dès que la vitesse du véhicule descend au-dessous de 72 Km/h.

## 1.4.2. Les lois spécifiques

### Loi de réchauffement :

Cette loi de fonctionnement est activée moteur froid, durant le temps d'une temporisation prédéterminée en fonction de chaque motorisation puis est désactivée en fin de temporisation.

### Loi neige :

Le calculateur d'ESP informe le calculateur de boîte de vitesses du patinage des roues. Le calculateur de boîte de vitesses sélectionne automatiquement la loi « neige ».

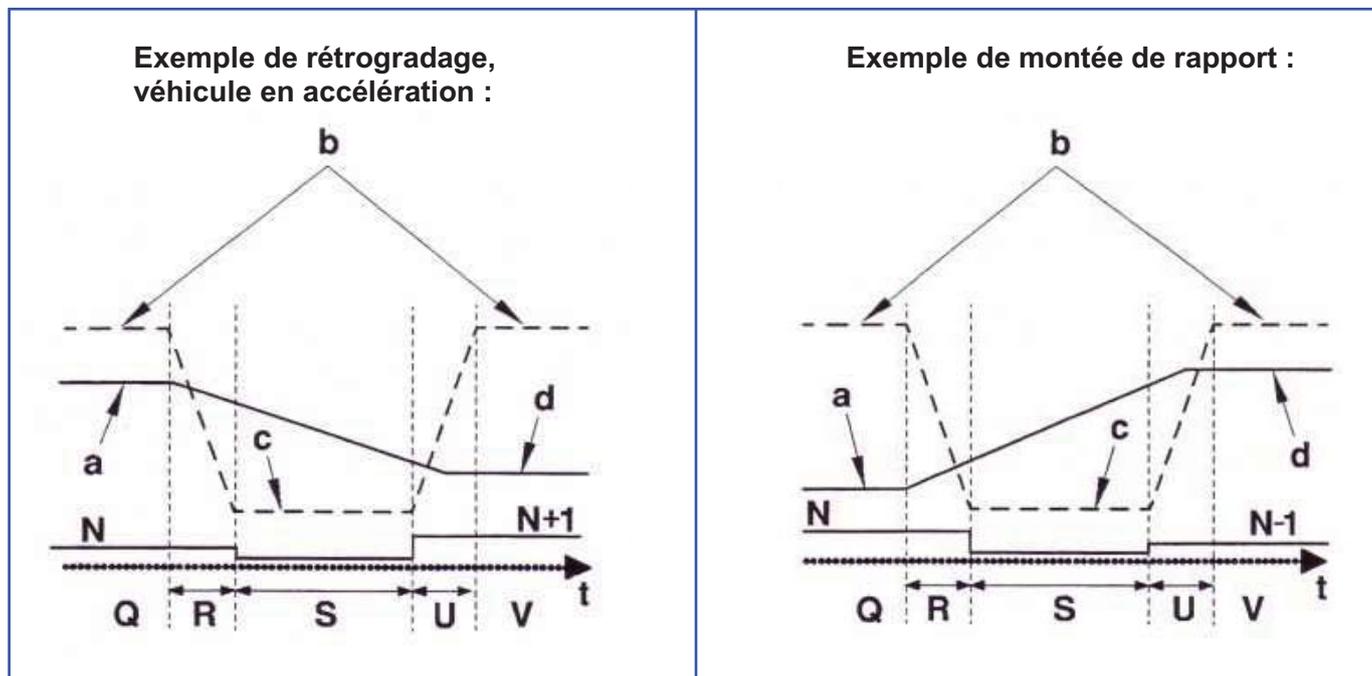
Pour les véhicules équipés d'un ABS seul, le calculateur ABS informe le calculateur BVR de la vitesse de chaque roue. Le calculateur BVR détermine le patinage des roues à partir de ces vitesses et sélectionne la loi « neige ». Dès la fin du patinage des roues, le calculateur sélectionne à nouveau la loi active avant le patinage.

Toutefois la loi « neige » comporte quelques particularités :

- interdiction de passage de la 1<sup>ère</sup> vitesse (le démarrage s'effectue avec le 2<sup>ème</sup> rapport),
- changements de rapports moins fréquents pour un fonctionnement « en douceur » (pas de variation brusque de couple au niveau des roues),
- le « Kick down » n'entraîne le rétrogradage que si la vitesse véhicule est inférieure à 15 km/h,
- lors d'un freinage, le rétrogradage est forcé par le calculateur de boîte de vitesses.

## 1.5. DEROULEMENT D'UN CHANGEMENT DE RAPPORT

Les phases de changement de programme sont identiques pour les deux modes de fonctionnement (programme « automatique » et « impulsif »).



- Le conducteur perçoit le changement de rapport pendant les phases R, S et U.

**Légende des schémas précédents :**

<b>N</b> : rapport N	<b>t</b> : temps
<b>N+1</b> : rapport N+1 (rapport supérieur)	<b>Q</b> : début de changement de rapport
<b>N-1</b> : rapport N-1 (rapport inférieur)	<b>R</b> : Phase d'ouverture d'embrayage
<b>a</b> : régime moteur avant changement de rapport	<b>S</b> : phase de régulation du régime moteur par le calculateur de BVR
<b>b</b> : état embrayé (embrayage fermé)	<b>U</b> : phase de fermeture d'embrayage
<b>c</b> : état débrayé (embrayage ouvert)	<b>V</b> : fin de changement de rapport
<b>d</b> : régime moteur après changement de rapport	

**Début de changement de rapport (Q) :**

Le calculateur de boîte de vitesses envoie les informations changement de rapport en cours et interdiction de changement d'état compresseur de climatisation (pour éviter la perturbation lors du changement de rapport). L'embrayage est fermé (**b**) et la demande du conducteur (pédale d'accélérateur) est ignorée. Le calculateur de boîte de vitesse envoie l'information rapport engagé au boîtier de servitude intelligent (BSI) pour permettre l'affichage au combiné.

**Phase d'ouverture d'embrayage (R) :**

Le calculateur de boîte de vitesses provoque l'ouverture progressive de l'embrayage et envoie la valeur de couple maximale admissible par la boîte de vitesses au calculateur moteur. La consigne de couple maximale admissible par la boîte de vitesses est réajustée en permanence par le calculateur BVR en fonction de l'ouverture de l'embrayage. Sur ordre du calculateur BVR, le calculateur moteur réduit le couple moteur jusqu'à arriver à une valeur de couple égale à 0 Nm à la fin de la phase d'ouverture d'embrayage.

**Phase de régulation du régime moteur par le calculateur de boîte de vitesses (S) :**

Pour éviter une montée en régime du moteur (l'embrayage est ouvert (**c**)), le calculateur de BVR demande la régulation en régime du moteur thermique et envoie la valeur de consigne de régime du moteur. Pendant cette phase le calculateur BVR pilote le calculateur moteur avec une consigne de régime moteur. La consigne de régime moteur est ajustée en permanence de façon à obtenir progressivement le régime correspondant au rapport engagé (**d**). Le calculateur BVR commande l'actionneur de passage du rapport.

**Phase de fermeture d'embrayage (U) :**

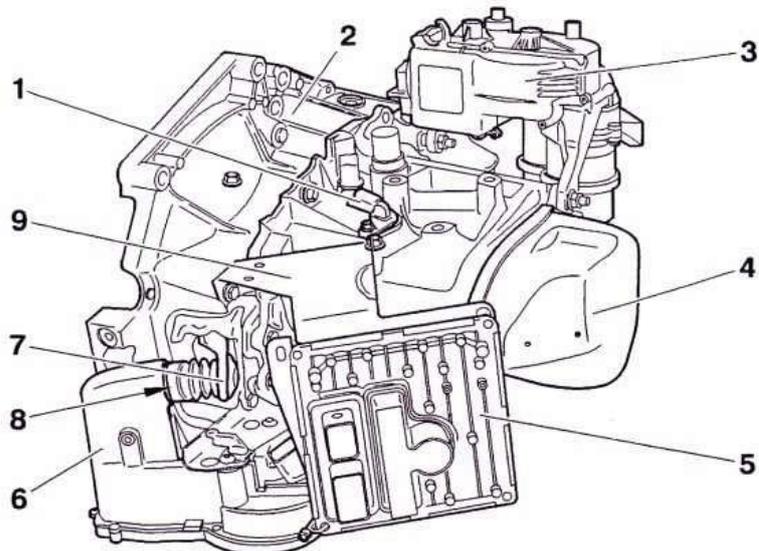
L'actionneur de passage de rapport a engagé le rapport demandé. Le calculateur de boîte de vitesses commande une fermeture progressive de l'embrayage et envoie la valeur de couple maximale admissible par la boîte de vitesses au calculateur moteur. La consigne de couple maximale admissible par la boîte de vitesses est réajustée en permanence par le calculateur BVR en fonction de la fermeture de l'embrayage. Sur ordre du calculateur BVR, le calculateur moteur augmente progressivement le couple moteur jusqu'à arriver à une valeur de couple correspondant à la demande du conducteur (pédale d'accélérateur). Le régime moteur est ajusté à la vitesse véhicule et au rapport engagé.

**Fin de changement de rapport (V) :**

Le changement de rapport est terminé. L'embrayage est fermé et la demande conducteur (pédale d'accélérateur) est à nouveau prise en compte.

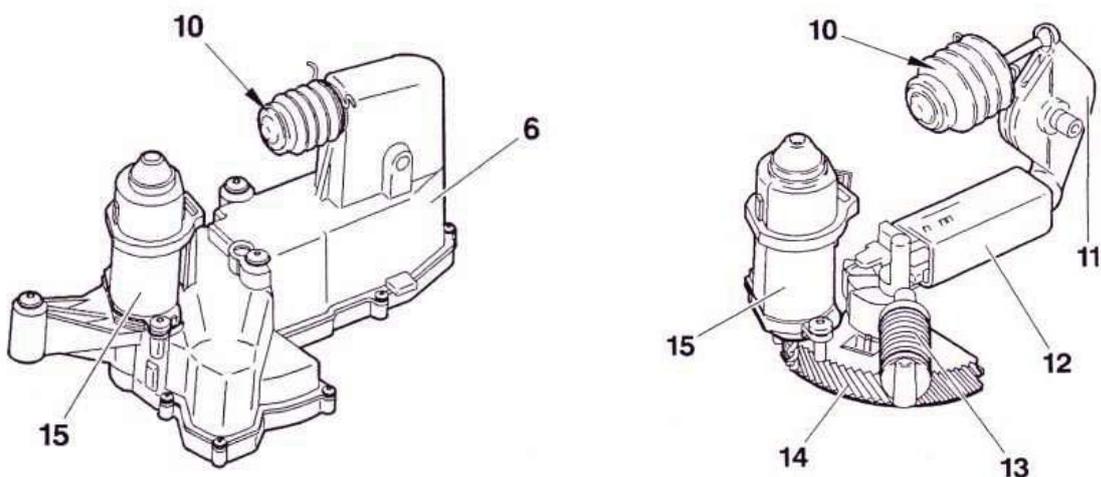
## 2. COMPOSANTS MECANIQUES

### 2.1. DESCRIPTION



- |  |  |
|--|--|
| 1. Capteur de vitesse d'entrée boîte de vitesses | 6. Actionneur d'embrayage              |
| 2. Carter d'embrayage                            | 7. Fourchette d'embrayage              |
| 3. Actionneur de boîte de vitesses               | 8. Tige de poussée                     |
| 4. Carter de 5 <sup>ème</sup> vitesse            | 9. Support de l'actionneur d'embrayage |
| 5. Calculateur de boîte de vitesses              |  |

### 2.2. ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE (1665)



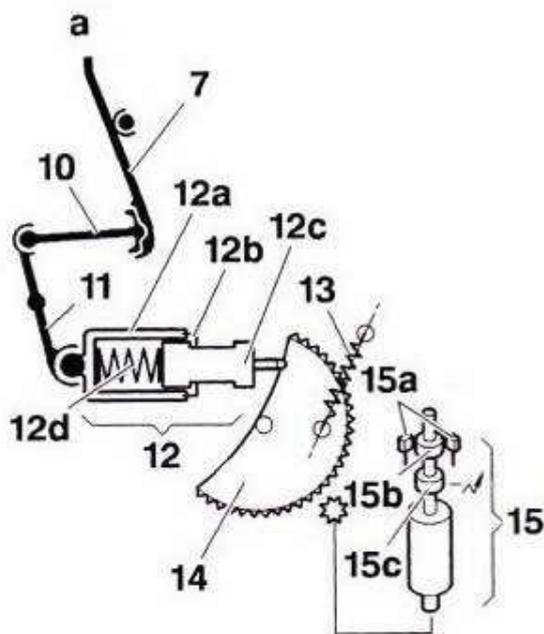
- |   |  |
|---|--|
| 6. Actionneur d'embrayage                   | 13. Ressort compensateur d'effort                                |
| 10. Tige de poussée                         | 14. Secteur denté  |
| 11. Bielle                                  | 15. Moteur électrique à capteur de position intégré (2 capteurs) |
| 12. Système de rattrapage d'usure embrayage |  |

L'actionneur d'embrayage commande l'ouverture et la fermeture de l'embrayage. Il est équipé d'un dispositif de rattrapage d'usure automatique.

Le calculateur de boîte de vitesses alimente le moteur électrique (15). Une fois alimenté, le moteur électrique entraîne le secteur denté (14). La rotation du secteur denté provoque le blocage du système de rattrapage d'usure (le système de verrouillage (12b) immobilise les pièces (12a) et (12c) entre elles) et le déplacement de la biellette (11). Puis la fourchette d'embrayage (7) déplace la butée d'embrayage et provoque l'ouverture de l'embrayage. A savoir qu'en fin de course du secteur denté (14), le ressort compensateur d'effort (13) assiste le moteur électrique (15).

**Schéma simplifié de l'actionneur d'embrayage :**

- a. Butée d'embrayage
- 7. Fourchette d'embrayage
- 10. Tige de poussée
- 11. Biellette
- 12. Système de rattrapage usure d'embrayage
- 12a. Fourreau
- 12b. Système de blocage
- 12c. Piston
- 12d. Ressort de mise en contrainte de la butée
- 13. Ressort compensateur d'effort
- 14. Secteur denté
- 15. Moteur électrique
- 15a. Capteur de position (capteur à effet hall)
- 15b. Roue phonique (champ magnétique)
- 15c. Collecteur du moteur électrique



**2.2.1. Fonctionnement**

L'actionneur d'embrayage permet d'obtenir deux positions mécaniques stables :

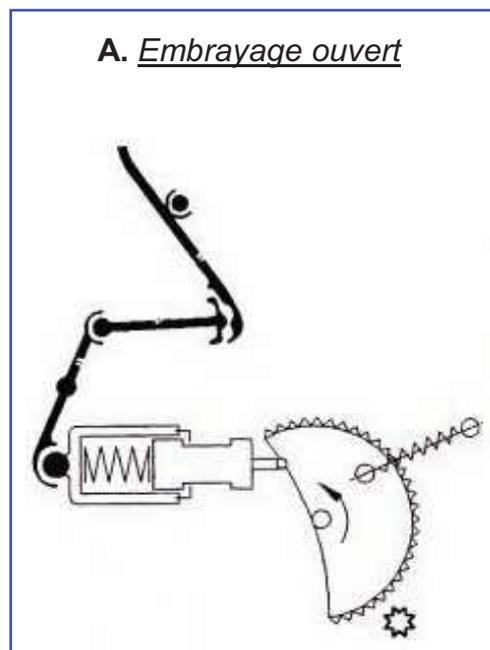
- Embrayage ouvert (position débrayée)
- Embrayage fermé (position embrayée)

Description de l'ouverture de l'embrayage (A) :

Lorsque l'embrayage est ouvert (position débrayée), le moteur électrique n'est plus alimenté.

La course de débrayage est identique quelque soit l'état d'usure de l'embrayage (Environ 20 mm).

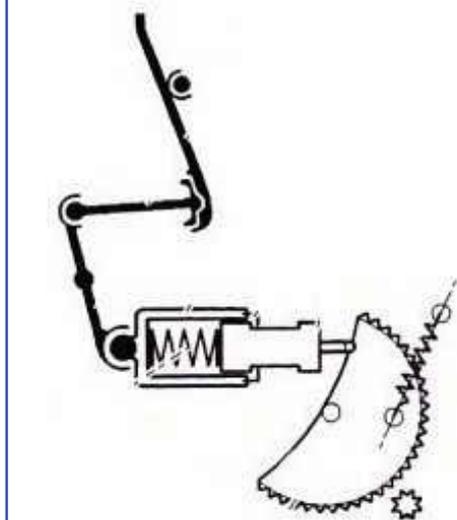
**A. Embrayage ouvert**



### Description de la fermeture de l'embrayage (B) :

Le calculateur de boîte de vitesses inverse l'alimentation du moteur électrique (15). Le secteur denté reprend sa position initiale. Lorsque l'embrayage est fermé (position embrayée), la fourchette n'exerce plus d'effort sur le système de rattrapage d'usure (12). Le système de rattrapage d'usure se déverrouille et il est compressible.

### B. Embrayage fermé



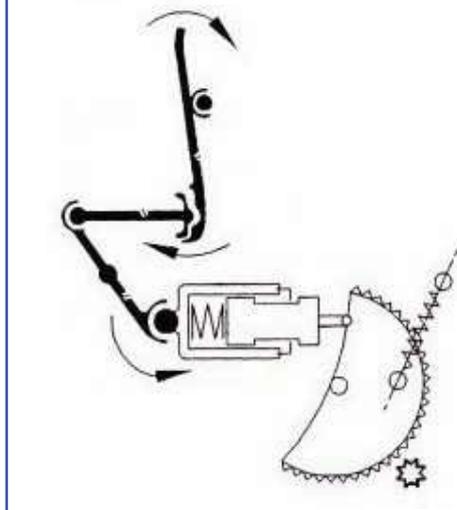
### **2.2.2. Rattrapage d'usure de l'embrayage (C)**

Le système de rattrapage d'usure se verrouille systématiquement (pour une demande de débrayage) dès que le secteur denté (14) est entraîné par le moteur électrique (15). Le rattrapage d'usure se déverrouille lors d'une phase d'embrayage fermé (embrayé). Le ressort (12d) permet d'exercer un effort sur la butée d'embrayage. L'usure du disque d'embrayage est compensée par la compression du système de rattrapage d'usure (12).

Lorsque le disque d'embrayage s'use, le mécanisme d'embrayage repousse la fourchette (7) et la tige de poussée (10). La fourchette d'embrayage se déplace alors vers la tige de poussée et le ressort (12d) se comprime. Dans ce cas le système de rattrapage se raccourci.

La longueur du système de rattrapage d'usure est maximum lorsque l'embrayage est neuf et à l'inverse est minimum lorsque l'embrayage est usé.

### C. Rattrapage d'usure d'embrayage



### 2.2.3. Particularités de la commande du moteur électrique

L'actionneur d'embrayage est piloté directement par le calculateur BVR. L'étage de commande du calculateur BVR qui assure cette fonction permet :

- d'alimenter le moteur électrique dans les deux sens,
- de faire varier la vitesse de rotation du moteur électrique,
- de mesurer le courant électrique absorbé par le moteur électrique.

Deux capteurs de position intégrés au moteur électrique informent le calculateur de boîte de vitesses :

- du déplacement de la fourchette d'embrayage,
- de la vitesse de déplacement de la fourchette d'embrayage.

Pour fonctionner, le calculateur de boîte de vitesses doit mémoriser :

- la course totale de la fourchette d'embrayage,
- le point de lâchage de l'embrayage.

La mémorisation est effectuée après une procédure d'apprentissage activée par un outil de diagnostic.

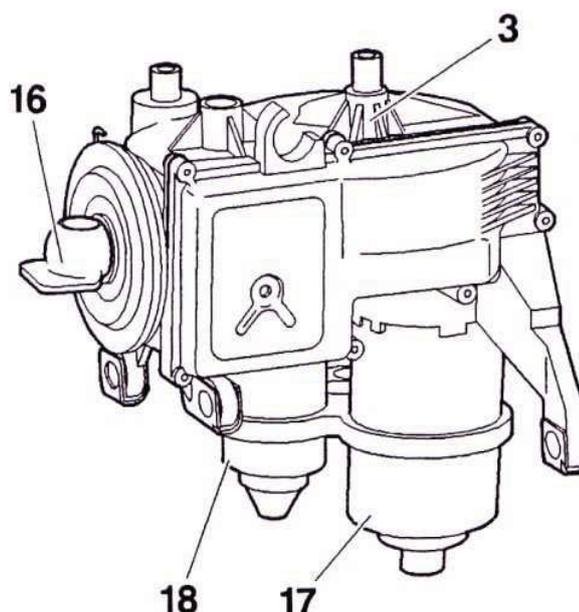
## 2.3. ACTIONNEUR DE BOÎTE DE VITESSES (1663, 1664)

L'actionneur de boîte de vitesses engage chaque rapport par des mouvements de translation et de rotation du levier de passage.

Pour effectuer les mouvements nécessaires, l'actionneur de boîte de vitesses intègre :

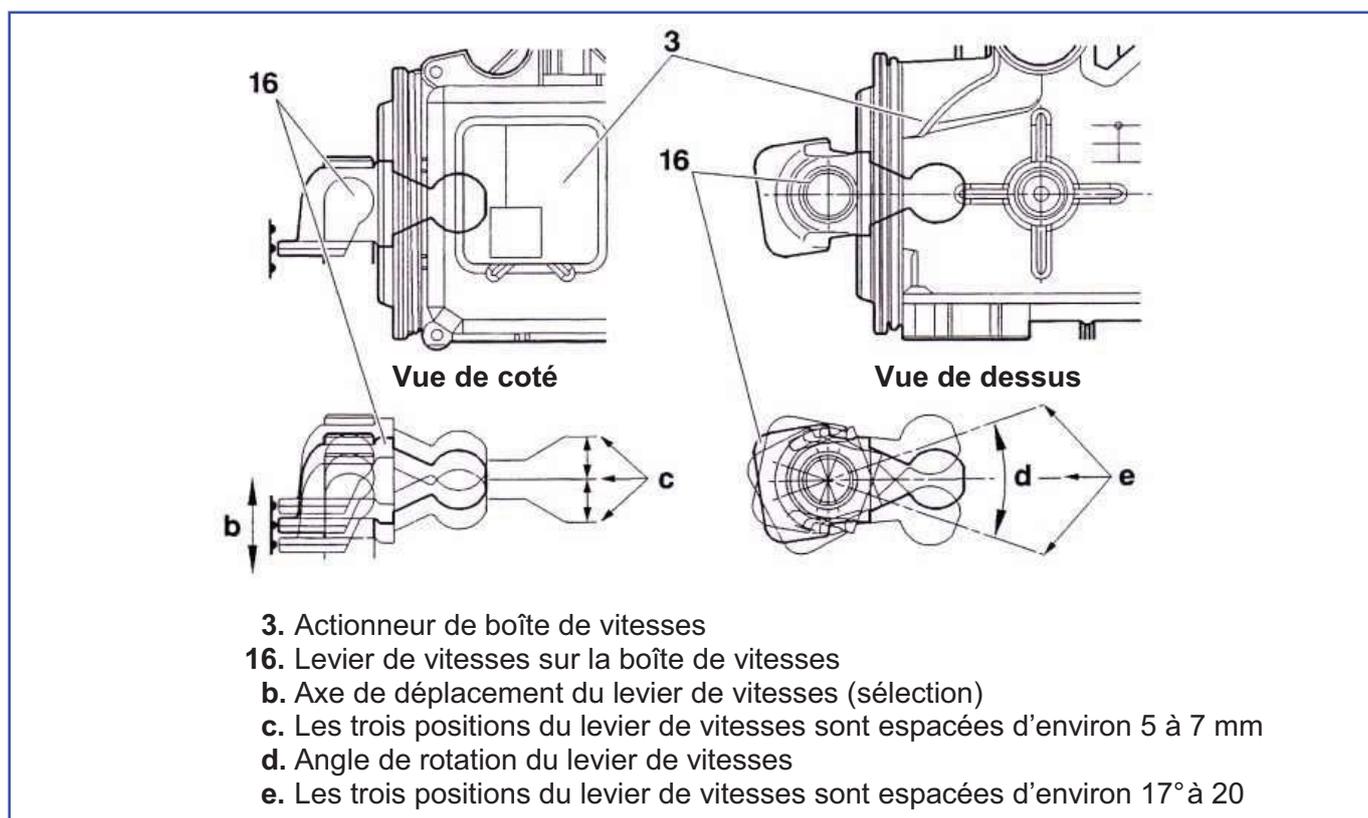
- deux moteurs électriques à capteurs de position intégrés,
- un système de démultiplication d'efforts et de renvois,

- 3. Actionneur de boîte de vitesses
- 16. Levier de passage de vitesses
- 17. Moteur électrique, actionneur de passage (1663)
- 18. Moteur électrique, actionneur de sélection (1664)



### 2.3.1. Fonctionnement

Pour chaque actionneur (passage et sélection), le calculateur de boîte de vitesses utilise les deux capteurs de position (15a). Ces capteurs sont de même type que ceux du moteur électrique de l'actionneur d'embrayage et sont implantés en face d'une roue aimantée liée au rotor du moteur électrique. Ils fournissent un signal carré au calculateur de boîte de vitesses lors de la rotation du moteur électrique.



Pour engager un rapport l'actionneur de boîte de vitesses provoque une montée ou une descente du levier de vitesses dans l'axe de sélection (b, phase de sélection du rapport). Puis l'actionneur provoque la rotation du levier de vitesses autour de son axe (d, phase de passage des rapports). Les moteurs électriques ne fonctionnent jamais simultanément.

L'étage de commande du calculateur de boîte de vitesses permet :

- de commander le moteur électrique dans les deux sens,
- de faire varier la vitesse de rotation du moteur électrique,
- de mesurer le courant électrique absorbé par le moteur électrique.

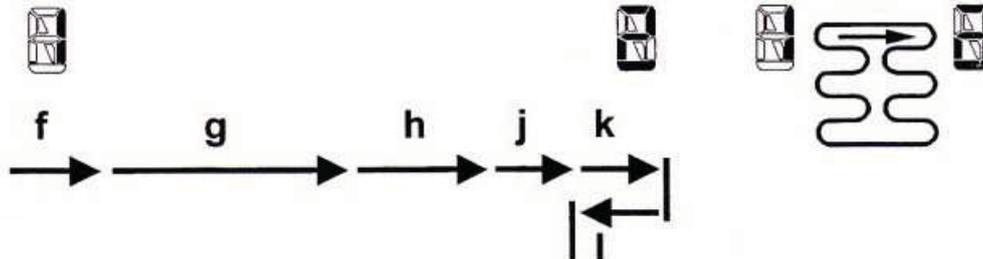
Deux capteurs de position intégrés au moteur électrique informent le calculateur BVR :

- du déplacement du levier de passage de vitesses,
- de la vitesse du déplacement du levier de passage de vitesses.

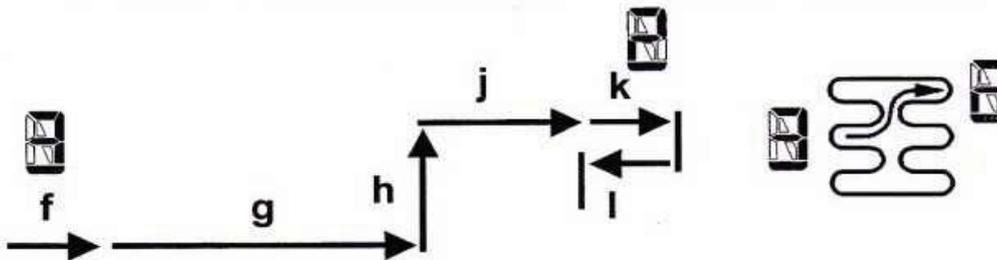
Le changement de rapport est effectué en plusieurs phases :

Selon la phase du changement de rapport, le calculateur pilote l'actionneur de boîte de vitesses de différentes façons :

*Du rapport 1 vers le rapport 2*

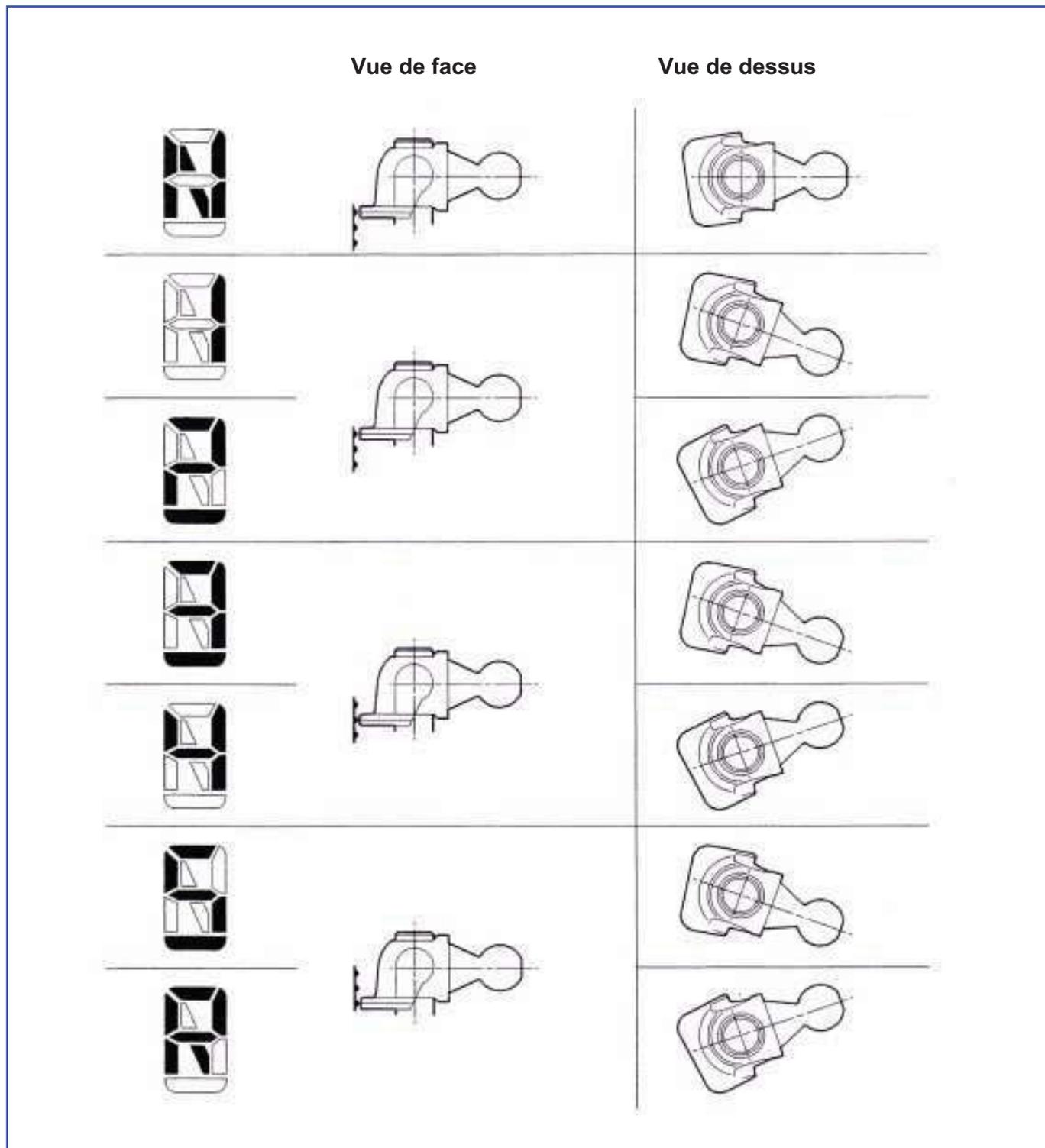


*Du rapport 3 vers le rapport 2*



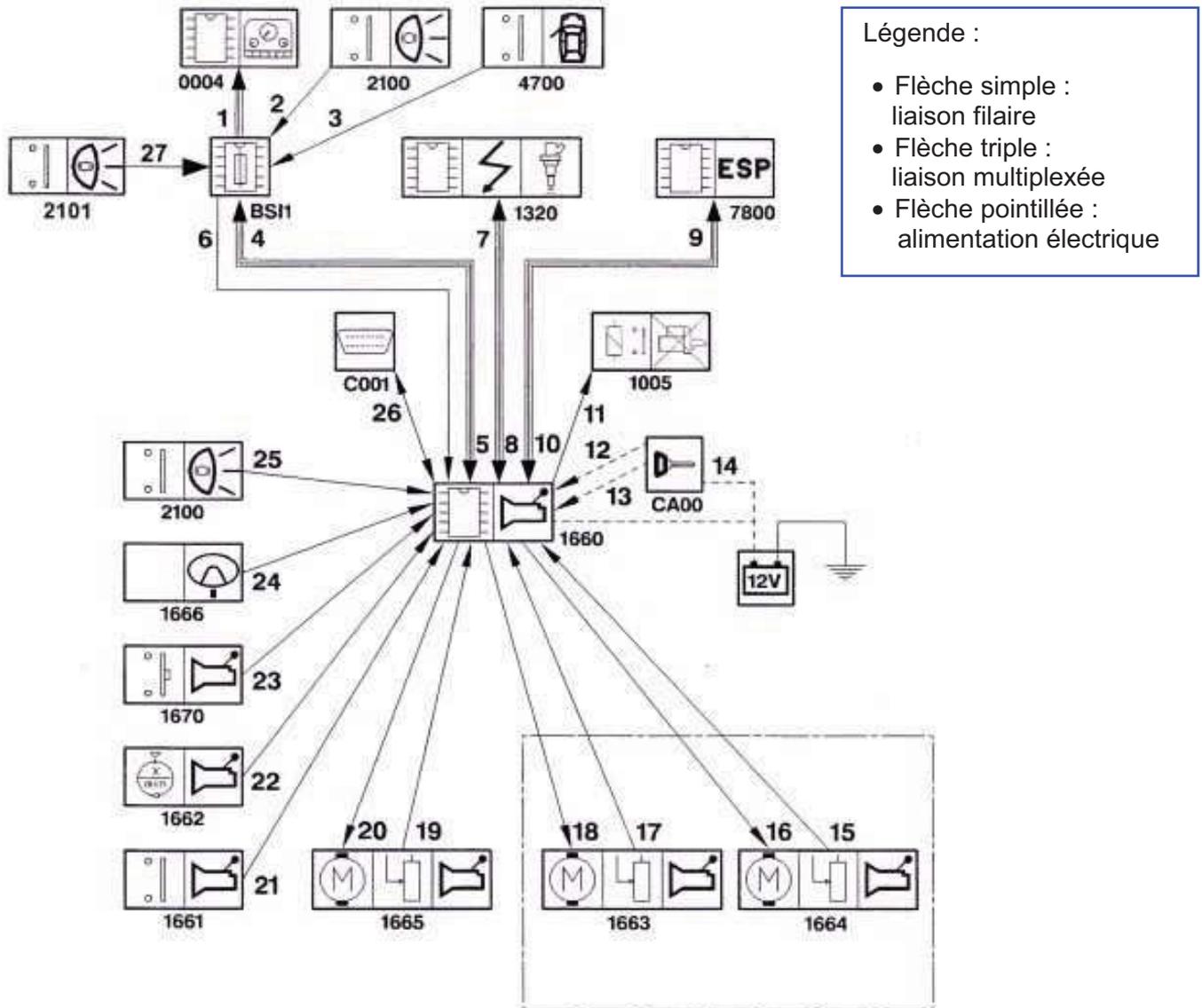
PHASE	ACTION
f	Précharge
g	Désengagement du rapport (décrabotage)
h	Synchronisation
j	Engagement du rapport (crabotage)
k	Engagement du rapport (la phase <b>(k)</b> a pour but de confirmer le crabotage)
l	Retrait (la phase <b>(l)</b> a pour but d'éviter l'usure des dents des crabots)

**2.3.2. Position du levier de passage des vitesses par rapport engagé**



### 3. COMPOSANTS ELECTRIQUES

#### 3.1. SCHEMA SYNOPTIQUE



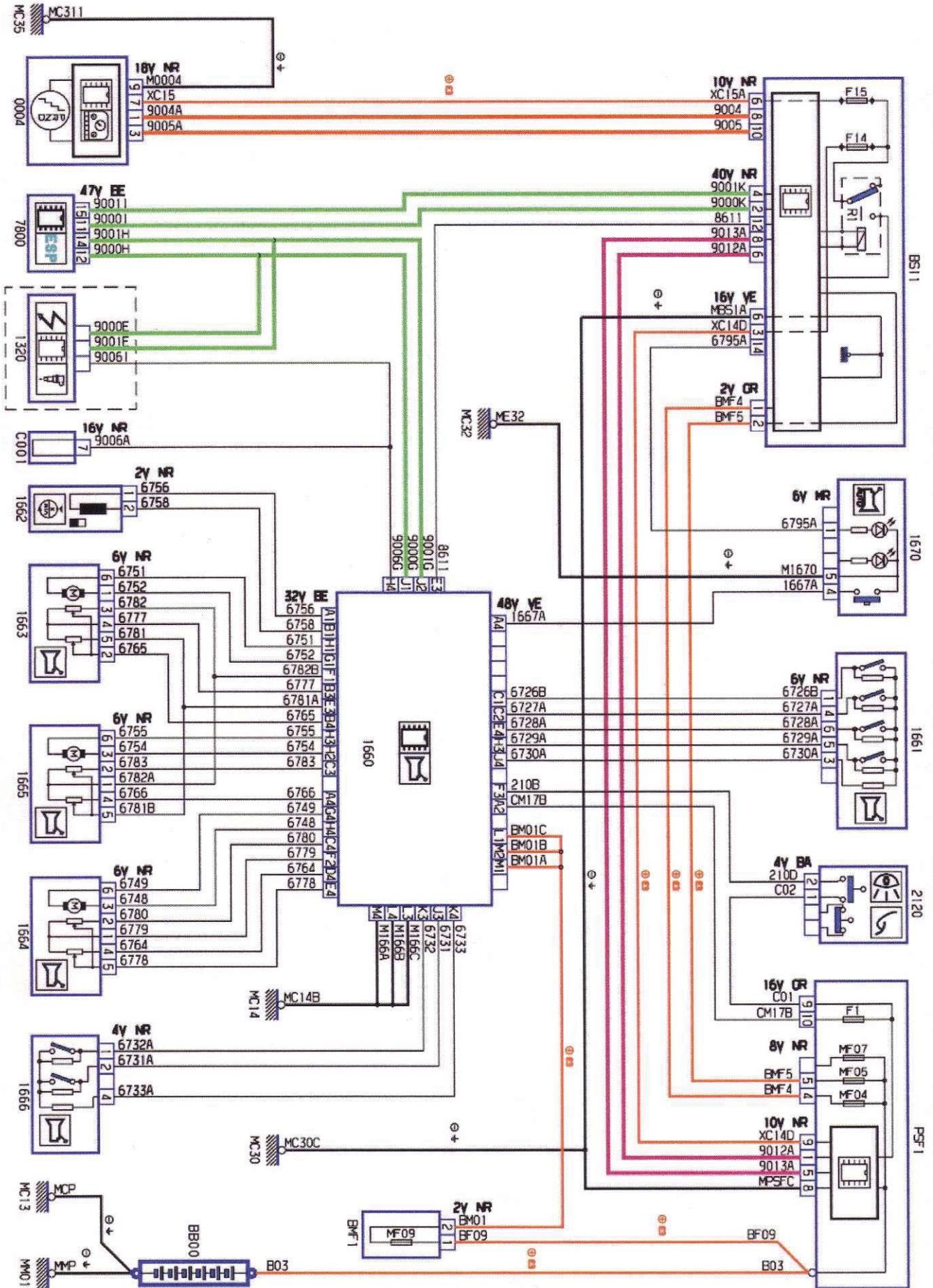
REPERE COMPOSANT	DESIGNATION
CA00	Contacteur antivol
C001	Prise diagnostic
BSI	Boîtier de servitude intelligent
0004	Afficheur au combiné
1005	Relais d'interdiction de démarreur
1320	Calculateur d'injection essence

REPERE COMPOSANT	DESIGNATION
1660	Calculateur de boîte de vitesses
1661	Sélecteur de rapport
1662	Capteur de vitesse d'entrée boîte de vitesses
1663	Actionneur de passage
1664	Actionneur de sélection
1664, 1663	Actionneur de boîte de vitesses
1665	Actionneur d'embrayage
1666	Commande de vitesses au volant de direction
1670	Sélecteur de programme
2100	Contacteur de stop (à fermeture)
2101	Contacteur de stop (à ouverture)
4700	Contacteur de porte
7800	Calculateur ESP ou ABS

N° DE LIAISON	SIGNAL	NATURE DU SIGNAL
1	Information programme sélectionné (automatique ou impulsif) Information défaut boîte de vitesses / Information rapport engagé	VAN
2	Information frein principal (contacteur de stop à ouverture)	Filaire
3	Information porte conducteur ouverte	Filaire
4	Information rapport engagé Information programme sélectionné (automatique ou impulsif) Information défaut boîte de vitesses	CAN
5	Information défaut contacteur de frein principal	CAN
6	Réveil du calculateur de boîte de vitesses	Filaire
7	Information demande de régulation en régime du moteur thermique Information consigne du régime du moteur thermique Information demande d'estompement de couple / Information rapport engagé Information couple maximum admissible par la boîte de vitesses Information interdiction de changement d'état du compresseur	CAN
8	Information couple moteur / Information régime moteur Information température d'eau moteur thermique Information position papillon / Information consigne de régulation de ralenti Information couple demandé par le conducteur Information couple moteur réel / Information couple résistant	CAN

N° DE LIAISON	SIGNAL	NATURE DU SIGNAL
9	Information changement de rapport en cours	CAN
10	Information vitesse véhicule / Information régulation ABS ou ESP en cours Information autorisation de changement de rapport Information défaut calculateur ESP ou ABS	CAN
11	Commande du relais interdiction de démarrage	Filaire
12	Alimentation + DEM	Filaire
13	Alimentation + après contact	Filaire
14	Alimentation + 12V	Filaire
15	Position de l'actionneur de sélection	Filaire
16	Commande de l'actionneur de sélection	Filaire
17	Position de l'actionneur de passage	Filaire
18	Commande de l'actionneur de passage	Filaire
19	Position de l'actionneur d'embrayage	Filaire
20	Commande de l'actionneur d'embrayage	Filaire
21	Position du sélecteur de rapport	Filaire
22	Régime d'entrée de boîte de vitesses / Capteur de vitesse d'entrée BVR	Filaire
23	Mode impulsif / automatique	Filaire
24	Position commande de vitesses au volant de direction	Filaire
25	Information de freinage (contacteur de stop à fermeture)	Filaire
26	Lecture défauts / Lecture paramètres / Test actionneurs / Téléchargement	Filaire (ligne diagnostic)
27	Information frein redondant	Filaire

3.2. SCHEMA ELECTRIQUE



### 3.3. CALCULATEUR DE BOITE DE VITESSES

Le calculateur assure le changement de rapport par le pilotage électrique des actionneurs (actionneur d'embrayage, actionneur de boîte de vitesses). Il gère le passage des vitesses et l'auto-adaptation des programmes (« impulsif » ou « automatique »). Le calculateur mémorise également les caractéristiques des actionneurs (apprentissage) et envoie des informations à l'afficheur du combiné. Il dialogue donc avec d'autres calculateurs par le réseau CAN et assure l'autodiagnostic et les modes de secours (priorité donnée à la mobilité du véhicule).

Le calculateur acquiert les informations des éléments suivants :

- le sélecteur de programme,
- le sélecteur de rapport,
- les commandes de vitesses au volant de direction,
- le contacteur de stop,
- les capteurs de position de l'actionneur d'embrayage,
- les capteurs de position de l'actionneur de sélection,
- les capteurs de position de l'actionneur de passage,
- le capteur de vitesse d'entrée de boîte de vitesses.

Le calculateur de boîte de vitesses (**1660**) dialogue sur le réseau CAN avec le calculateur moteur (**1320**), le calculateur ESP ou ABS (**7800**), et le boîtier de servitude intelligent (**BSI1**).

Le dialogue entre le calculateur de boîte de vitesses et le calculateur moteur permet le changement de rapport sans relâcher la pédale d'accélérateur (programme « automatique » et « impulsif »). Il permet également l'estompement de couple pendant le changement de rapport et augmente ainsi la protection mécanique du moteur et de la boîte de vitesses. Cette relation favorise le pilotage du régime moteur pendant un changement de rapport et améliore l'agrément de conduite.

En exploitant toutes ces informations, le calculateur de boîte de vitesses commande le relais d'interdiction démarreur, l'actionneur d'embrayage et l'actionneur de boîte de vitesses.

Les actionneurs sont pilotés par le calculateur de boîte de vitesses par des étages de commande intégrés dans celui-ci.

#### 3.3.1. Caractéristiques et affectations des connecteurs

Le calculateur de boîte de vitesses possède un connecteur 32 voies bleu et un connecteur 48 voies vert.

Il est possible d'actualiser le logiciel du calculateur par téléchargement.

Affectation des voies du connecteur 48 voies vert

N° de voie	Affectation
A1 – B1	(non utilisé)
C1	<b>Entrée</b> : signal A1, sélecteur de rapport
D1 – H1	(non utilisé)
J1	Ligne dialogue : réseau CAN H
K1	(non utilisé)
L1	<b>Alimentation</b> + 12V permanent
M1	<b>Alimentation</b> + 12V permanent
A2	Information +APC
B2	(non utilisé)
C2	<b>Entrée</b> : signal A2, sélecteur de rapport
D2 – H2	(non utilisé)
J2	Ligne dialogue : réseau CAN L
K2 – L2	(non utilisé)
M2	<b>Alimentation</b> + 12V permanent
A3	(non utilisé)
B3	<b>Sortie</b> : relais interdiction démarreur
C3 – D3	(non utilisé)
E3	<b>Entrée</b> : information porte conducteur ouverte
F3	<b>Entrée</b> : contacteur de stop
G3	(non utilisé)
H3	<b>Entrée</b> : signal A4, sélecteur de rapport
J3	<b>Entrée</b> : commande de vitesses au volant de direction gauche
K3	<b>Entrée</b> : commande de vitesses au volant de direction droite
L3	<b>Masse</b> de puissance
M3	(non utilisé)
A4	<b>Entrée</b> : information sélecteur de programme
B4 – C4	(non utilisé)
D4	<b>Entrée</b> : +DEM
E4	<b>Entrée</b> : signal A3, sélecteur de rapport
F4 – G4	(non utilisé)
H4	Diagnostic ligne K
J4	<b>Masse</b> : sélecteur de rapport
K4	<b>Masse</b> : commande de vitesses au volant de direction
L4	<b>Masse</b> de puissance
M4	<b>Masse</b> de puissance

Affectation des voies du connecteur 32 voies bleu

N° de voie	Affectation
A1	<b>Entrée</b> : capteur de vitesse d'entrée boîte de vitesses (+)
B1	<b>Entrée</b> : capteur de vitesse d'entrée boîte de vitesses (-)
C1 – E1	(non utilisée)
F1	<b>Masse</b> : capteur actionneur d'embrayage – actionneur de passage
G1	<b>Sortie</b> : moteur de l'actionneur de passage (-)
H1	<b>Sortie</b> : moteur de l'actionneur de passage (+)
A2 – E2	(non utilisée)
F2	<b>Masse</b> : capteur actionneur de sélection
G2	(non utilisée)
H2	<b>Sortie</b> : commande moteur embrayage (+)
A3	(non utilisée)
B3	<b>Entrée</b> : capteur position moteur passage vitesses
C3	<b>Entrée</b> : capteur position moteur embrayage
D3	(non utilisée)
E3	<b>Alimentation</b> +5V – capteur de position actionneur d'embrayage – actionneur de passage
F3 – G3	(non utilisée)
H3	<b>Sortie</b> : commande moteur embrayage (-)
A4	<b>Entrée</b> : capteur de position actionneur d'embrayage
B4	<b>Entrée</b> : capteur de position actionneur de passage
C4	<b>Entrée</b> : capteur de position actionneur de sélection
D4	<b>Entrée</b> : capteur de position actionneur de sélection
E4	<b>Alimentation</b> +5V – capteur de position actionneur de sélection
F4	(non utilisée)
G4	<b>Sortie</b> : commande moteur de l'actionneur de sélection (-)
H4	<b>Sortie</b> : commande moteur de l'actionneur de sélection (+)

Le calculateur de boîte de vitesses est implanté sur le support de l'actionneur d'embrayage.

### 3.4. LES ELEMENTS LIES AU CALCULATEUR

#### 3.4.1. La batterie (BB00)

Le niveau de charge de la batterie est important pour le fonctionnement de la boîte de vitesses robotisée. Le calculateur mémorise un défaut lorsque la batterie a atteint une tension inférieure à 8V ou une tension supérieure à 16V.

#### 3.4.2. Le relais d'interdiction démarreur (1005)

Le relais d'interdiction démarreur permet au calculateur de boîte de vitesses d'interdire le fonctionnement du démarreur.

Le calculateur BVR commande ce relais si la clé de contact est en position +DEM, lorsque la position des actionneurs permet le démarrage du moteur thermique, et lorsque le conducteur appuie sur la pédale de frein.

Le relais d'interdiction démarreur est implanté à l'avant du passage de roue avant gauche (derrière le projecteur gauche).

#### Caractéristiques du relais :

**Commande** : calculateur de boîte de vitesses  
**Type** : commande « tout ou rien » par la masse  
**Connecteur** : 9 voies noir  
**Affectation des voies du connecteur** :

N° de voie	Affectation
1	(non utilisée)
2	<b>Sortie</b> : alimentation démarreur
3	(non utilisée)
4	<b>Alimentation</b> + 12V (BSM)
5	<b>Alimentation</b> +DEM
6	(non utilisée)
7	(non utilisée)
8	(non utilisée)
9	<b>Masse</b> calculateur de boîte de vitesses

### 3.4.3. Le capteur de vitesse d'entrée de BVR

Ce capteur fournit la vitesse d'entrée de boîte au calculateur BVR. Cette information permet au calculateur de déterminer le glissement de l'embrayage (différence entre le régime moteur et la vitesse d'entrée), et le point de lâchage de l'embrayage. Elle permet également de piloter l'actionneur d'embrayage et de contrôler la fin de synchronisation d'un rapport.

Le capteur est constitué d'un noyau magnétique et d'un bobinage. L'information fournie au calculateur de la boîte de vitesses est une tension alternative variant en fonction de la vitesse de rotation de l'arbre d'entrée boîte de vitesses.

Caractéristiques du capteur d'entrée de boîte de vitesses :

**Résistance** entre les voies 1 et 2 : environ 800 ohms

**Signal émis** : tension alternative à fréquence variable

Affectation des voies du connecteur 2 voies :

N°DES VOIES	DESIGNATION
1	Signal positif
2	Signal négatif

Le capteur de vitesse d'entrée de boîte de vitesses est situé en face des dents du pignon de deuxième rapport de l'arbre primaire.

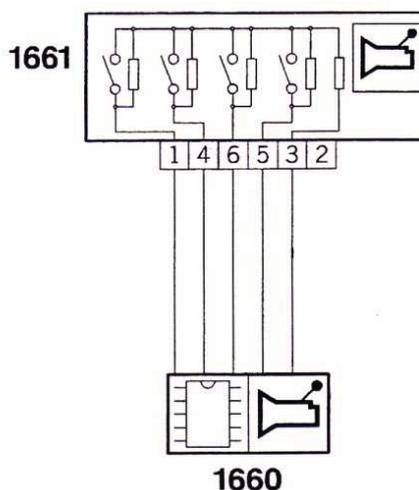
### 3.4.4. Le sélecteur de rapport

Le calculateur de boîte de vitesses est informé de la position du sélecteur de rapport par quatre informations filaires.

Le calculateur alimente le sélecteur et contrôle la validité des informations reçues par cohérence entre les signaux (diagnostic).

**1661** – sélecteur de rapport

**1660** – calculateur de boîte de vitesses



Affectation des voies du connecteur 6 voies :

N° DES VOIES	DESIGNATION
1	Signal A1
2	(non utilisée)
3	Masse électronique
4	Signal A2
5	Signal A4
6	Signal A3

Chaque position du sélecteur de rapport modifie l'état d'un ou plusieurs signaux.

Position du sélecteur de rapport	Tension entre voie 3 et voie 1 Maxi / mini	Tension entre voie 3 et voie 4 Maxi / mini	Tension entre voie 3 et voie 6 Maxi / mini	Tension entre voie 3 et voie 5 Maxi / mini
<b>Centrale</b>	4,1V / 2,4V	4,1V / 2,4V	4,1V / 2,4V	4,1V / 2,4V
<b>+</b>	2,4V / 0,6V	2,4V / 0,6V	4,1V / 2,4V	4,1V / 2,4V
<b>-</b>	2,4V / 0,6V	4,1V / 2,4V	2,4V / 0,6V	4,1V / 2,4V
<b>N</b>	2,4V / 0,6V	4,1V / 2,4V	4,1V / 2,4V	2,4V / 0,6V
<b>R</b>	4,1V / 2,4V	4,1V / 2,4V	2,4V / 0,6V	2,4V / 0,6V

### 3.4.5. Commandes de vitesses au volant

Le calculateur de BVR est informé de la position des commandes sous volant de direction par deux liaisons filaires.

Les commandes de vitesses au volant de direction sont implantées sur le module de commutation sous volant (**COM2000**).

#### Caractéristiques :

**Alimentation** : calculateur de boîte de vitesses.

**Affectation des voies du connecteur quatre voies :**

N° de voie	Affectation
1	Signal, commande -
2	Signal, commande +
3	(non utilisé)
4	Masse électronique

Le calculateur contrôle la validité des informations reçues par cohérence entre les signaux (fonction diagnostic).

Chaque action sur les commandes de vitesses au volant de direction modifie l'état d'un ou plusieurs signaux :

Position du sélecteur de rapport		Tension entre masse et voie 2 Maxi / mini	Tension entre masse et voie 1 Maxi / mini
Commande + relâchée	Commande - relâchée	4,1V / 2,4V	4,1V / 2,4V
Commande + relâchée	Commande - activée	2,4V / 0,6V	4,1V / 2,4V
Commande + activée	Commande - relâchée	4,1V / 2,4V	2,4V / 0,6V
Commande + activée	Commande - activée	2,4V / 0,6V	2,4V / 0,6V

### 3.4.6. Sélecteur de programme

A la mise du contact, la boîte de vitesses se place systématiquement en programme automatique. Le sélecteur de programme indique le choix du conducteur au calculateur de boîte de vitesses. Le choix du programme est effectué par une mise à la masse de la voie correspondant à la commande souhaitée.

La mise à la masse de la ligne de commande ne dure que le temps de l'appui sur le bouton correspondant (commande impulsionnelle).

Affectation des voies du connecteur 6 voies :

N° DES VOIES	DESIGNATION
1	Alimentation +12V : éclairage sélecteur de programme (BSI)
2	Alimentation +12V : indicateur auto (BSI)
3	(non utilisée)
4	Signal (vers calculateur de boîte de vitesses)
5	masse
6	(non utilisée)

Le boîtier de servitude intelligent (**BSI1**) commande l'allumage du voyant « auto » dès l'appui sur le sélecteur de programme mais aussi l'éclairage du sélecteur de programme (+ feux de position).

### 3.4.7. Information porte conducteur ouverte

Cette information est fournie par le boîtier servitude intelligent (**BSI1**). Elle permet le réveil du calculateur de boîte de vitesses à la décondamnation des ouvrants ou de l'ouverture de la porte conducteur. Elle permet également l'engagement du rapport N dès l'ouverture de la porte conducteur (sécurité).

### 3.4.8. Contacteur de stop

Le contacteur de stop est un contact « tout ou rien » (mise à la masse d'une entrée du calculateur). Il autorise le démarrage du moteur thermique quand il y a appui sur la pédale de frein (fonction de sécurité au démarrage). Il permet également de commander le rétrogradage lors d'une action sur la pédale de frein et de réduire l'entraînement de la transmission à l'arrêt (consigne de ralenti).

Ce contacteur à fermeture est relié directement au calculateur de boîte de vitesses (liaison filaire). Le BSI reçoit la même information du deuxième contacteur de stop et l'envoie au calculateur BVR par le réseau CAN. Les deux informations sont ensuite comparées.

## 4. UTILISATION DE LA MAQUETTE MT-BVR

### 4.1. NOTICE D'INSTRUCTION

#### Environnement d'utilisation :

La maquette MT-BVR doit être installée dans un endroit sec et à l'abri de la poussière, de la vapeur d'eau et des fumées de combustion.

La maquette nécessite un éclairage d'environ 400 à 500 Lux. Elle peut être placée dans une salle de TP, son fonctionnement ne dépasse pas les 70 décibels.

#### Mise en route de la MT-BVR :

- Vérifier que le coupe-batterie soit ouvert, position horizontale (la poignée rouge peut être retirée)
- Garder la clé de contact en position contact coupé et raccorder la maquette au secteur 230V à l'aide du câble enrouleur à l'arrière de la MT-BVR (longueur du câble 7 mètres)
- Placer ensuite le coupe-batterie en position fermée (la poignée rouge est verticale et ne peut pas être retirée), puis utiliser la clé de contact comme sur un véhicule : position contact, puis démarrage ...

#### Étalonnage et entretien de la maquette MT-BVR :

Étalonnage : réglage d'usine.

Périodicité d'entretien : néant.

Nettoyage : utiliser un chiffon propre et doux avec du produit pour le nettoyage des vitres.

*Si vous devez changer la batterie, mettre à la place une batterie équivalente (taille, puissance...). L'évacuation de la batterie usagée se fera par la filière de recyclage des batteries.*

#### Nombre de postes :

La maquette MT-BVR est considérée comme un seul poste de travail.

#### Mode opératoire de consignation :

Mettre la clé de contact sur la position 0 (contact coupé).

Mettre le coupe-batterie en position circuit ouvert (position horizontale, la poignée rouge peut être retirée).

Débrancher le raccordement 230V et enrouler le câble d'alimentation dans la maquette (câble enrouleur)  
Vérifier l'absence de courant en mettant la clé de contact en position démarrage, si rien ne se produit, c'est qu'il n'y a plus de courant.

Enlever la clé de contact et la poignée du coupe-batterie, les mettre dans une armoire fermant à clé.

Puis ranger la maquette MT-BVR dans une pièce fermée avec sur la face avant l'affichage d'un écriteau intitulé '**Matériel Consigné**'.

#### Risque résiduel :

**L'accès à l'intérieur de la MT-BVR (après démontage) est réservé seulement à du personnel qualifié et autorisé.**

#### Transport de la maquette MT-BVR

Le transport de la maquette se fait après l'avoir éteinte et consignée (voir consignation).

Attention ne rien laisser sur la maquette.

Deux personnes au moins sont nécessaires au déplacement de la maquette.

**Attention** : les roulettes ne permettent pas un grand franchissement.

## 4.2. DESCRIPTIF DE LA MAQUETTE

La maquette **MT-BVR** est un support pédagogique permettant l'étude du système « Sensodrive » proposé sur Citroën C3.

Un châssis en aluminium monté sur roulettes reçoit les différents éléments qui la composent :

Éléments empruntés au véhicule (composants réels) :

- La Boîte de Vitesses Manuelle Robotisée C3 Sensodrive
- Le volant moteur et l'embrayage de la C3
- L'actionneur d'embrayage
- L'actionneur de sélection et de passage des vitesses
- Le calculateur de BVMR
- La prise de diagnostic EOBD II
- Le tableau de bord (combiné de C3)
- Le sélecteur de vitesses (levier) et le sélecteur de programme (bouton poussoir)
- La batterie 12 V (placée à l'intérieur du châssis aluminium)

**Les composants fonctionnent dans les mêmes conditions que sur le véhicule.**

Éléments propres à la maquette :

- Un chargeur 12 V connecté à une batterie fournie (protégée par fusible 50 A)
- Un câble enrouleur de 7 mètres pour le raccordement secteur 230V
- Un moteur électrique commandé par un variateur électronique (entraînement de la BVR)
- Une platine boîte à pannes avec fusibles de protection et dérivation des entrées/sorties du calculateur de BVR
- Une platine de commande (clé de contact, accélérateur, freins, infos vitesses...)

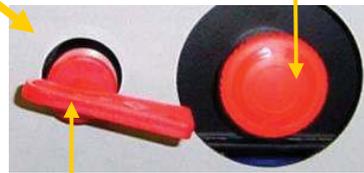
#### 4.2.1. Alimentation de la maquette, vue interne



L'intérieur de la maquette n'est accessible qu'après dépose de la plaque de protection.

Arrêt 'coup de poing' :  
Enfoncer en cas d'urgence, tourner d'¼ de tour pour déverrouiller après un délai minimum de 20 secondes.

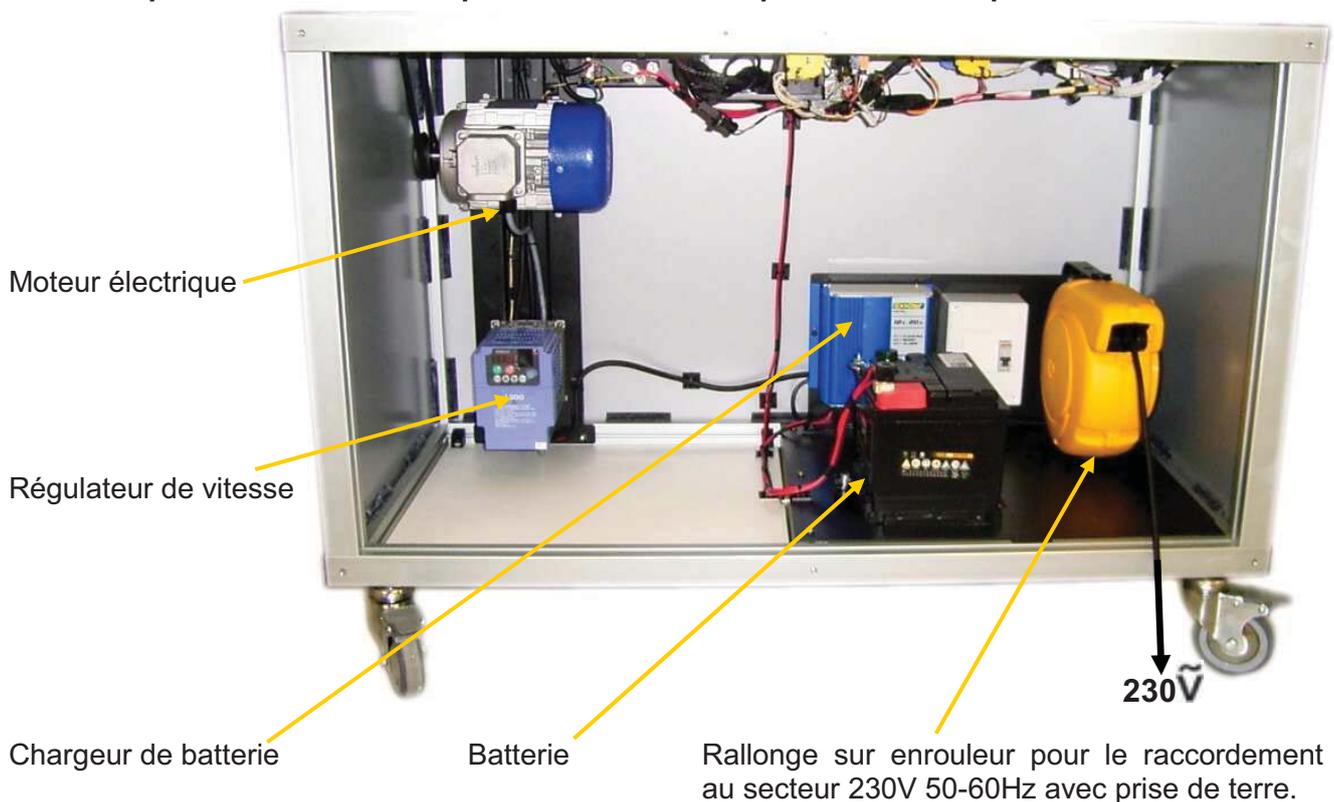
Coupure de l'alimentation 220V du variateur de vitesse (arrêt du moteur)



Coupe circuit ¼ de tour avec poignée (amovible en position horizontale = contact coupé).

Coupure de l'alimentation 12V de la maquette (arrêt total)

Seules les personnes autorisées peuvent ouvrir la maquette en cas d'opération de maintenance.

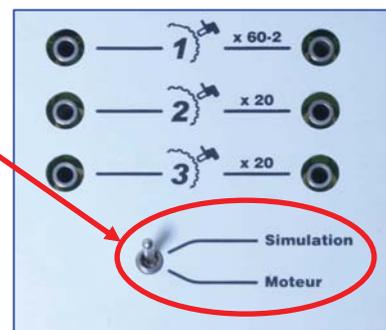


#### 4.2.2. Procédure de mise en route et d'arrêt de la MT-BVR

- Raccorder systématiquement la maquette au secteur 230V (sans quoi il n'y a pas d'entraînement de la BVR et la batterie se décharge rapidement...)
- Placer le coupe-circuit en position verticale (circuit fermé, contact mis)

- Utiliser la clé de contact comme dans un véhicule : contact puis démarrage et retour en position contact. Selon la position choisie avec l'interrupteur en partie supérieure de la platine de commande, deux fonctionnements possible :

- **Simulation** : Le moteur électrique n'entraîne pas la BVR, les vitesses sont simulées, les actionneurs fonctionnent normalement ... Dans ce mode l'arrêt 'coup de poing' peut être enfoncé pour éviter d'alimenter inutilement le variateur de vitesse du moteur électrique.



- **Moteur** : Le moteur électrique entraîne la BVR qui fonctionne normalement mais à des vitesses réduites par rapport à celle du véhicule (la vitesse de sortie de BVR ne correspond pas à celle indiquée par le compteur de vitesse véhicule). Les relevés de mesures sur les capteurs 1, 2 et 3 (photo ci-dessus) se font dans ce mode : signaux réels des capteurs présents sur la BVR.

- En fin d'utilisation, pour éteindre la maquette couper le contact à l'aide de la clé
- Attendre 4 minutes avant de couper l'alimentation 12V de la maquette (coupe-batterie), le calculateur BVR bénéficie d'un 'power latch' long.
- Si la maquette BVR reste raccordée au secteur 230V afin de maintenir en charge sa batterie, il est recommandé d'enfoncer l'arrêt 'coup de poing' afin de couper l'alimentation du variateur de vitesse du moteur électrique.

#### Remarques importantes :

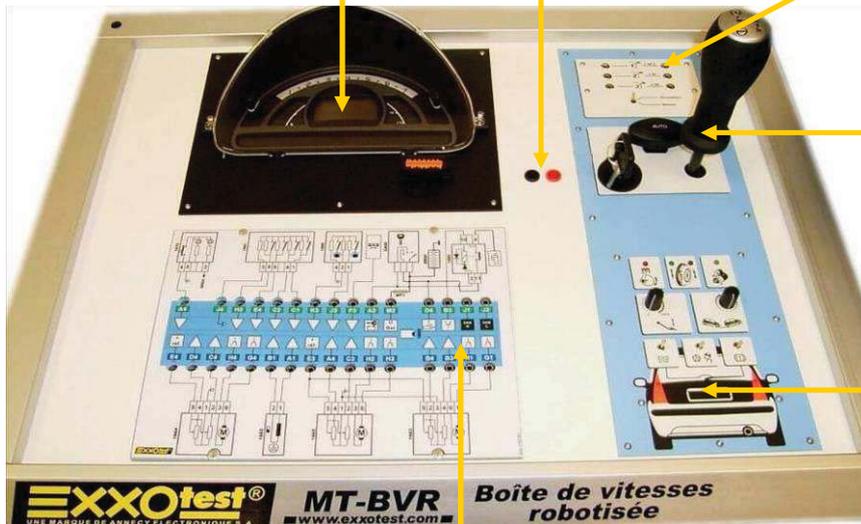
- Dans le cas où le délai de 4 minutes entre la coupure du contact et la coupure de l'alimentation 12V n'est pas respecté, au moment où le contact est rétabli le calculateur BVR effectue un apprentissage des actionneurs d'environ 1 minute. Pour obtenir le démarrage de cette procédure, il faut que le contact soit mis et que la pédale de frein soit appuyée.
- L'arrêt 'coup de poing' est temporisé, s'il est enfoncé puis rétabli immédiatement l'alimentation reste coupée. Une durée de coupure de 20 secondes est nécessaire avant le rétablissement de l'alimentation.

**4.2.3. Composants, commandes, mesures et pannes**

- Indicateur BVR
- Compteur de vitesse véhicule (simulée)
- Compte-tour (simulé)
- Prise diagnostic

Bornes de la batterie :  
Alimentation pour  
appareil de diagnostic  
et de mesures.

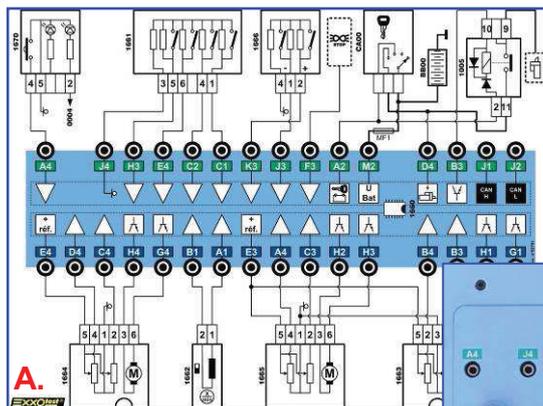
Bornes des capteurs vitesses :  
1) Vitesse moteur  
2) Vitesse d'entrée BVR  
3) Vitesse de sortie BVR



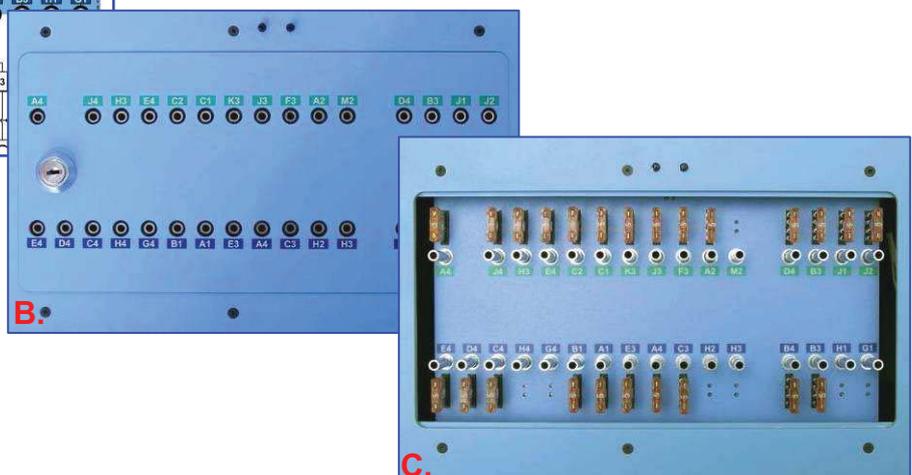
- Sélecteur de vitesses
- Sélecteur de programme
- Clé de contact

- Témoins moteur tournant, état embrayage, commande démarreur.
- Commande accélérateur
- Profil de route
- Commandes des freins

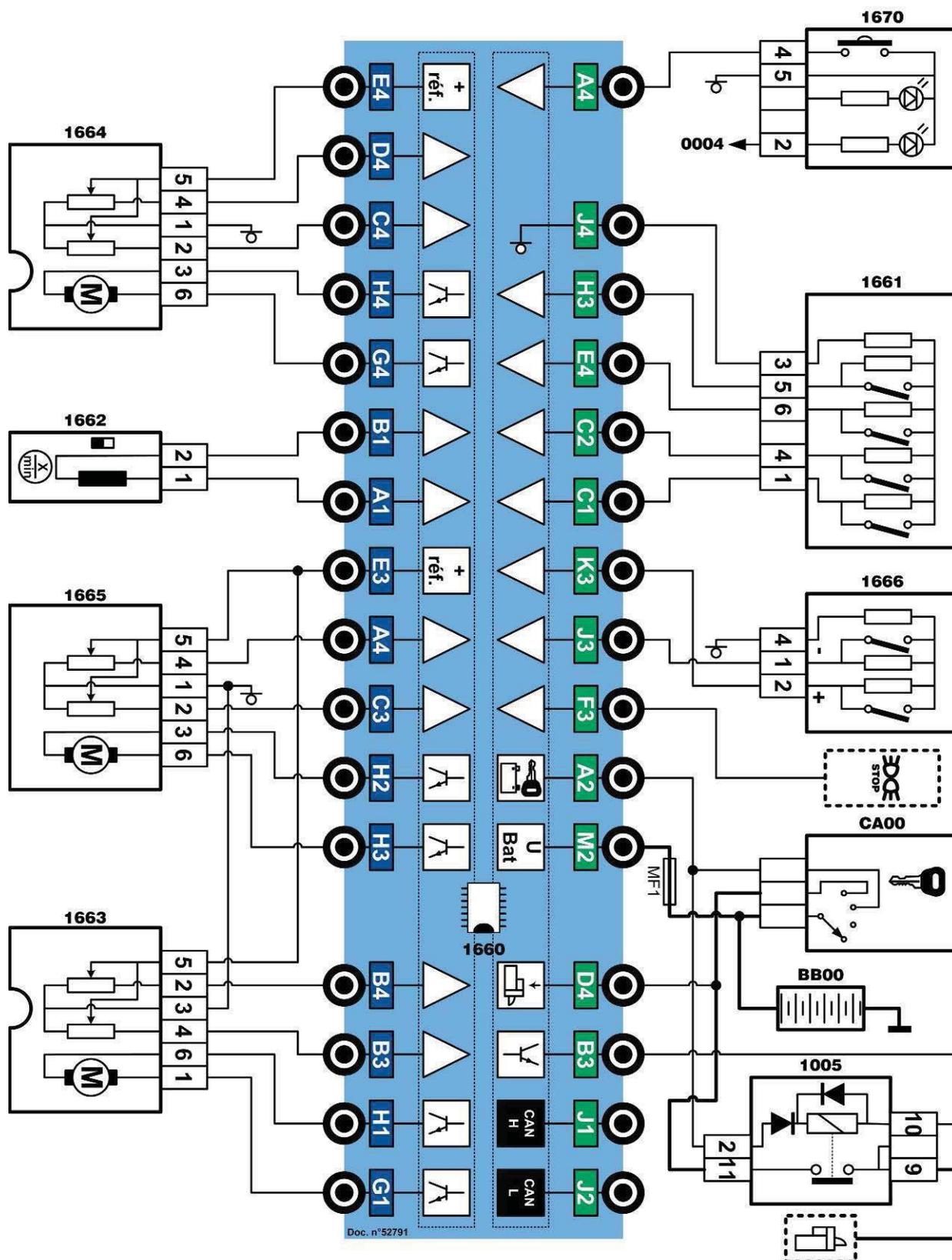
Schéma des entrées / sorties du calculateur BVR avec bornes de mesures et boîte à pannes.



Le schéma du calculateur est souple et amovible (A.). Une fois retiré il n'y a plus que les couleurs et numéro de voie pour identifier les bornes (B.). Le capot rigide peut à son tour être retiré (à l'aide de sa clé). Sous ce capot des fusibles permettent la mise en place de pannes (C.).



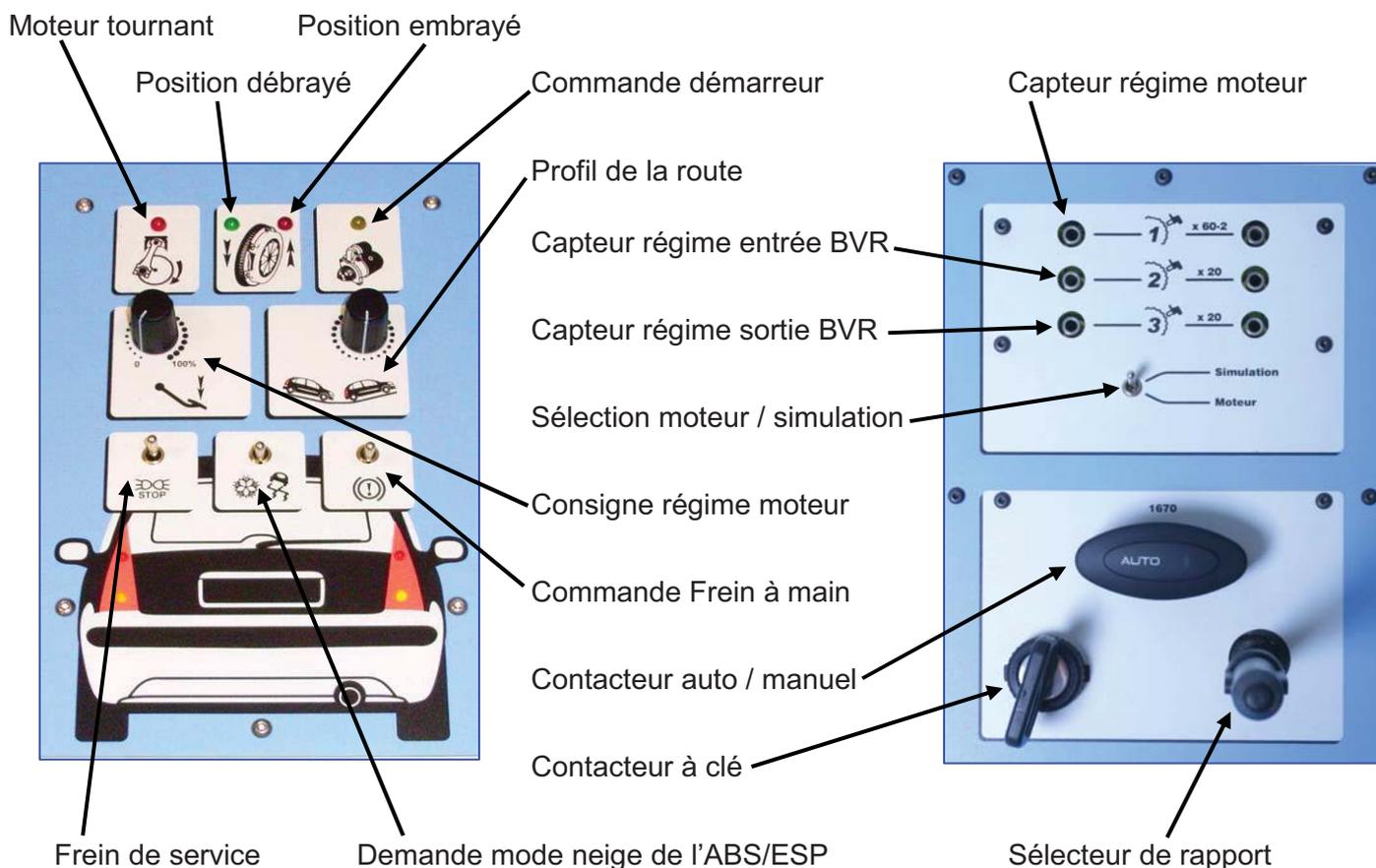
Face avant de la maquette :



Nomenclature :

REPERE CONSTRUCTEUR	COMPOSANT
BB00	BATTERIE
CA00	CONTACTEUR ANTIVOL
0004	COMBINE
1005	RELAIS D'INTERDICTION DE DEMMARRAGE
1660	CALCULATEUR BVM PILOTEE
1661	SELECTEUR DE RAPPORT
1662	CAPTEUR VITESSE BVM PILOTEE
1663	ACTIONNEUR DE PASSAGE
1664	ACTIONNEUR DE SELECTION
1665	ACTIONNEUR D'EMBRAYAGE
1666	COMMANDE DE VITESSE AU VOLANT
1670	CONTACTEUR MODE AUTO BVM PILOTEE

Partie commande et mesure régimes :



## 5. DIAGNOSTIC ET INTERVENTION SUR BVR

### 5.1. INTERVENTIONS DIVERSES

A la mise du contact, lors de l'appui sur la pédale de frein, le calculateur de boîte de vitesses effectue :

- l'initialisation de la position de la fourchette d'embrayage (mouvement de la fourchette d'embrayage),
- une initialisation de la position du levier de vitesses (mouvement du levier de vitesses).

Il est impossible de démarrer le moteur thermique pendant les opérations d'initialisation de la position des actionneurs. Le temps d'attente nécessaire à l'initialisation de la position des actionneurs varie entre 10 secondes et 1 minute.

#### 5.1.1. Description

Pour fonctionner le calculateur de boîte de vitesses doit mémoriser les caractéristiques de la boîte de vitesses (actionneurs embrayage et boîte de vitesses). Cette mémorisation est effectuée après une procédure d'apprentissage activée par l'outil de diagnostic.

Les apprentissages permettent au calculateur de boîte de vitesses :

- de faire une reconnaissance des caractéristiques des pièces du système,
- d'initialiser le système.

Les procédures suivantes nécessitent l'emploi de l'outil de diagnostic :

- apprentissage de l'actionneur d'embrayage,
- apprentissage de l'actionneur de boîte de vitesses,
- lecture et écriture des compteurs d'utilisation,
- démontage de l'actionneur de boîte de vitesses,
- calage de l'actionneur de boîte de vitesses en position de montage.

#### 5.1.2. Dépose, repose de pièces

Élément déposé / reposé	Opération effectuée	Observations
<b>Dépose/repose</b> calculateur de boîte de vitesses	Couper le contact Attendre l'extinction du combiné Déconnecter le câble de la borne négative de la batterie	
<b>Dépose</b> actionneur d'embrayage	Dépose de l'actionneur d'embrayage	
<b>Repose</b> de l'actionneur d'embrayage	Après la repose de l'actionneur d'embrayage, effectuer les <b>apprentissages</b>	Durée de l'apprentissage environ 12 secondes
<b>Dépose</b> de l'actionneur de boîte de vitesses	Avant la dépose de l'actionneur, effectuer un « <b>démontage de l'actionneur de boîte de vitesses</b> » à l'aide de l'outil constructeur	

Elément déposé / reposé	Opération effectuée	Observations
<b>Repose</b> de l'actionneur de boîte de vitesses	Après la pose de l'actionneur de boîte de vitesses, effectuer les <b>apprentissages</b>	Durée de l'apprentissage environ 12 minutes
<b>Repose</b> actionneur boîte de vitesses mal démonté	Avant la pose de l'actionneur, effectuer un « <b>calage de l'actionneur en position</b> » Après la pose de l'actionneur effectué les apprentissages	Durée de calage (Durée de l'apprentissage environ 12 min)
<b>Dépose</b> boîte de vitesses	Cette opération nécessite la dépose de l'actionneur d'embrayage, de l'actionneur de boîte de vitesses et du calculateur de boîte de vitesses	
<b>Repose</b> boîte de vitesses	Les actionneurs doivent être remontés sur la boîte de vitesses  Reposer l'actionneur d'embrayage Reposer l'actionneur de boîte de vitesses Effectuer les « <b>séquences d'apprentissages</b> » (enchaînement automatique de tous les apprentissages)	Les apprentissages de l'actionneur d'embrayage doivent être <b>impérativement</b> réalisés avant les apprentissages de l'actionneur de boîte de vitesses (Durée de l'apprentissage environ 13 min)
<b>Dépose/repose</b> des commandes de vitesses au volant de direction	Aucune	
<b>Dépose/repose</b> du sélecteur de rapport	Aucune	

### 5.1.3. Description des apprentissages de l'actionneur d'embrayage

#### Apprentissage des positions terminales :

Les apprentissages des positions terminales de l'actionneur d'embrayage permettent au calculateur de boîte de vitesses de mémoriser la course totale de la fourchette d'embrayage.

Quelques conditions sont à respecter pour effectuer l'apprentissage :

- moteur à l'arrêt,
- véhicule à l'arrêt sur sol horizontal,
- contact mis.

Sur ordre de l'outil de diagnostic, le calculateur provoque l'ouverture ou la fermeture de l'embrayage (débrayé ou embrayé).

Un échec de l'apprentissage génère un code défaut dans la mémoire du calculateur de boîte de vitesses.

### Apprentissage du point de léchage :

Le point de léchage de l'embrayage correspond à la position de la fourchette d'embrayage qui provoque le début de l'entraînement de l'arbre primaire de la boîte de vitesses.

Conditions à respecter pour effectuer l'apprentissage :

- moteur tournant au régime de ralenti,
- véhicule à l'arrêt sur sol horizontal,
- position « N » sélectionnée,
- frein à main serré.

Sur ordre de l'outil de diagnostic, le calculateur de boîte de vitesses provoque une succession d'ouvertures et de fermetures partielles de l'embrayage. Il détecte, à partir du capteur de vitesse d'entrée de boîte, le régime de rotation de l'arbre primaire.

Après l'échange d'un embrayage, il est nécessaire de renouveler l'apprentissage de l'actionneur d'embrayage à l'issue de l'essai routier.

#### **5.1.4. Description de l'apprentissage de l'actionneur de boîte de vitesses**

L'apprentissage de l'actionneur de boîte vitesses permet de mémoriser les caractéristiques de la commande interne de la boîte de vitesses. Il mémorise également la position de l'actionneur de boîte de vitesses sur la BVR.

**Attention :** toujours effectuer les apprentissages de l'actionneur d'embrayage avant l'apprentissage de l'actionneur de boîte de vitesses.

Conditions à respecter pour effectuer l'apprentissage :

- moteur à l'arrêt,
- frein à main desserré,
- véhicule à l'arrêt sur sol horizontal,
- tension batterie supérieure ou égale à 12V.

Une chute de tension de batterie en dessous de 10,5V pendant la procédure d'apprentissage provoque un échec.

Le calculateur de boîte de vitesses provoque un ensemble de mouvements saccadés pour déterminer la position de chaque rapport et la forme de la grille des vitesses.

Pour mémoriser définitivement les apprentissages il est nécessaire d'effectuer les opérations suivantes :

- couper le contact,
- attendre l'extinction du combiné,
- attendre 4 minutes avant de remettre le contact.

Un échec de l'apprentissage génère un code défaut dans la mémoire du calculateur de boîte de vitesses.

### 5.1.5. Démontage de l'actionneur de boîte de vitesses

Le calculateur de boîte de vitesses provoque le déplacement du levier de vitesses en position de démontage (voir opération correspondante).

Cette action doit être utilisée actionneur monté sur la boîte de vitesses.

A la fin du dialogue avec l'outil de diagnostic, l'actionneur reste calé en position de démontage.

**Attention** : vérifier la position du levier de vitesses, avant tout démontage.

Si l'actionneur est déposé sans être calé au préalable, calez-le en position de montage en utilisant la fonction « calage de l'actionneur de boîte de vitesses en position montage ».

Calage de l'actionneur de boîte de vitesses en position de montage :

**Attention** : cette fonction est à utiliser seulement actionneur démonté.

Cette fonction permet de caler l'actionneur de boîte de vitesses en position de montage. Pour effectuer cette opération de calage, l'actionneur doit être démonté et doit être retourné, pattes de fixation en haut.

### 5.1.6. Echange d'un calculateur BVR

Ne jamais intervertir 2 calculateurs de boîte de vitesses entre deux véhicules. Le cas échéant, procéder pour chaque calculateur à la totalité des apprentissages.

Le non respect des consignes entraîne un dysfonctionnement de la boîte de vitesses, voire la destruction des actionneurs.

Il n'y a pas de télécodage à effectuer sur un calculateur neuf.