

# **B - ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ**

## **Session 2007**

Afin de couvrir au maximum le domaine professionnel que peut enseigner un futur professeur de lycée professionnel intervenant dans une section de Génie Mécanique option Maintenance des Véhicules, Machines Agricoles, Engins de Chantier, cette épreuve a été décomposée cette année en 5 parties prenant en compte l'évolution technique des véhicules.

**Session de 2007**

**CA / PLP**

**CONCOURS INTERNE ET CAER**

**Section : GÉNIE MÉCANIQUE**

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

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

**Durée 6 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.*

*Si vous estimez que le texte du sujet, de ses questions ou de ses annexes comporte une erreur, signalez lisiblement votre remarque dans votre copie et poursuivez l'épreuve en conséquence.*

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

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

Documents composant l'épreuve écrite :

- Un dossier technique décrivant le fonctionnement du système composé de 23 pages ;
- Un dossier de travail composé de 23 pages à compléter (qu'il faut rendre en totalité en fin d'épreuve).

### Barème de notation /150

Analyse fonctionnelle	/15
Architecture électrique du système	/45
Étude des éléments périphériques	/50
Étude mécanique du système galet tendeur	/28
Le système multiplexé	/12

### Conseils aux candidats

Afin de traiter l'ensemble de l'épreuve, il est conseillé aux candidats de consacrer approximativement, pour chacune des parties, les temps suivants :

Lecture du dossier	: 60 min
Analyse fonctionnelle	: 50 min
Architecture électrique du système	: 90 min
Étude des éléments périphériques	: 80 min
Étude mécanique du système galet tendeur	: 60 min
Le système multiplexé	: 20 min

Il est conseillé aux candidats de lire attentivement le dossier technique avant de composer

**Section : GÉNIE MÉCANIQUE**

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

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

**Session 2007**

**DOSSIER TECHNIQUE**

Ce dossier comporte 23 pages

# Le système STOP & START sur CITROËN C3

<b>Sommaire:</b>	<b>pages</b>
Présentation du système général	3
- fonctions stop & start	3
- synoptique électrique	3
- synoptique mécanique	4
Eléments spécifiques au stop & start	4
Les éléments périphériques	12
Les phases de fonctionnement du stop & start	15
L'architecture multiplexée	16
Le système de réfrigération	18
<u>Annexes :</u>	20
Schéma électrique système de gestion moteur	21
Schéma électrique système stop & start	22
Nomenclature des schémas électriques	23

# PRÉSENTATION DU SYSTÈME STOP & START

## 1) FONCTION STOP & START

### A - PRINCIPE

La fonction stop & start « stoppe » le moteur lors de l'arrêt du véhicule. Le redémarrage du moteur s'effectue soit par une action directe du conducteur (par ex : lâcher de frein), soit dès que la fonction stop & start détecte un besoin système.

### B - AVANTAGES

Les avantages sont :

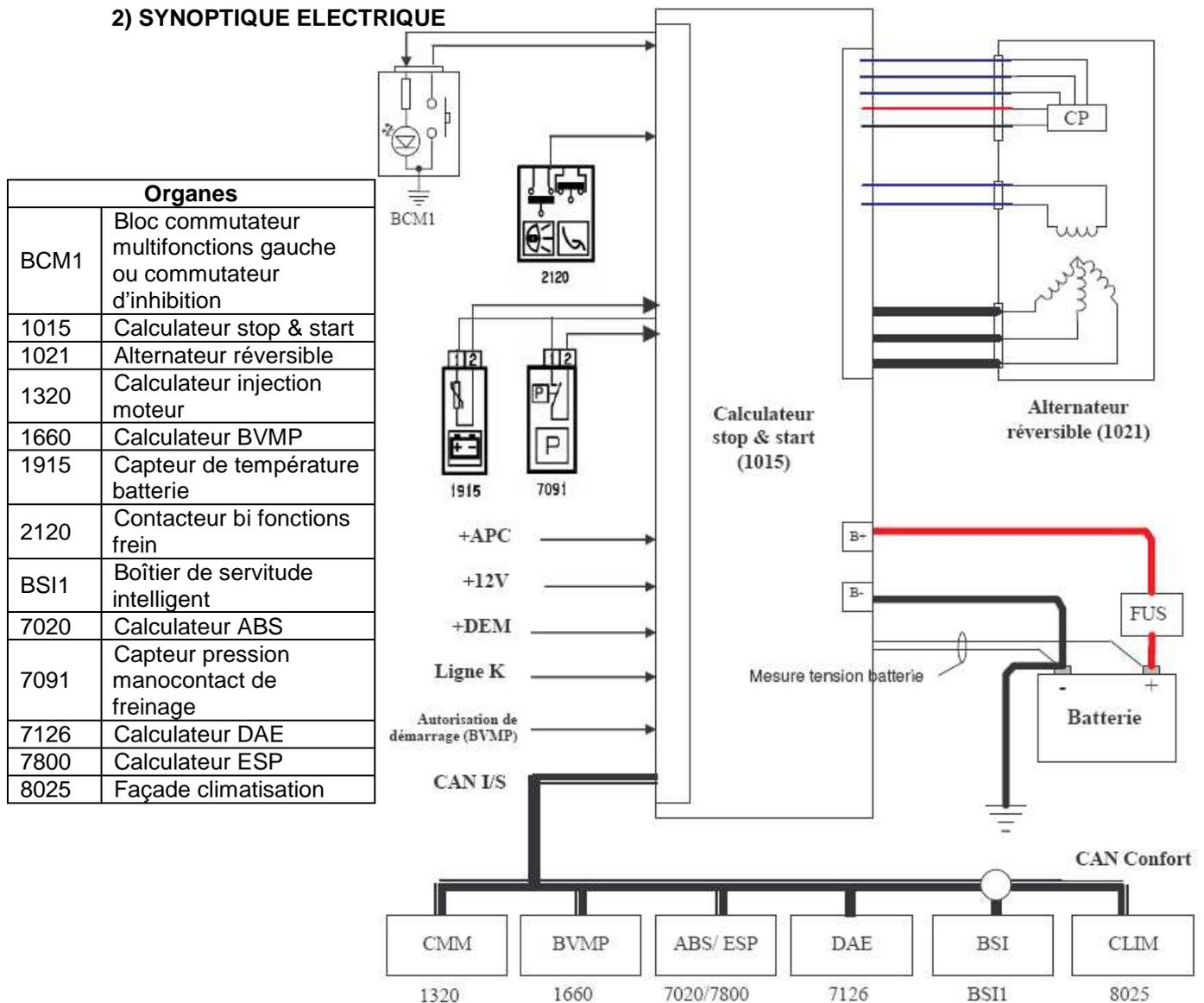
- Baisse de la consommation et des émissions polluantes
- Démarrage rapide et silencieux du moteur thermique (400ms)
- Suppression des bruits et des vibrations à l'arrêt du véhicule

### C - VEHICULE « TYPE »

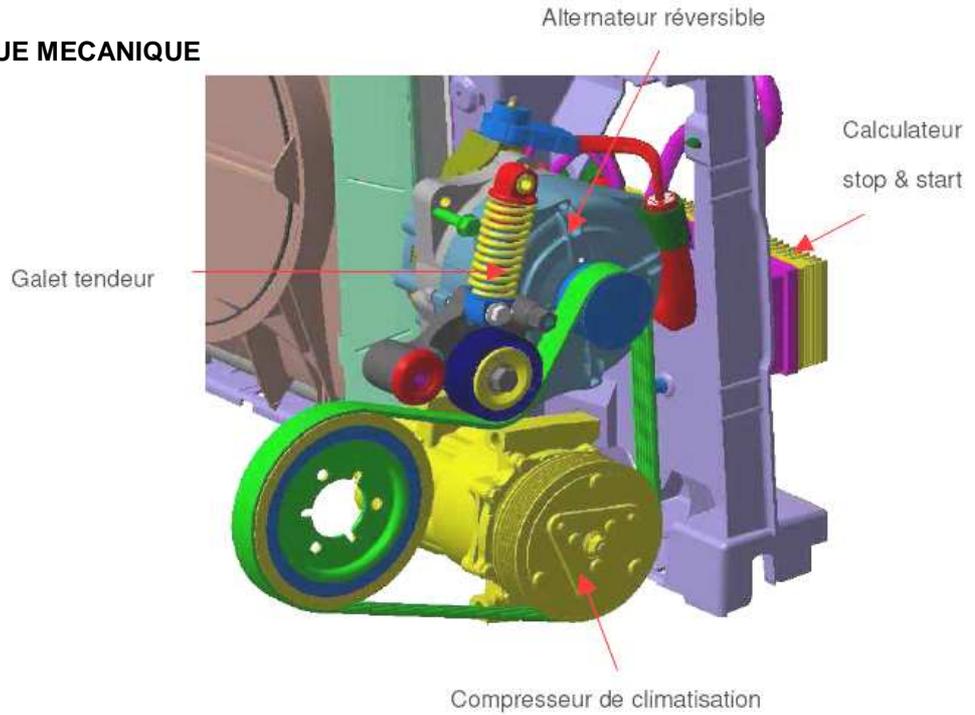
Ce système est actuellement monté uniquement sur C3 équipé de :

- Moteur ET3 (KFU)
- Injection Magnetti Marelli (6LP)
- BVMP
- Climatisation automatique

## 2) SYNOPTIQUE ELECTRIQUE



### 3) SYNOPTIQUE MECANIQUE



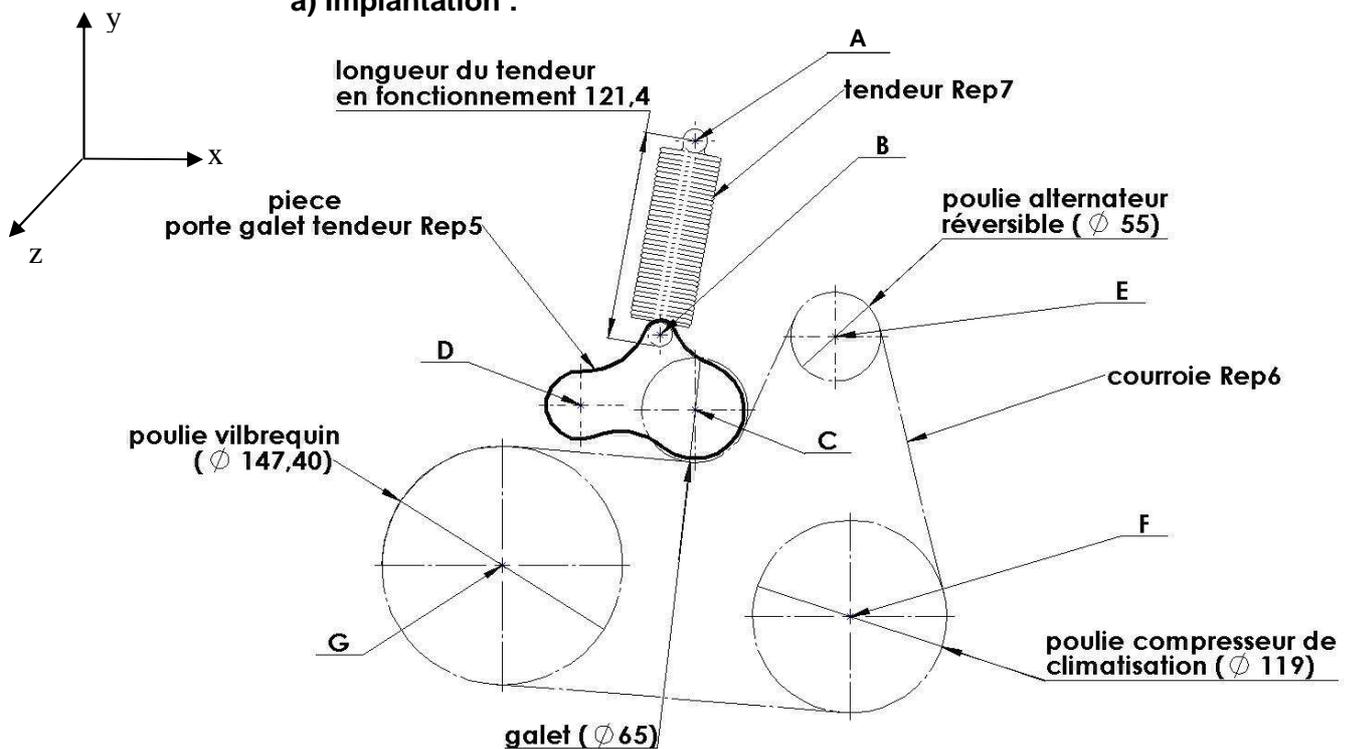
## ÉLÉMENTS SPÉCIFIQUES AU STOP & START

Les éléments spécifiques à la fonction stop & start :

- Galet tendeur.
- Alternateur réversible.
- Calculateur stop & start (ou AR2S).
- Batterie principale.
- Batterie secondaire.
- Capteur de température batterie (1915).
- Mesure tension batterie (intégrée au calculateur stop & start).
- Capteur pression manocontact de freinage (7091).
- Commutateur d'inhibition (BCM1).

### 1) LE GALET TENDEUR

#### a) Implantation :

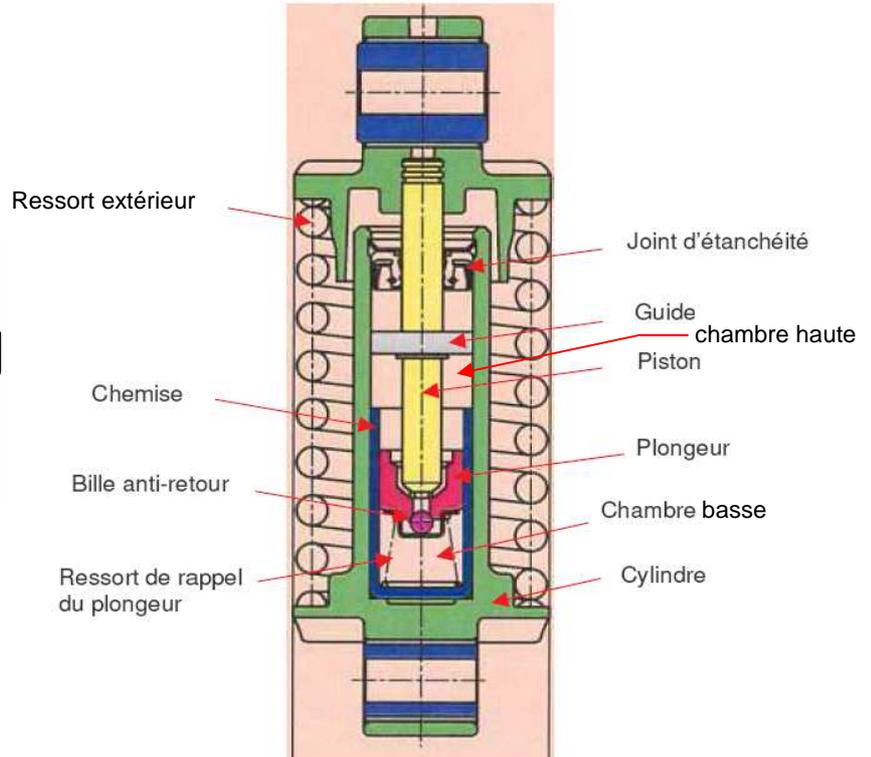
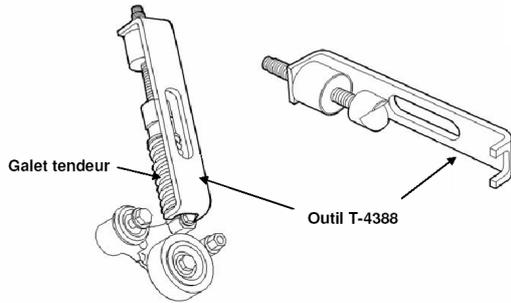


### b) Rôle :

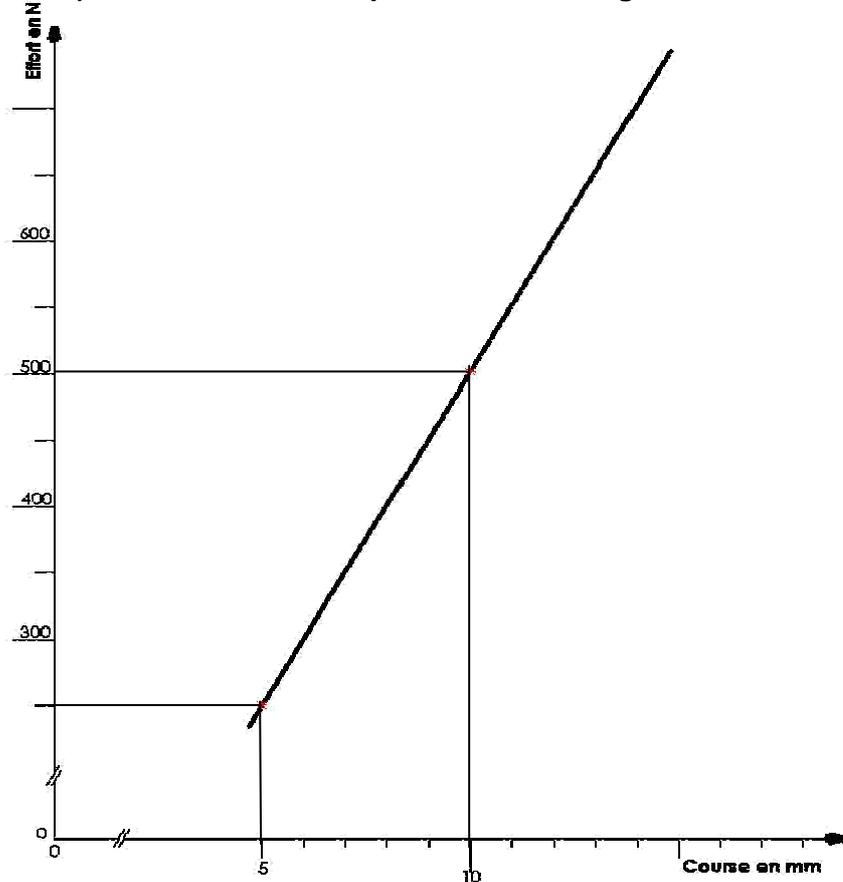
Le galet tendeur doit maintenir la courroie tendue pendant la phase de démarrage du moteur et fonctionner comme un galet tendeur « classique » pendant la phase alternateur.

### c) Description interne :

Nota : Utiliser l'outil 4388-T pour comprimer le ressort du galet tendeur  
Comprimer lentement le ressort (1 tour toutes les 10 secondes).

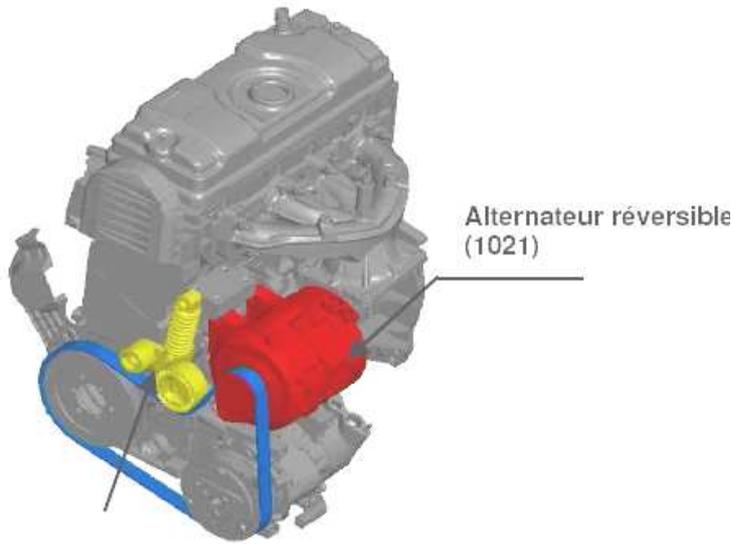


### d) courbe caractéristique du ressort du galet tendeur



## 2) L'ALTERNATEUR RÉVERSIBLE

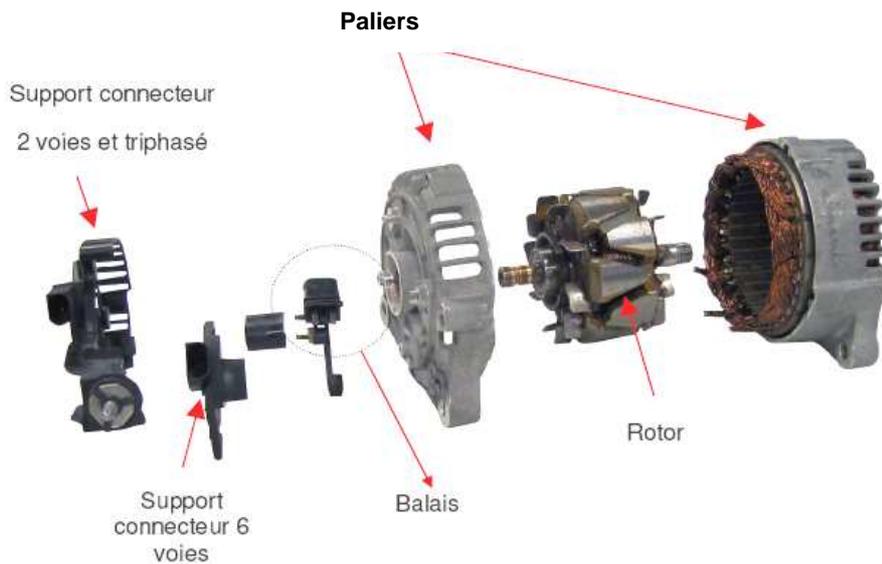
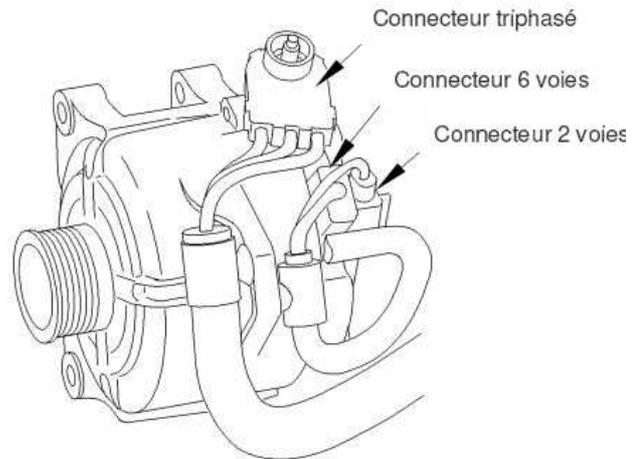
### a) Implantation



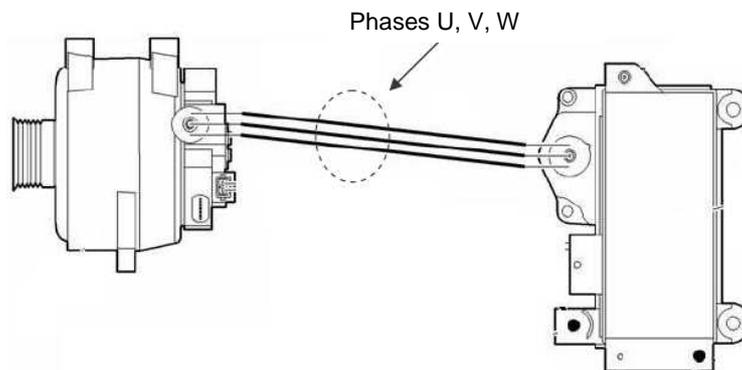
Galet tendeur

### b) Description

L'alternateur réversible a montage étoile triphasé de conception mécanique classique (6 paires de pôles).

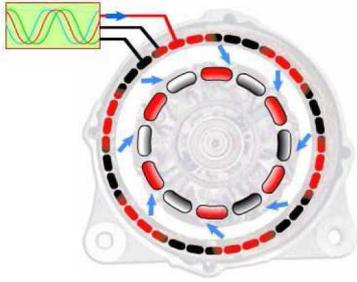


### c) connecteur triphasé



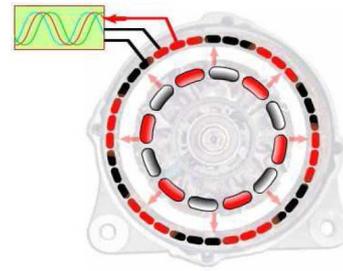
## Mode démarreur

En mode démarreur l'alternateur réversible reçoit le courant triphasé du calculateur stop & start.



## Mode alternateur

En mode alternateur, l'alternateur réversible envoie le courant triphasé au calculateur stop & start.

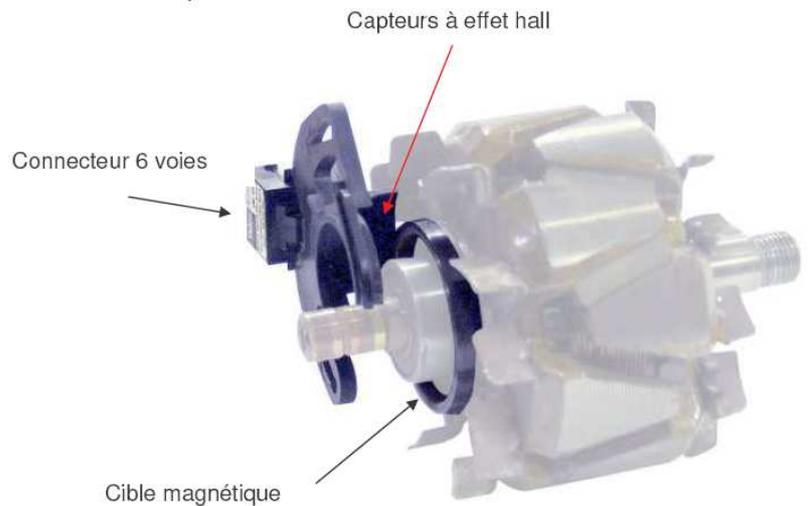


### **d) Connecteurs 6 voies**

Le connecteur 6 voies correspond aux capteurs de position du rotor. Les capteurs de position sont au nombre de trois, un capteur par phase.

En mode alternateur, les capteurs de position permettent de connaître la vitesse de rotation du rotor. Avec cette information le calculateur stop & start synchronise le pilotage des transistors pour redresser le courant triphasé.

En mode démarreur, les capteurs de position permettent de connaître la position du rotor et ainsi d'envoyer dans le bon ordre les phases (U, V, W) sur les bobines afin de créer la rotation et d'optimiser le couple de rotation.



### **e) Connecteur 2 voies**

Le connecteur 2 voies alimente via des balais (X2) le rotor de l'alternateur réversible.

En mode démarreur les balais sont alimentés afin de polariser le rotor.

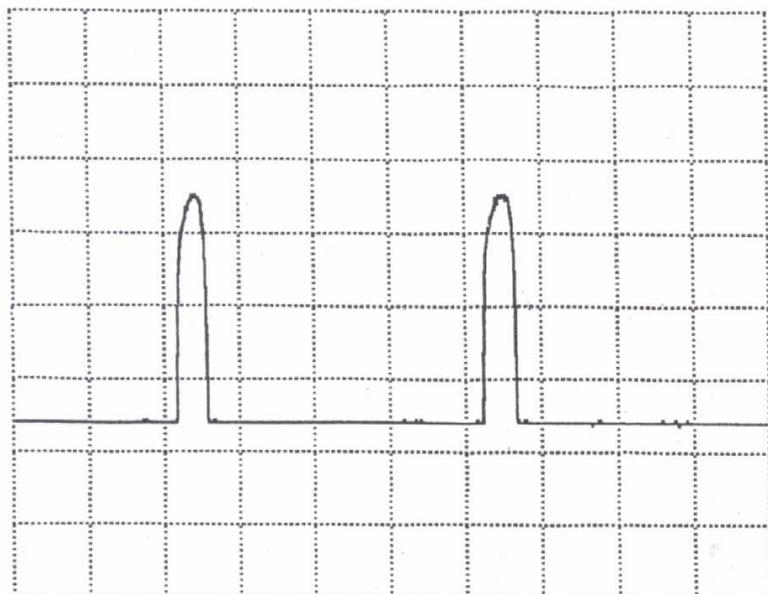
En mode alternateur le calculateur stop & start alimente le rotor (via les balais) en fonction des consommateurs branchés et de la vitesse de rotation du moteur thermique.





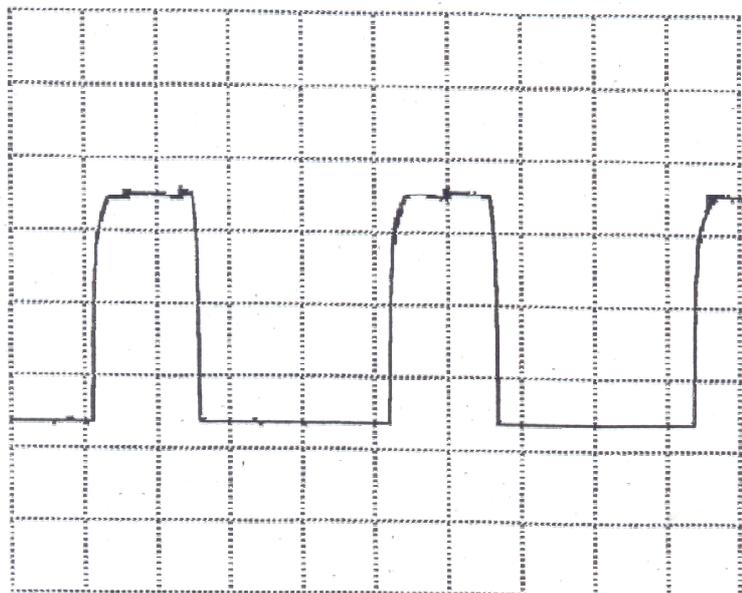
**Mesure n°1 de la tension d'excitation du rotor (connecteur 2 voies)**  
**GRAPHE 1**

CH1 - VOLTS / DIV : = 5V  
 BASE DE TEMPS – SEC/DIV : = 1ms  
 NIVEAU TRIGGER CH1 : = AUTO  
 PRETRIGGER : = 25%  
 DELTA CURSEURS : = OFF  
 ADD CH1 / CH2 : = OFF



**Mesure n°2 de la tension d'excitation du rotor (connecteur 2 voies)**  
**GRAPHE 2**

CH1 - VOLTS / DIV : = 5V  
 BASE DE TEMPS – SEC/DIV : = 1ms  
 NIVEAU TRIGGER CH1 : = AUTO  
 PRETRIGGER : = 25%  
 DELTA CURSEURS : = OFF  
 ADD CH1 / CH2 : = OFF

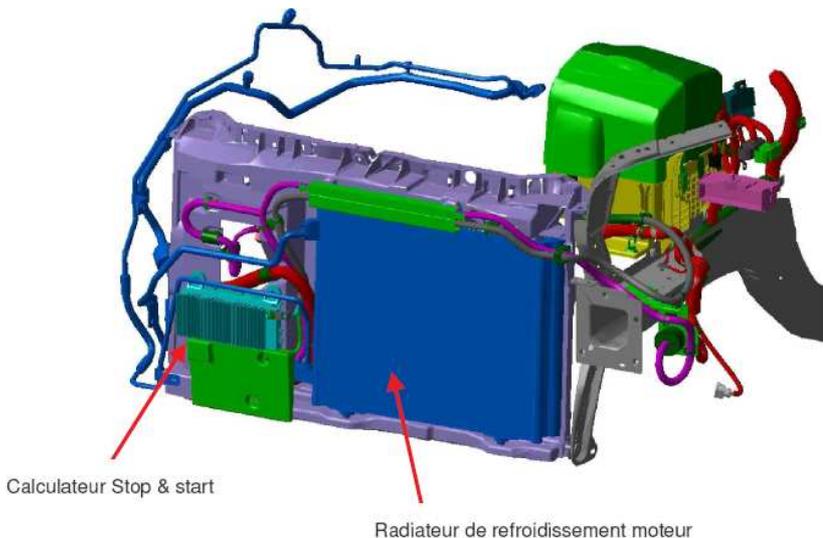


**Mesure n°3 de la tension d'excitation du rotor (connecteur 2 voies)**  
**GRAPHE 3**

CH1 - VOLTS / DIV : = 5V  
 BASE DE TEMPS – SEC/DIV : = 1ms  
 NIVEAU TRIGGER CH1 : = AUTO  
 PRETRIGGER : = 25%  
 DELTA CURSEURS : = OFF  
 ADD CH1 / CH2 : = OFF

### 3) LE CALCULATEUR STOP & START

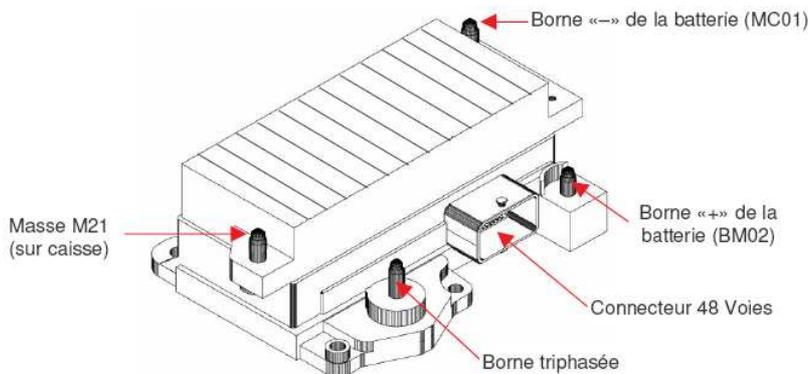
#### a. L'implantation :



#### b. Rôle :

- Le calculateur stop & start gère :
- Les conditions de stop et de redémarrage du moteur
  - L'état de charge de la batterie estimé en % qu'il communique au BSI1
  - Le diagnostic de la fonction
  - La conversion du courant alternatif triphasé en courant continu (redresseur à transistors)
  - La conversion du courant continu en courant alternatif triphasé (onduleur).

#### c. Description :



### 4) BATTERIE PRINCIPALE

#### a) Description :

- Caractéristiques :
- batterie étanche
  - Classe L2 400 (ou 640A (EN))
  - 55 Ah

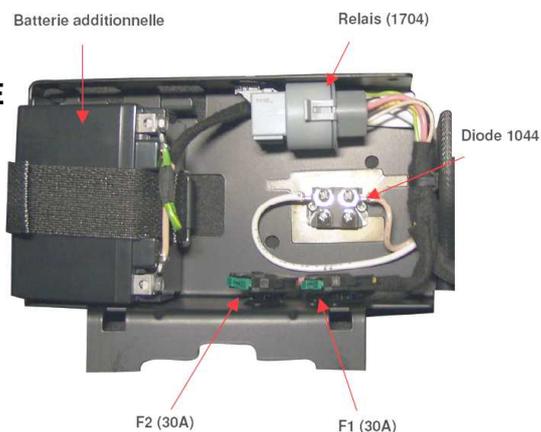
#### b) Rôle :

La batterie principale fournit l'énergie nécessaire à l'alternateur réversible lors des phases démarrage moteur. Lors des phases de stop, la batterie principale alimente avec la batterie additionnelle le réseau de bord.

### 5) LE SOUS SYSTEME DE BATTERIE ADDITIONNELLE

#### a) L'implantation :

La batterie additionnelle se situe sous le siège conducteur :



## b) Description des éléments :

### 1. La batterie additionnelle :

- Batterie « type » moto
- 5 Ah

Lors des phases de « stop » les deux batteries alimentent le réseau de bord. Lors des démarrages et redémarrages, la batterie additionnelle alimente seule :

- L'autoradio
- L'écran multifonctions
- La façade de climatisation
- Le combiné

La batterie additionnelle empêche une fluctuation de l'éclairage du combiné, de la façade de climatisation, de l'écran multifonction et d'un reset autoradio en maintenant une tension constante lors des phases de démarrage ou redémarrage. La batterie additionnelle est rechargée pendant les phases moteur tournant.

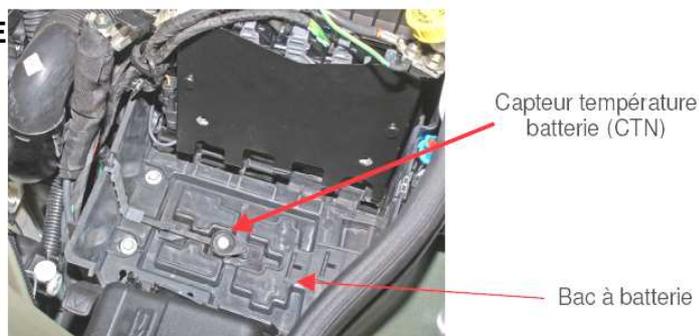
### 2. La diode (1044)

### 3. Le relais (1704)

### 4. Le relais (8419)

## 6) LE CAPTEUR DE TEMPERATURE BATTERIE

### a) L'implantation :



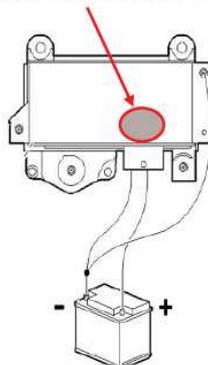
### b) Rôle :

L'information température batterie permet au calculateur stop & start d'évaluer l'état de charge de la batterie. Le calculateur stop & start utilise également l'information de la tension batterie pour évaluer son état de charge.

## 7) LE CAPTEUR DE TENSION BATTERIE

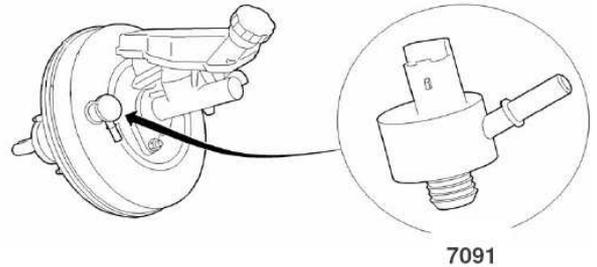
### a) L'implantation :

Mesure de la tension batterie  
intégrée au calculateur stop & start



## 8) LE MANOCONTACT D'ASSISTANCE AU FREINAGE

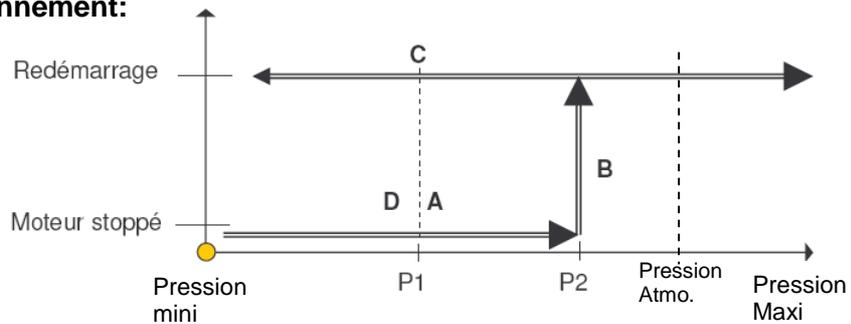
### a) L'implantation:



### b) Rôle:

L'information du manocontact de freinage permet au calculateur stop & start d'évaluer la capacité de freinage.

### c) Fonctionnement:



Etape	Action
A	Le moteur est stoppé mais le véhicule n'est pas totalement arrêté; la pression dans le master-vac atteint la valeur P2 (pression < Patm).
B	La pression P2 est insuffisante pour assurer l'assistance de freinage; redémarrage du moteur.
C	Moteur tournant la pression revient à la valeur P1; l'assistance de freinage est redevenue « normale »
D	Dès que la pression atteint la valeur P1 une nouvelle action (relâchement et appui) sur la pédale de frein autorise à nouveau le stop moteur.

### d) Signal électrique:

Le signal du manocontact assistance de freinage est un signal tout ou rien.

Pression valide : 0v (contacteur fermé :  $P < P2$ )

Pression non valide :  $\approx 2.5$  V (contacteur ouvert:  $P > P2$ )

## 9) LE COMMUTATEUR D'INHIBITION DE LA FONCTION STOP & START

### a) L'implantation :



### b) Rôle :

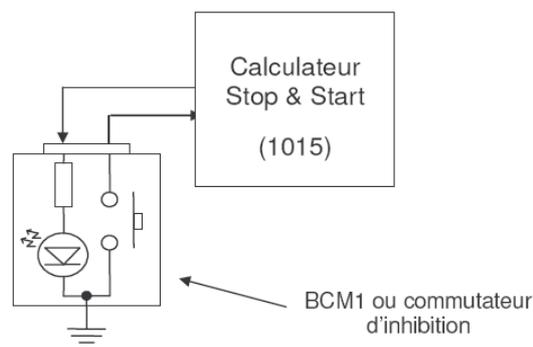
Le commutateur d'inhibition permet de neutraliser la fonction stop & start.

Eteint : fonction active

Allumé : fonction neutralisée

En cas de mode dégradé de la fonction stop & start, la led du commutateur d'inhibition est toujours allumée.

**c) Description :**



## 10) ENTREES SORTIES DU CALCULATEUR STOP & START

**A - +APC**

L'alimentation +APC sert au réveil du calculateur stop & start

**B - +12VOLTS**

Le 12V permanent sert au fonctionnement de l'horloge interne.

L'horloge interne réveille le calculateur stop & start toutes les 2 heures (une fois que le contact est coupé) pour mesurer la tension batterie. Cette mesure de tension batterie est dite tension batterie « reposée ».

**C - +DEM**

L'info +DEM sert pour détecter une demande de démarrage.

**D - LIGNE K**

Ligne de diagnostic

**E - AUTORISATION DE DEMARRAGE**

Le rôle principal de la BVMP est de déterminer l'autorisation de démarrage du moteur thermique. L'autorisation de démarrage est donnée par :

- Embrayage ouvert : autorisation de démarrage.
- Embrayage fermé : interdiction de démarrage.

Le calculateur BVMP utilise 2 moyens de diffusion :

- Filaire (uniquement pour calculateur stop & start)
- Multiplexé (tous les calculateurs du réseau CAN I/S)

L'information filaire est un signal tout ou rien

- Autorisation de démarrage : 0V
- Interdiction de démarrage : 12V

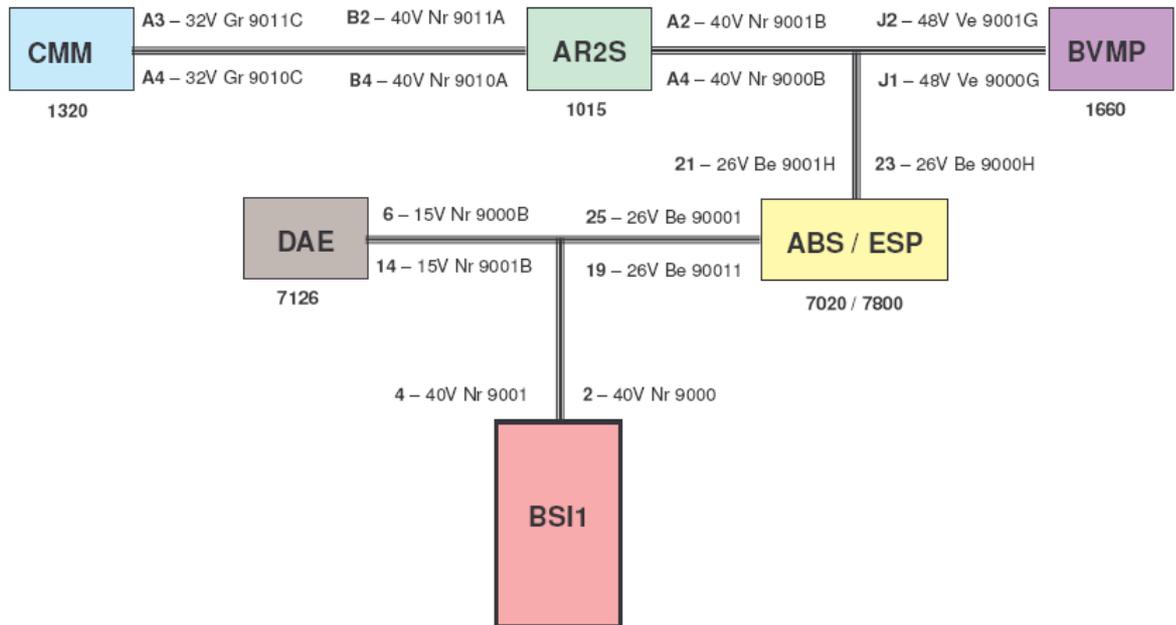
Dans le cas d'un véhicule non stop & start ce fil permet de piloter le relais de démarrage (1005).

## ELEMENTS PERIPHERIQUES

Eléments périphériques :

- Boîtier de servitude intelligent (BSI1)
- Boîte de vitesses manuelle pilotée (BVMP)
- Direction assistée électrique (DAE)
- Anti-blocage des roues (ABS)
- Calculateur moteur (CMM)
- Contacteur bi-fonctions frein (2120)

## 1) SYNOPTIQUE :



## 2) BOÎTIER DE SERVITUDE INTELLIGENT (BSI1)

Le BSI1 détermine :

- Le besoin habitacle (voir phase de fonctionnement définition des besoins)
- Contact principal de la pédale de frein
- Température extérieure

## 3) CALCULATEUR INJECTION MOTEUR (1320)

Le calculateur moteur détermine :

- Le besoin moteur (voir phase de fonctionnement définition des besoins)
- Etat du contacteur secondaire de frein
- Température eau moteur
- Volonté conducteur (accélérateur)

### Gestion du moteur (injection ET3J4 de Magneti Marelli)

Le calculateur moteur gère l'injection à partir des informations de couple moteur:

- le calculateur moteur calcule le besoin en couple du moteur à partir du capteur pédale d'accélérateur
- le couple moteur demandé tient compte de corrections diverses (couple absorbé par l'alternateur, couple absorbé par le compresseur de réfrigération, ...)

### Cycle d'allumage et d'injection

Injection "séquentielle" phasée: Les injecteurs sont commandés séparément dans l'ordre d'injection (1-3-4-2), juste avant la phase d'admission.

Allumage statique : une bobine par cylindre.

Le calculateur d'injection fait appel à des stratégies spécifiques pour le démarrage et l'arrêt du moteur.

### Fonction diagnostic EOBD

EOBD : European On Board Diagnostic, diagnostic des équipements de dépollution.

Ce diagnostic permet d'informer le conducteur que les équipements de dépollution ne remplissent plus leur rôle.

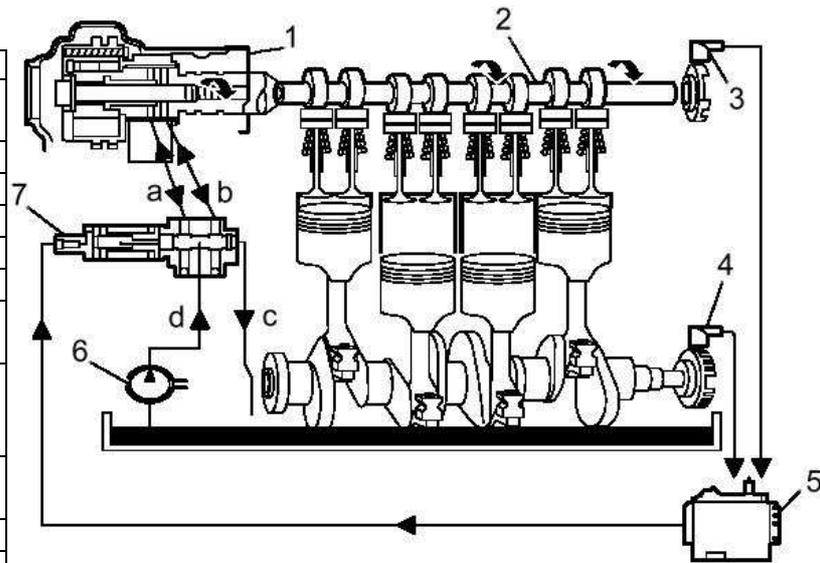
Le système de diagnostic embarqué surveille :

- les ratés à la combustion (émissions polluantes, destruction du pot catalytique)
- l'efficacité du catalyseur
- la détérioration des sondes à oxygène
- l'injection d'air à l'échappement

## Fonction alimentation en air :

Synoptique :

Repère	Désignation
1	Déphaseur d'arbre à cames d'admission (VVT)
2	Arbre à cames d'admission
3	Capteur référence cylindre
4	Capteur de régime moteur
5	Calculateur moteur
6	Pompe à huile
7	Électrovanne de commande du déphaseur d'arbre à cames
a	Alimentation ou retour d'huile moteur du déphaseur d'arbre à cames d'admission (VVT)
b	Alimentation ou retour d'huile moteur du déphaseur d'arbre à cames
c	Retour d'huile vers le carter
d	Arrivée de l'huile moteur sous pression dans l'électrovanne de distribution variable.



L'électrovanne de commande du déphaseur d'arbre à cames commande hydrauliquement le déphaseur d'arbre à cames d'admission (VVT). Le calculateur moteur pilote l'électrovanne (distributeur 4/3) de commande du déphaseur d'arbre à cames en fonction du régime moteur et de la charge moteur.

Le déphaseur d'arbre à cames d'admission (VVT) est commandé par la pression de l'huile moteur. L'électrovanne de commande du déphaseur d'arbre à cames distribue l'huile moteur sous pression dans 5 chambres ou 5 autres chambres. La différence de pression d'huile entre les chambres décale l'arbre à cames d'admission.

### 4) BOÎTE DE VITESSES MANUELLE PILOTÉE (1660)

Le calculateur de la boîte de vitesses manuelle pilotée détermine l'autorisation de démarrage (embrayage ouvert = autorisation). Cette information est à la fois envoyée en filaire au calculateur stop & start et diffusée sur le réseau à tous les calculateurs concernés (AR2S, CMM, BSI...)

### 5) DIRECTION ASSISTÉE ELECTRIQUE (7126)

La direction assistée électrique détermine le couple sur le volant de direction.

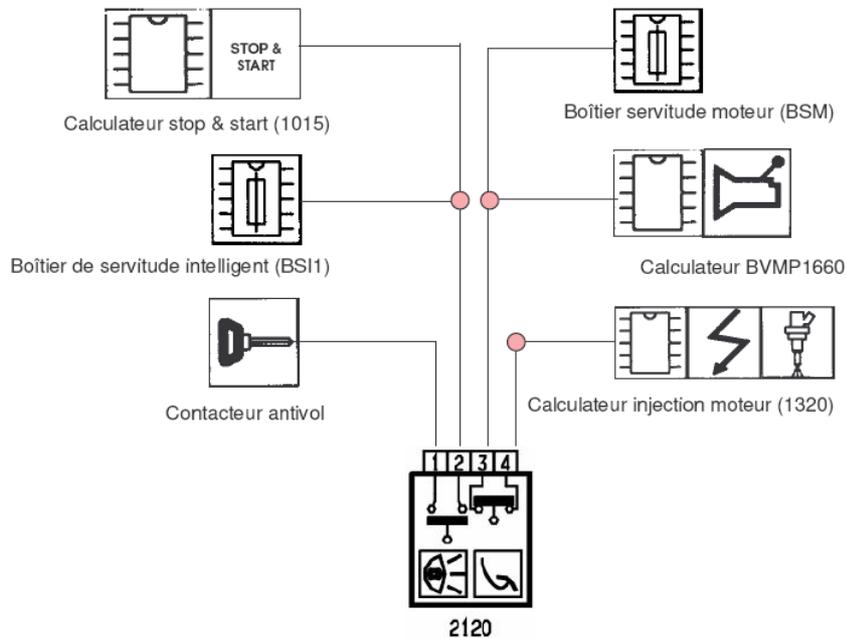
### 6) CALCULATEUR ABS / ESP (7800)

Le calculateur détermine et diffuse l'information vitesse véhicule à l'ensemble des calculateurs du réseau.

### 7) CONTACTEUR BI FONCTIONS FREIN (2120)

- Rôle

Le signal du contacteur bi fonction frein transmet au calculateur stop & start l'information d'une action sur la pédale de frein, mais également au BSI1, CMM, BVMP...)



## PHASES DE FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STOP & START

### 1) FONCTIONNEMENT GLOBAL

Lors d'un freinage, le moteur est « stoppé » avant l'arrêt complet du véhicule (vitesse < 6 km/h); un voyant « ECO » s'allume au combiné. Le moteur est « stoppé » si toutes les conditions de sécurité, pollution et de confort sont remplies et qu'il n'y a pas de « besoin système ».

Le moteur reste « stoppé » tant que le conducteur reste appuyé sur la pédale de frein et qu'il n'y a pas d'apparition d'un « besoin système ».

Dès que le conducteur relâche la pédale de frein, le moteur redémarre automatiquement ; le voyant « ECO » s'éteint. Il existe donc plusieurs conditions pour que la fonction stop & start « stoppe » le moteur et plusieurs conditions pour que le moteur redémarre par un besoin du système.

### 2) DEFINITION DES BESOINS SYSTEME

Pour assurer le bon fonctionnement du véhicule certains calculateurs (injection moteur, direction assistée électrique, BSI, climatisation, calculateur stop & start et BVMP) ont des besoins de moteur tournant. Quand un besoin apparaît, chacun de ces calculateurs demande une interdiction de « stop » moteur ou demande un redémarrage du moteur thermique.

#### A- Besoin moteur (CMM)

Un besoin « moteur » est présent si :

- La température eau moteur n'est pas suffisante. (< 30°C)
- Il y a une purge canister en cours (s'il y a une purge canister en cours le calculateur moteur envoie une trame au calculateur stop & start interdisant de passer en phase de « stop »).
- Il y a un diag EOBD en cours (dans certaines phases de vie, la fonction EOBD doit observer le fonctionnement des sondes lambda au ralenti. Le calculateur moteur envoie une trame interdisant de passer en phase de « stop »).

Lors d'un démarrage à la clé, il y a une temporisation de 70 secondes avant d'autoriser le stop moteur. Cette condition est réalisée si le power latch a été complètement réalisé.

## **B- Besoin électrique (BSI, calculateur stop & start)**

Un besoin électrique est présent si :

- Le seuil de charge batterie (exprimé en %) n'est pas assez élevé. (inférieur à 77.5%) (condition entraînant une interdiction de passer en « stop » moteur ou en entraînant un redémarrage du moteur)
- Le bilan électrique est défavorable à un instant précis. (condition entraînant une interdiction de passer en « stop » moteur ou en entraînant un redémarrage du moteur)

## **C- Besoin habitacle (Climatisation)**

Voir chapitre sur le circuit de réfrigération.

## **D- Besoin de freinage**

Un besoin de freinage est présent si la dépression dans le master-vac n'est pas suffisante pour assurer l'assistance de freinage (condition entraînant le redémarrage du moteur).

## **E- Besoin de manoeuvre (DAE / BVMP)**

Un besoin de manoeuvre est présent si :

- Il y a une action sur le volant de direction (couple détecté sur la colonne de direction > 3N.m) (condition interdisant de passer en stop moteur)
- Il y a un enclenchement de la marche arrière (condition entraînant une interdiction de passer en « stop » moteur ou en entraînant un redémarrage du moteur)

· **Nota** : Une temporisation de 15 secondes d'interdiction de stop moteur démarre après la disparition de la marche arrière.

## **Le système multiplexé :**

Le multiplexage utilise le protocole de communication CAN (Controller Area Network). L'architecture associée génère un gain très important en complexité du faisceau et permet d'offrir au client de nouvelles prestations.

### **Architecture électrique**

L'architecture électrique du véhicule permet les prestations suivantes:

- la communication et le fonctionnement des différents éléments du système
- le diagnostic, le télécodage ou le téléchargement des calculateurs

L'architecture électrique est composée des réseaux suivants:

- CAN, reliant l'ensemble des calculateurs du groupe motopropulseur
- CAN CAR, reliant les systèmes de sécurité
- CAN CONFORT, réalisant l'interface Homme/Machine du véhicule
- CAN prise diagnostic, permettant le téléchargement de certains calculateurs du réseau CAN
- du réseau CAN diagnostic et de la ligne de diagnostic K, permettant d'effectuer le téléchargement, le télécodage et le diagnostic du véhicule

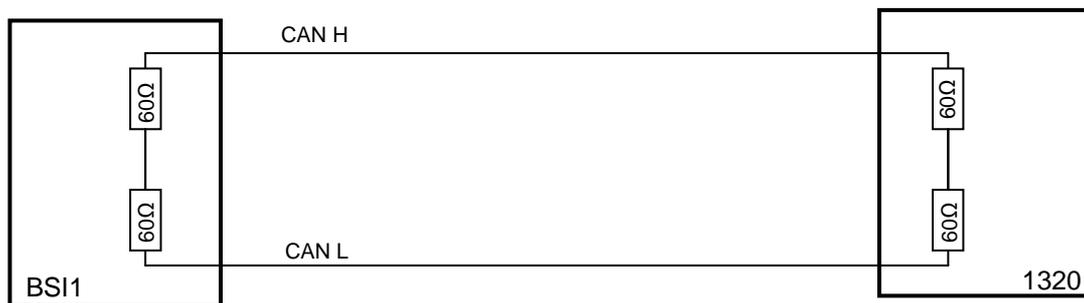
## Réseau CAN

### Présentation

Le réseau CAN relie l'ensemble des calculateurs du groupe motopropulseur, par exemple : le système de freinage, le calculateur de boîte de vitesses ou le calculateur moteur. La vitesse de transmission des données est de 500 kbits/s (High Speed). Le réseau CAN est un réseau 'multi-maîtres', où chaque calculateur diffuse en permanence des informations à l'ensemble du réseau. Chaque calculateur traite les informations dont il a l'utilité. La diffusion des messages sur le réseau s'établit de façon périodique, en dehors des messages à caractères événementiels. Le réseau CAN possède un dispositif d'acquittement général, qui permet l'établissement de la communication lorsqu'au moins deux calculateurs sont connectés au réseau.

Les calculateurs contrôle moteur ( 1320 ) et boîtier de servitude intelligent (BSI 1 ) sont les seuls calculateurs à posséder des résistances de terminaisons.

Pour garantir la communication du réseau les calculateurs contrôle moteur ( 1320 ) et boîtier de servitude intelligent (BSI 1 ) doivent toujours être présents sur le réseau.

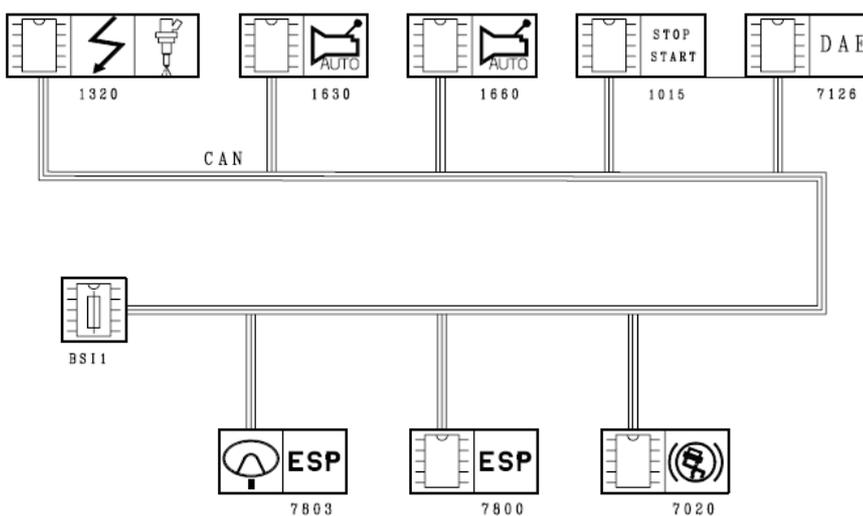


Particularités du réseau CAN:

- certains calculateurs sont connectés à la ligne de réveil de commande à distance (RDC) permettant le réveil anticipé des calculateurs
- à la ligne de diagnostic K

La coupure d'un fil CAN High ou CAN Low ne permet pas la communication du réseau.

### Synoptique



#### Légende.

- BSI1. Boîtier de servitude intelligent.
- 1015. Calculateur de STOP & START.
- 1320. Calculateur moteur.
- 1630. Calculateur de boîte de vitesses automatique.
- 1660. Calculateur de boîte de vitesses manuelle pilotée.
- 7126. Calculateur de direction assistée électrique.
- 7800/7020. Calculateur de contrôle dynamique de stabilité (ESP) ou calculateur d'antiblocage de roues (7020).
- 7803. Capteur d'angle volant de direction selon version.

Ligne triple : réseaux multiplexés.

Pour faciliter la compréhension, la ligne de diagnostic K et la ligne de réveil commandé à distance ne sont pas représentées.

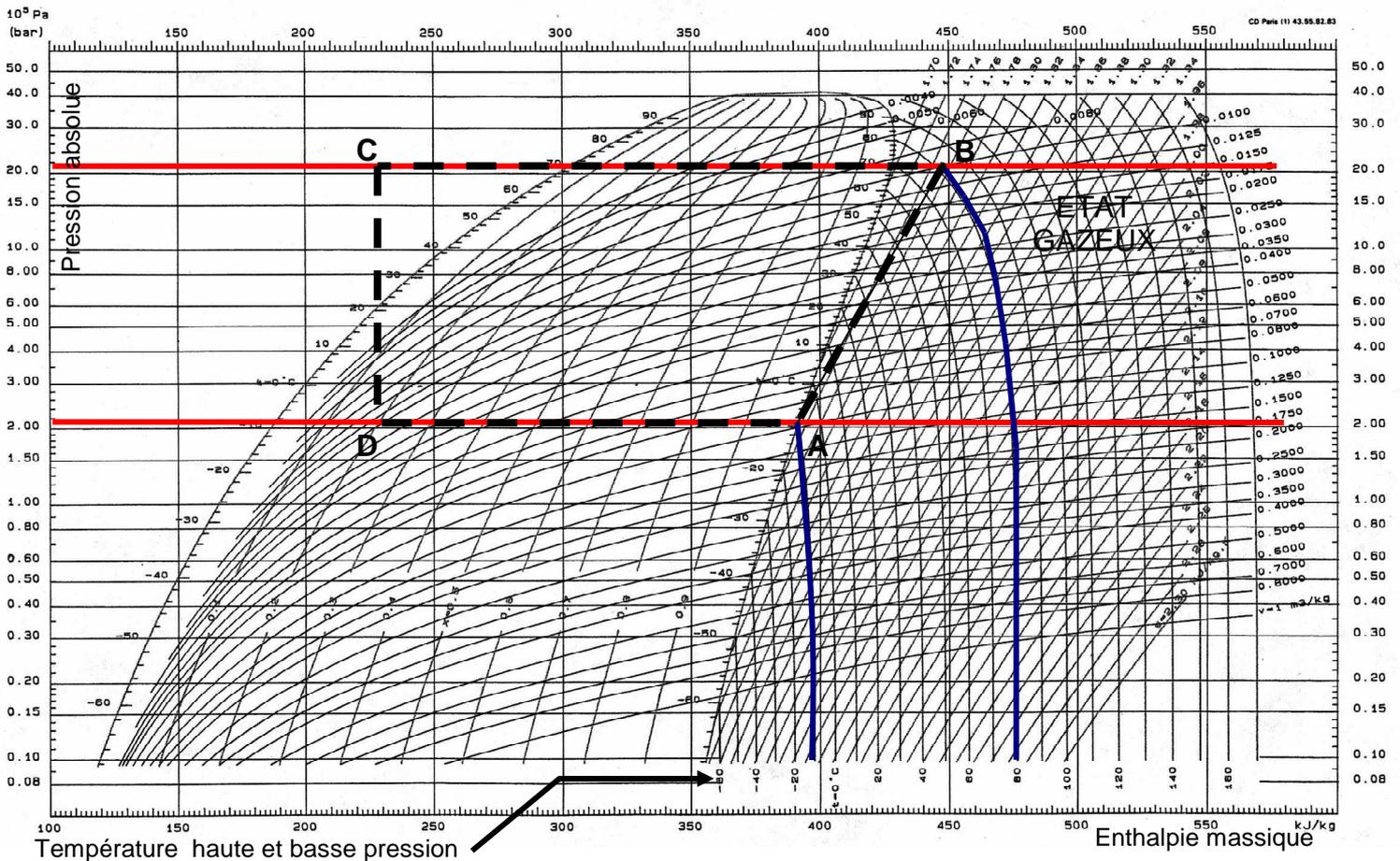
## Le circuit de réfrigération :

Compresseur de réfrigération : compresseur à cylindrée variable.

Motorisation	Tous types
Marque	SANDEN
Type	SD 6 V 12
Poulie de compresseur	6 vis de fixation
Capacité d'huile de compresseur (cm <sup>3</sup> )	135
Référence huile	SP 10

Analyse du diagramme de Mollier (diagramme enthalpique)

R134a



Le diagramme de Mollier est un outil de diagnostic. Il permet de déterminer, l'état, la température et la pression du fluide frigorigène en tout point du circuit. La première étape consiste à établir le cycle thermodynamique du fluide pour un fonctionnement normal (cycle en pointillé bleu). Sa représentation se fait en quatre étapes :

- 1) tracer les droites horizontales isobares haute et basse pression.
- 2) Tracer les courbes de température haute et basse pression qui coupent les droites isobares en 2 points. Le segment reliant ces deux points représentant la phase de compression.
- 3) A partir du relevé de température sortie détendeur, on peut tracer une droite verticale, puisque la phase de détente est isentropique.

Le cycle thermodynamique est le cycle ABCD.

Le compresseur contient à l'origine une quantité d'huile. On estime que dans une configuration normale, il n'y a pas consommation d'huile. Les pertes d'huile ne peuvent résulter que d'un rejet vers l'extérieur (éclatement d'organe) ou si l'on remplace un élément de la boucle de froid. Par contre, on admet que le circuit perde de la charge ou qu'il y ait fuite lente (environ 100 à 150g/an de fluide réfrigérant maxi). Par conséquent, le contrôle du niveau d'huile est nécessaire dès lors qu'il y a doute (bruyance anormale du compresseur).

Le circuit de réfrigération

Capacité du circuit en fluide réfrigérant

Motorisation	Capacité (g)
Tous types	625 +/- 50 g

Couples de serrage

Désignation	Couple de serrage
Sortie détenteur	0,6 daN.m
Entrée détenteur	0,6 daN.m
Entrée condensateur	0,6 daN.m
Sortie condenseur	0,6 daN.m
Entrée compresseur de réfrigération	0,6 daN.m
Sortie compresseur de réfrigération	0,6 daN.m

Remplacement ou rupture d'organe

INTERVENTION SUR CIRCUIT CA	QUANTITE D'HUILE A RAJOUTER IMPERATIVEMENT
Vidange du circuit de conditionnement d'air	Mesurer la quantité d'huile récupérée et mettre une quantité similaire d'huile neuve +
Éclatement d'un tuyau ou autres fuites rapides	100 ml
Remplacement d'un condenseur	30 ml
Remplacement d'un évaporateur	30 ml
Remplacement de la bouteille déshydratante	15 ml
Remplacement d'un tuyau	10 ml

Particularités du système de climatisation équipant la C3 Stop & Start :

Le moteur est « stoppé » si toutes les conditions de sécurité, pollution et de confort sont remplies et qu'il n'y a pas de « besoin système », tel qu'un besoin habitacle provenant de la climatisation. Le moteur reste « stoppé » tant que le conducteur appuie sur la pédale de frein et qu'il n'y a pas d'apparition d'un « besoin système ».

Il existe donc plusieurs conditions pour que la fonction stop & start « stoppe » le moteur et plusieurs conditions pour que le moteur redémarre par un besoin du système.

Besoin habitacle (Climatisation)

Un besoin habitacle est présent si :

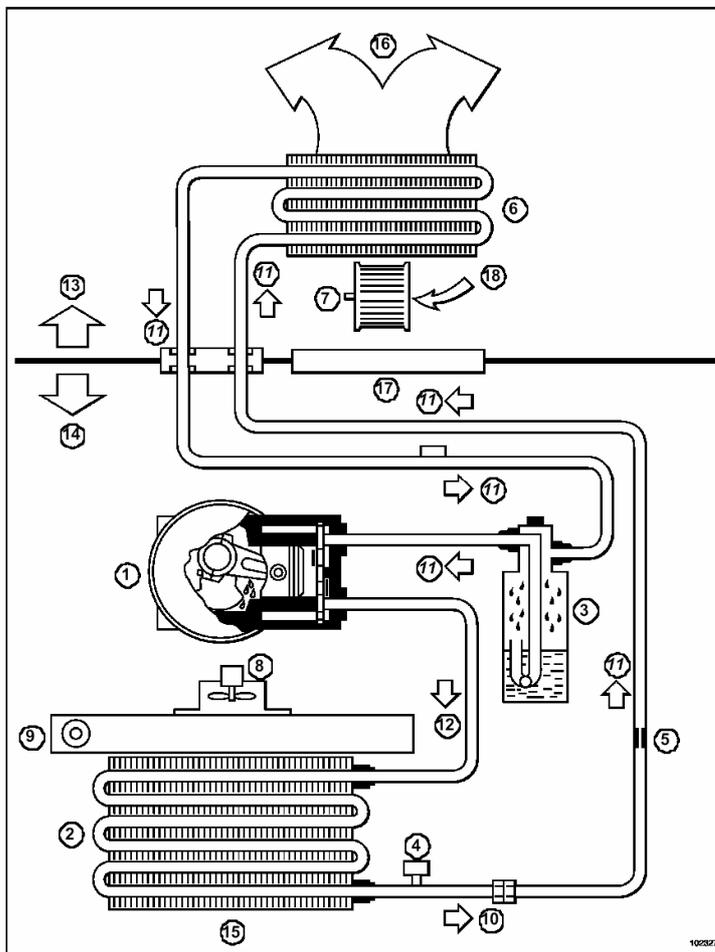
- Il y a une demande de désembuage.
- Il y a une demande de climatisation et que la température extérieure est inférieure à -10°C ou supérieure à 30°C.
- Il y a une différence de température ( $\Delta t^\circ$ ) entre la consigne habitacle demandée, par les occupants et la température réelle habitacle. Mais cette différence de température entre la consigne et la température réelle dépend de la température extérieure.

Température extérieure	-10°C	0°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C
$\Delta t^\circ$	9°C	10°C	11°C	11°C	6°C	6°C	4°C

Donc si il fait 20°C il y a un besoin habitacle que si la différence de température entre la consigne et la température habitacle est supérieure à 6°C. Toutes ces conditions entraînent un redémarrage du moteur ou une interdiction de passer en « stop » moteur.

**ANNEXE 1:** Synoptique du système de climatisation à orifice calibré.

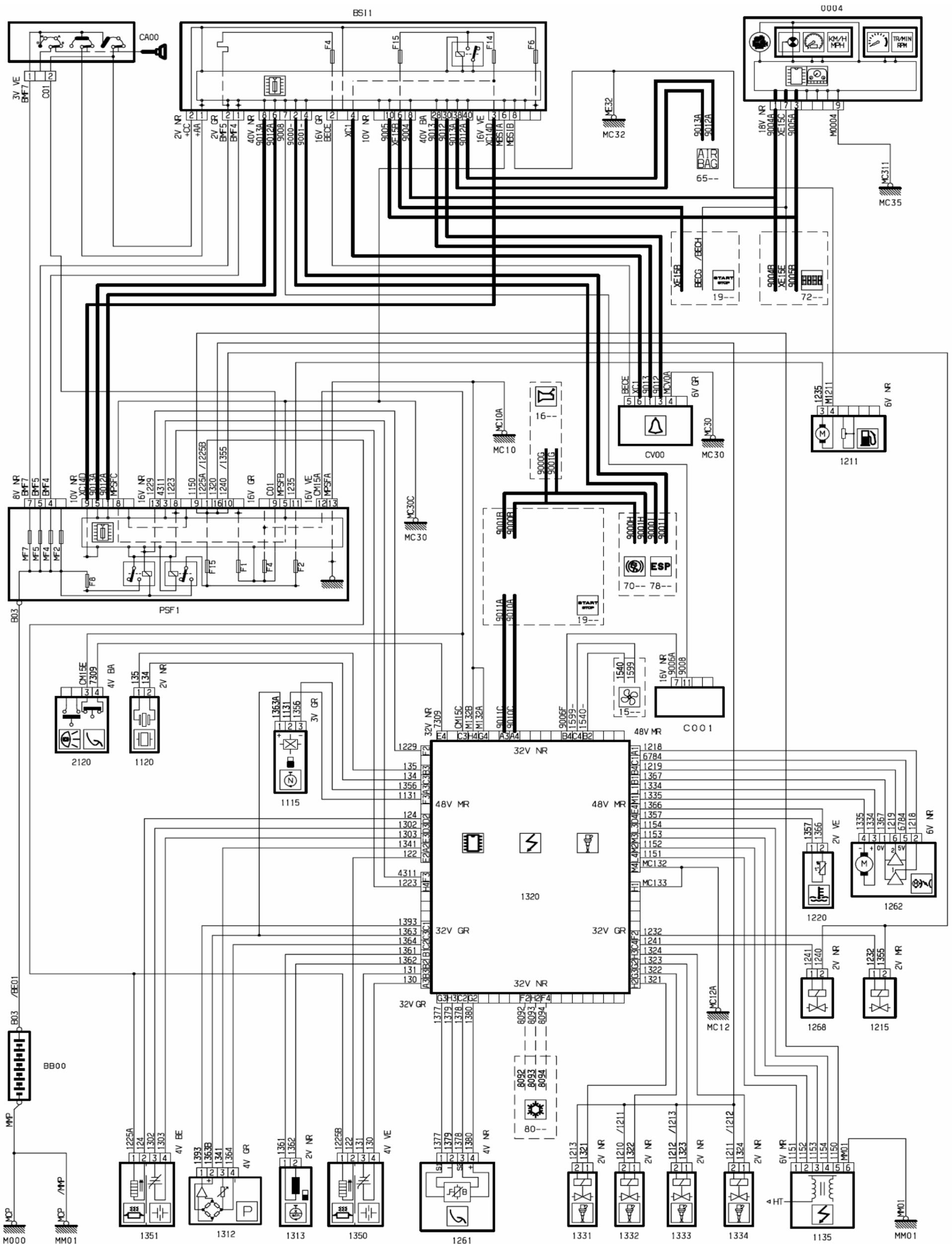
- (1) Compresseur
- (2) Condenseur
- (3) Bouteille déshydratante
- (4) Capteur de pression
- (5) Orifice calibré
- (6) Evaporateur
- (7) Motoventilateur de climatisation
- (8) Motoventilateur de refroidissement
- (9) Radiateur de refroidissement
- (10) Liquide haute pression
- (11) Vapeur basse pression
- (12) Vapeur haute pression
- (13) Habitacle
- (14) Compartiment moteur
- (15) Air extérieur
- (16) Vers boîtier de mixage
- (17) Tablier d'auvent
- (18) Air extérieur ou recyclé



**ANNEXE 2 : Les capteurs vitesse véhicule**

Type de capteur	Schéma PSA	Schéma électrique
inductif		
Effet Hall		
Magnéto résistif à cible magnétique		

Schéma électrique du système de gestion moteur CITROËN C3, injection ET3J4 KFU avec réfrigération régulée, système stop & start et conduite à gauche.





## Nomenclature

<p>BB00 : batterie          BB04 : ensemble batterie centrale          BCM1 : bloc de communication multifonction gauche          BCM2 : bloc de communication multifonction droit          BF00 : boîte fusibles habitacle          BMF2 : boîtier maxi-fusibles          BSI1 : boîte de servitude intelligente          C001 : connecteur diagnostic          CA00 : contacteur antivol          CV00 : module de commutation sous volant (com2000)          PSF1 : platine servitude-boîte fusibles (compartiment moteur)          0004 : combiné          1015 : calculateur STOP &amp; START          1021 : alternateur réversible          1044 : boîtier diode          1115 : capteur référence cylindre          1120 : capteur cliquetis          1135 : bobine allumage          12-- : fonction alimentation essence / diesel          1211 : pompe jauge carburant          1215 : électrovanne purge canister          1220 : capteur température eau moteur          1261 : capteur position pédale accélérateur          1262 : papillon motorisé          1268 : électrovanne de distribution variable 2          1312 : capteur pression air admission          1313 : capteur régime moteur          1320 : calculateur contrôle moteur          1331 : injecteur cylindre n°1          1332 : injecteur cylindre n°2          1333 : injecteur cylindre n°3          1334 : injecteur cylindre n°4          1350 : sonde à oxygène (avant)</p>	<p>1351 : sonde à oxygène (arrière)          15-- : fonction refroidissement          16-- : fonction boîte de vitesse, transmissions          1704 : boîtier relais          19-- : fonction alterno démarreur          1915 : capteur température batterie          2120 : contacteur bi fonction frein          2200 : contacteur de feux de recul          4410 : contacteur niveau de liquide de frein          4730 : contacteur de ceinture de sécurité          6202 : ensemble serrure partie avant côté conducteur          6416 : rétroviseur droit          65-- : fonction ceintures de sécurité passives          70-- : fonction freinage          7000 : capteur ABR (ABS) AVG          7005 : capteur ABR (ABS) AVD          7010 : capteur ABR (ABS) ARG          7015 : capteur ABR (ABS) ARD          71-- : fonction direction assistée variable          7091 : manocontact assistance de freinage          72-- : fonction ordinateur de bord, montre          78-- : fonction contrôle dynamique de stabilité (ESP)          7800 : calculateur de contrôle stabilité (ESP)          7804 : gyromètre accélérom. ESP          7807 : capteur 1 circuit de pression freinage          80-- : fonction climatisation, réfrigération          8025 : façade climatiseur          8030 : thermistance air habitacle          81-- : fonction équipements chauffants          8120 : vitre arrière chauffante          84-- : fonction autoradio, antenne, radiotéléphone.          8410 : autoradio          8419 : relais</p>
--	--

## Numérotation des fils

<p>(schématiques avec BSI)</p> <p style="text-align: center;"><b>ALIMENTATIONS</b></p> <p>A + accessoires          AE + accessoires sortie BSI          AH + accessoires sortie boîte fusibles habitacle          AM + accessoires sortie BM34          B + batterie direct          BECE + batterie sortie BSI/ + après cont. Sortie BSI (shunt parc)          BD + batterie démarrage          BS + batterie service          BF + batterie service sortie maxi fusibles          BE + batterie sortie BSI          BH + batterie sortie boîte fusibles habitacle          BM + batterie sortie BM34          BM1 + batterie sortie BM34 protégé          BM2 + batterie sortie BM34 non protégé          C + après contact          CE + après contact sortie BSI          CE1 + après contact sortie BSI protégé          CE2 + après contact sortie BSI non protégé          CH + après contact sortie boîte fusible habitacle          CM + après contact sortie BM34          D + démarreur          DE + démarrage après relais          K + après contact (coupe au démarrage)          KE + après contact (coupe au démarrage) sortie BSI          KH + après contact (coupe au démarrage) sortie boîte fusible habitacle          KM + après contact (coupe au démarrage) sortie BM34          L + alternateur direct          LH + alternateur sortie boîte fusible habitacle          LM + alternateur sortie BM34          P + moteur tournant          PE + moteur tournant sortie BSI          PM + moteur tournant sortie BM34          R + veilleuse rhéostat          T + temporisé (10 minutes)          V + veilleuses          VE + veilleuse sortie BSI          XE + VAN confort          XC + VAN carrosserie          XC1 + VAN carrosserie 1          XC2 + VAN carrosserie 2</p> <p style="text-align: center;"><b>MASSE</b></p> <p>MM masse moteur          MC masse carrosserie          ME masse électronique          BL blindage</p>	<p><b>Liste des fonctions des câbles:</b></p> <p>1913 : info état pression frein          1924 : commande voyant stop go          1928 : signal push stop go          1935 : excitation + rotor          1936 : position rotor U machine electr.          1937 : position rotor V machine electr.          1938 : position rotor W machine electr.          1939 : alim +5V capt. Machine electr.          1940 : masse capteur CMAD          1941 : masse capteur CCAD          1945 : excitation – rotor          1946 : mas. Alim capt. Machine elec.          1947 : température batterie          6701 : com rel interdit démarrage</p> <p><b>MULTIPLEXAGE / BUS DE LIAISON :</b></p> <p>9000 bus CAN High intersystème          9001 bus CAN Low intersystème          9002 bus VAN Data carrosserie          9003 bus VAN Data B carrosserie          9004 bus VAN Data confort          9005 bus VAN Data B confort          9006 bus diagnostic ligne K (contrôle moteur + boîte de vitesses)          9007 bus diagnostic ligne L (contrôle moteur + boîte de vitesses)          9008 bus diagnostic ligne K3 BSI          9009 bus diagnostic ligne K4 ESP / ABS / AMVAR          9010 bus CAN High intersystème2          9011 bus CAN Low intersystème2          9012 bus VAN Data carrosserie1          9013 bus VAN Data B carrosserie1          9014 bus diagnostic ligne K5 alterno-démarreur          9015 bus diagnostic ligne K9 direction variable          9016 signal réveil intersystème          9022 bus VAN Data carrosserie2          902 bus VAN Data B carrosserie2          9100 diagnostic K BSI          9110 bus CAN High intersystème 3          9111 bus CAN Low intersystème 3          9112 bus CAN High dédié CCS          9113 bus CAN Low dédié CCS</p>
---	--

CONCOURS INTERNE du CA/PLP

**Section : GÉNIE MÉCANIQUE**

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

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

**Session 2007**

DOSSIER TRAVAIL

Ce dossier comporte 23 pages

## 1<sup>ère</sup> Partie : Analyse Fonctionnelle

Objectif : Étudier l'organisation fonctionnelle du système stop & start.

1.1 En vous aidant du dossier technique, complétez le tableau des entrées / sorties du calculateur stop & start en précisant les noms et les repères.

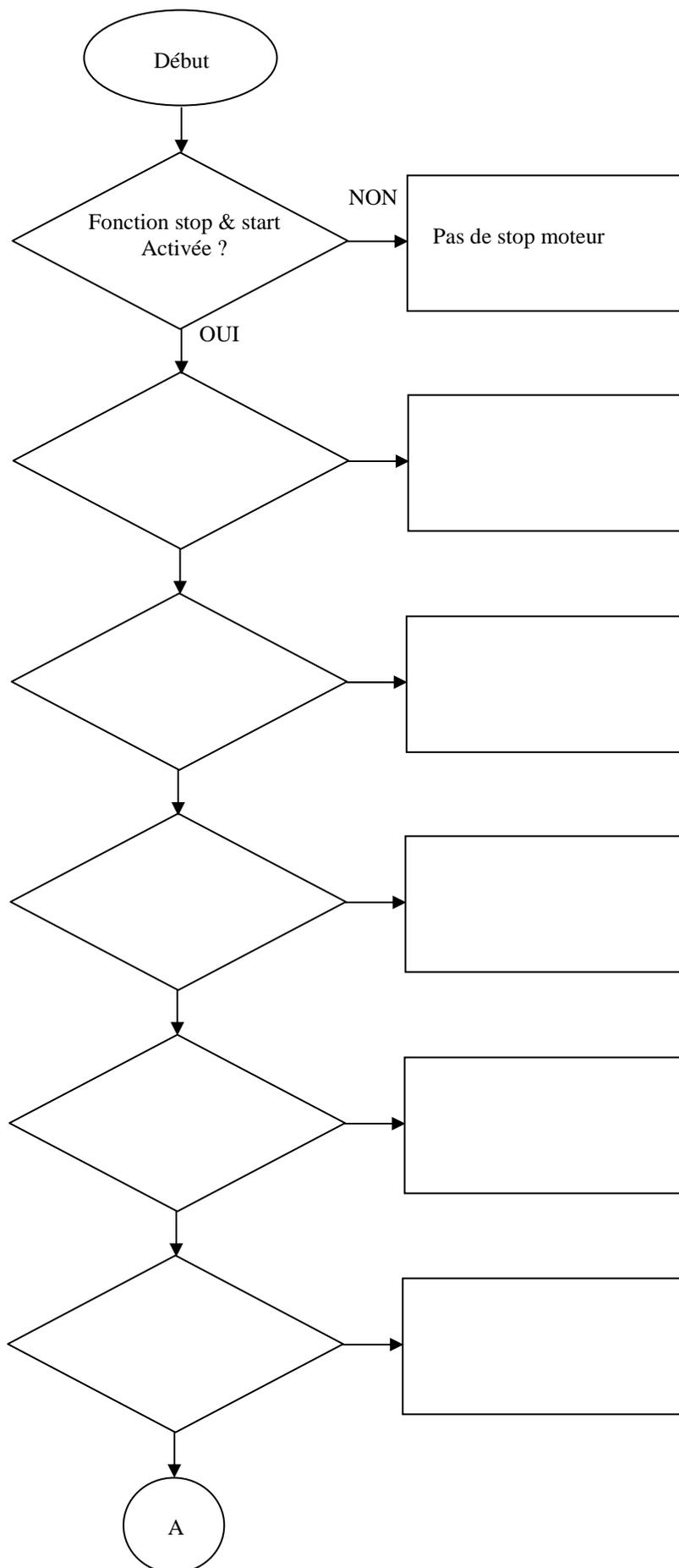
Entrées	Calculateur STOP & START		Sorties
	Repère de l'élément	Repère de l'élément	
Manocontact assistance freinage	7091	1015	

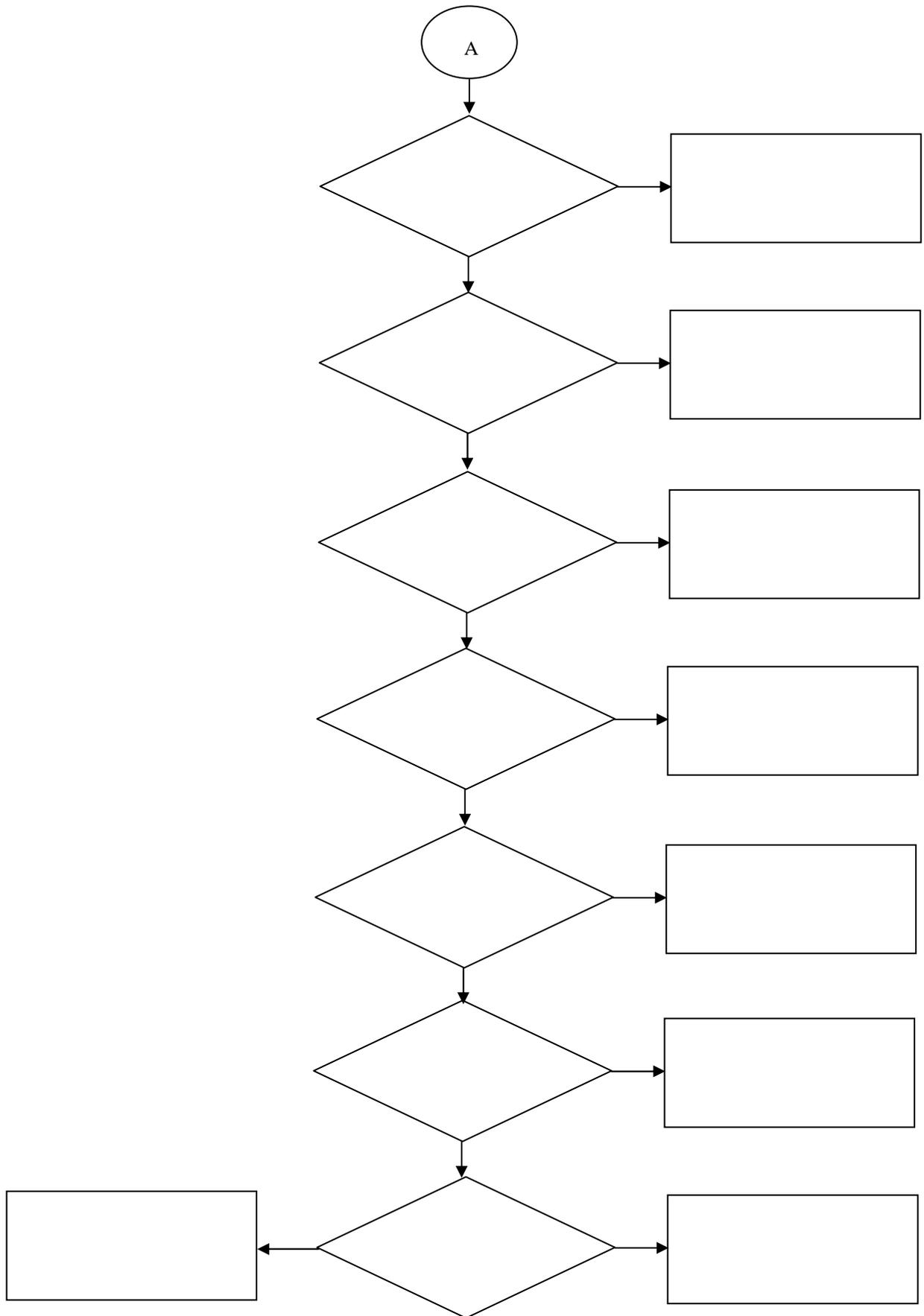
1.2 Listez les données partagées entre calculateurs via le réseau multiplexé CAN nécessaires au fonctionnement du système stop & start.

Informations / besoins	Calculateur d'origine

Informations / besoins	Calculateur d'origine

1.3 A partir de la symbolique donnée, complétez l'organigramme de la fonction stop moteur.



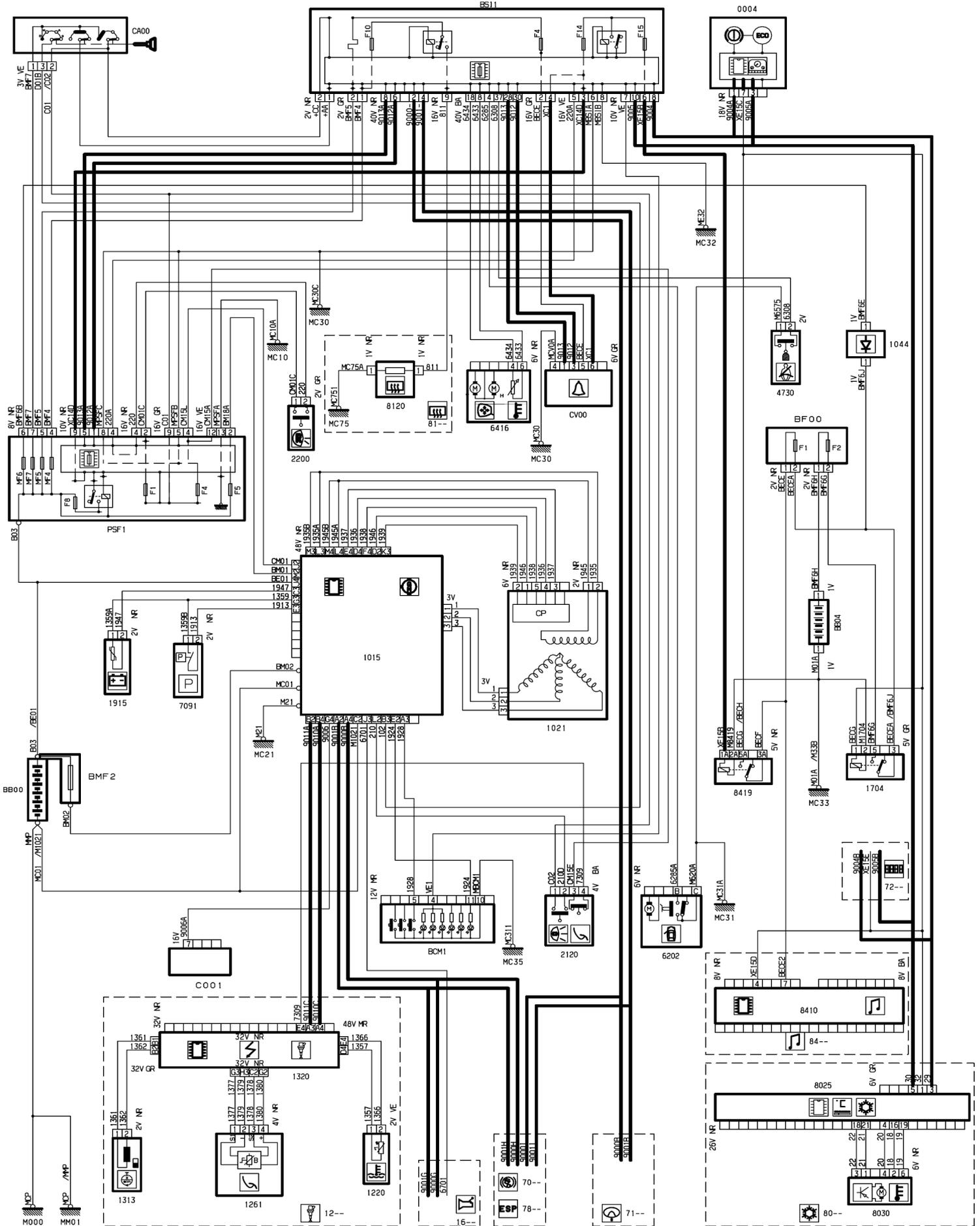


**2<sup>ème</sup> Partie : Architecture électrique du système**

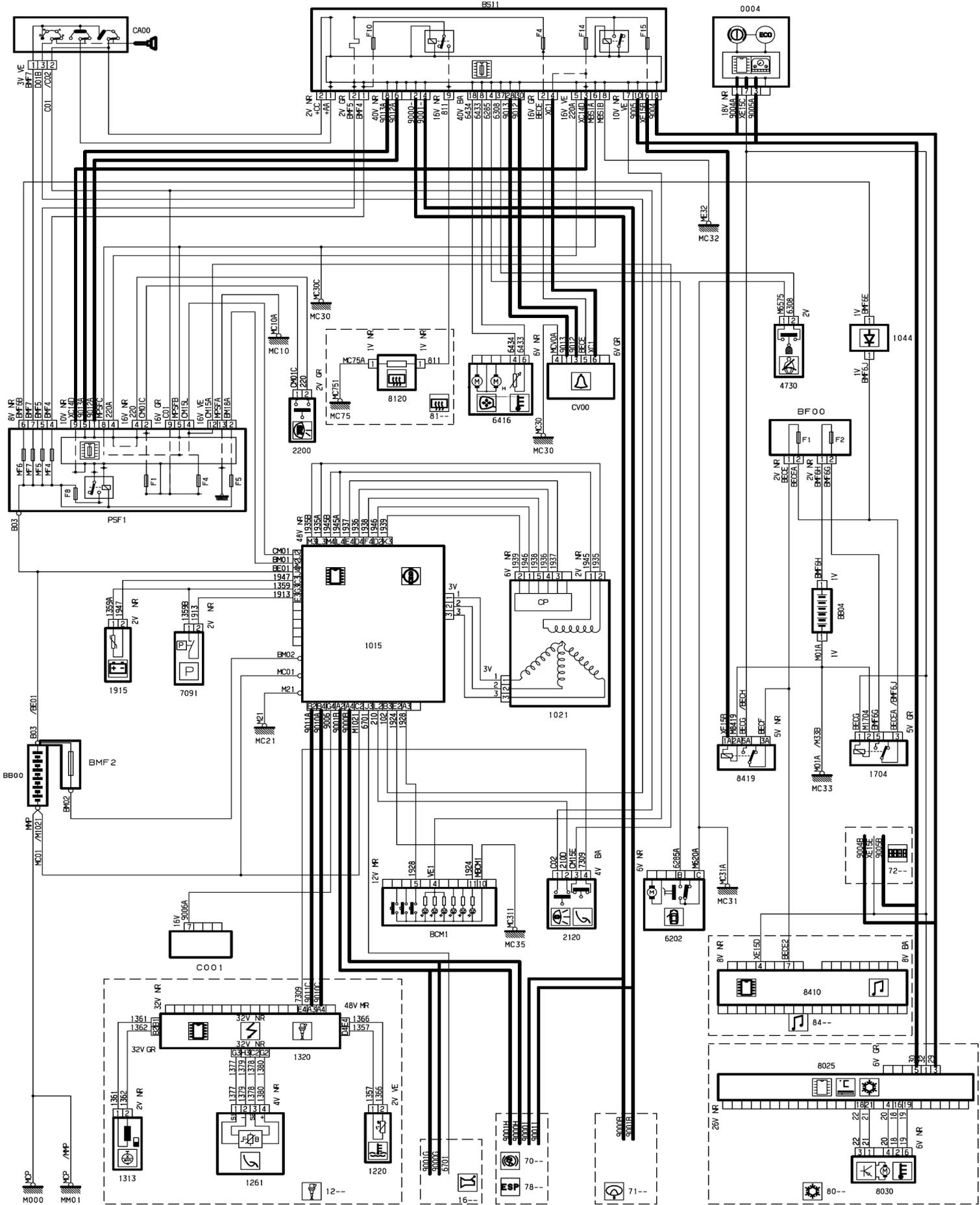
*Objectif* : Etudier l'architecture électrique de l'alternateur réversible.

2.1. Etude des phases de fonctionnement.

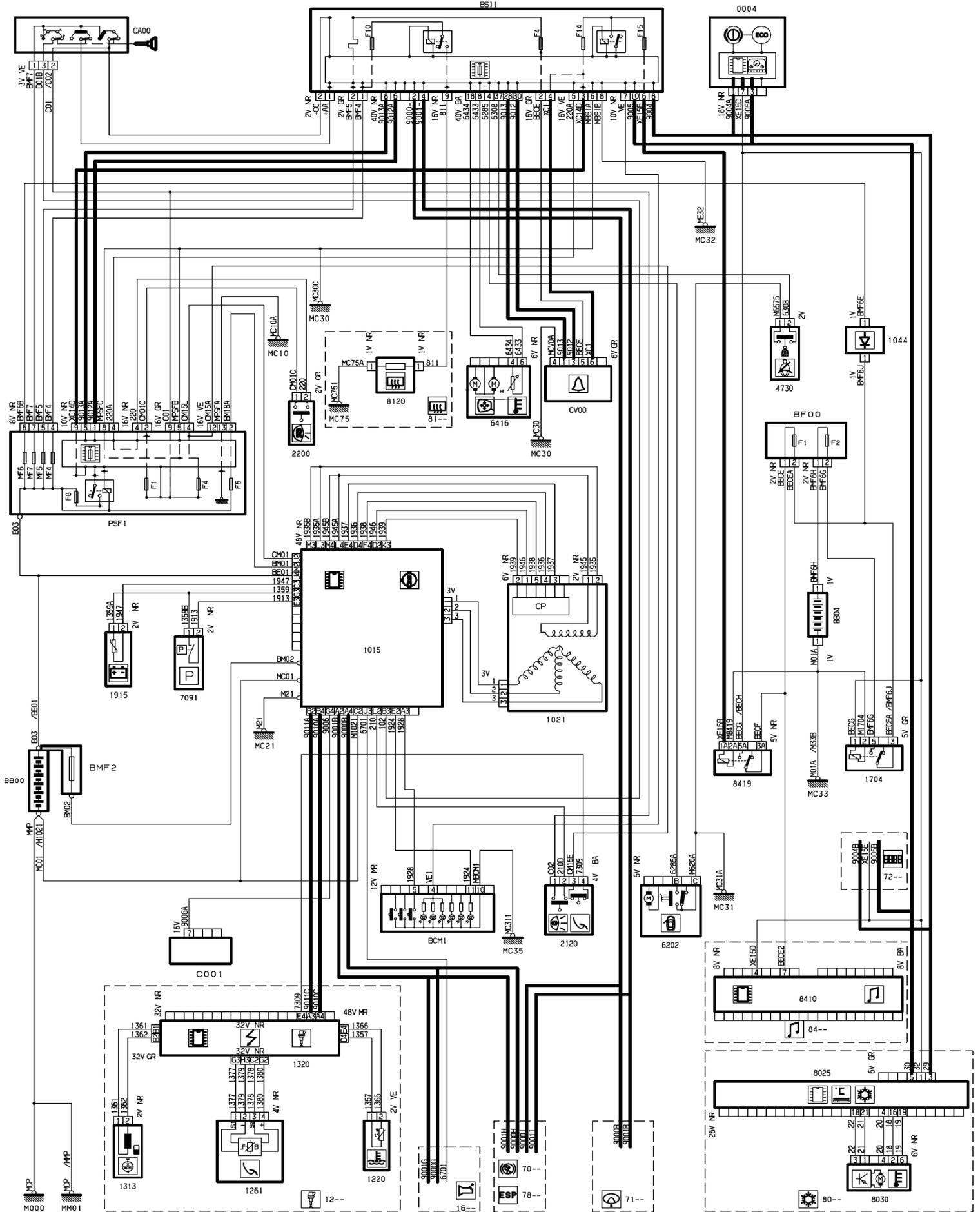
a) En phase de charge, tracez en bleu le cheminement du courant vers les deux batteries (ne pas représenter l'excitation).



b) En phase de démarrage, tracez en rouge le cheminement du courant permettant le redémarrage du moteur (ne pas représenter l'excitation).



c) En phase de démarrage, tracez en vert le cheminement du courant permettant l'alimentation de l'afficheur multifonction, de l'autoradio et du système de climatisation.



## 2.2 Etude de cas :

Lors d'un redémarrage la tension lumineuse du combiné et de l'écran multifonction chute de façon significative. Citez la ou les causes possibles de cette baisse de luminosité au combiné. En déduire les conséquences.

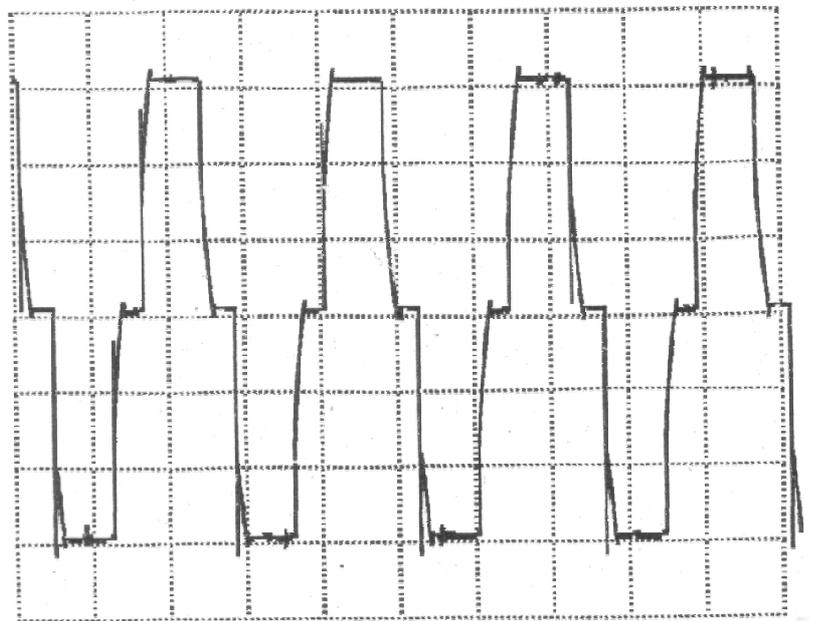
CAUSES	CONSEQUENCES

2.3 Citez l'élément permettant d'isoler la batterie additionnelle lors de l'utilisation de consommateurs moteur à l'arrêt.

2.4 A partir du graphe donné ci-dessous, tracez en rouge sur le signal une période.

Mesure entre U et V :  
Mesure entre deux phases de l'alternateur :

CH1 - VOLTS / DIV : = 8V  
BASE DE TEMPS – SEC/DIV : = 2ms  
NIVEAU TRIGGER CH1 : = AUTO  
PRETRIGGER : = OFF  
DELTA CURSEURS : = OFF  
ADD CH1 / CH2 : = OFF



2.5 Déterminez la valeur de la période.

2.6 Sachant que la fréquence est  $f=p.n$  avec  $f$  : la fréquence en Hz,  $p$  : le nombre de pôles et  $n$  la fréquence de rotation en tr/s; déterminez le régime de rotation en tr/mn de l'alternateur dans ces conditions.

2.7 En utilisant le diamètre des poulies (voir dossier technique page 4), calculez le rapport de démultiplication entre l'alternateur réversible et le vilebrequin.

2.8 Calculez le régime de rotation moteur à partir des réponses aux questions 2.6 et 2.7.

2.9 : Le graphe 1 page 8 du dossier technique, représente la commande en tension de l'excitation du rotor alternateur au ralenti. En accélérant, on obtient le graphe 2. Expliquez la diminution du temps d'excitation.

2.10 : Sans changer de régime par rapport a la question 2.9, le graphe 3 montre une augmentation du temps d'excitation du rotor. A quoi peut être due cette variation ?

2.11 : Etude de cas :

La led du commutateur d'inhibition reste allumée. Après avoir connecté la valise de diagnostic CITROËN sur le véhicule, un code défaut apparaît (P1A62 Défaut capteur de position rotor de l'alternateur réversible). Etablissez les contrôles nécessaires à la vérification de la fonction.

<b>Conclusion</b>	
<b>Référence</b>	
<b>Outil</b>	
<b>Conditions de mesures</b>	
<b>Mesure</b>	
<b>Étape</b>	

### 3<sup>eme</sup> Partie : Étude des éléments périphériques

*Objectif* : Analyser les interrelations entre le système alternateur réversible et les autres systèmes du véhicule.

#### 3.1 Le calculateur moteur (CMM)

Dans certaines conditions, le calculateur moteur sollicite le STOP moteur ou demande un redémarrage du moteur thermique. C'est le cas lorsqu'il y a un diagnostic EOBD en cours.

3.1.1. Tracez sur le graphe ci-dessous, l'allure du signal de la sonde lambda amont (avant) en bleu et le signal de la sonde lambda aval (arrière) en rouge (en fonctionnement normal). Indiquez les grandeurs caractéristiques ainsi que les unités.



3.1.2. Dans le cas d'un catalyseur défectueux, tracez sur le graphe ci-dessous, l'allure du signal de la sonde lambda amont (avant) en bleu et le signal de la sonde lambda aval (arrière) en rouge. Indiquez les grandeurs caractéristiques ainsi que les unités.



3.1.3. Complétez le tableau ci-dessous en indiquant les points de mesures sur le connecteur du calculateur contrôle moteur.

	Connecteurs du calculateur moteur		N° du fil	N° de voie
	Nombre de voies du connecteur	Couleur du connecteur		
Sonde lambda amont				
Sonde lambda aval				

3.1.4. Sachant que le moteur ET3 possède une injection séquentielle phasée avec un allumage statique, complétez le tableau suivant en indiquant dans chaque case la phase de fonctionnement moteur, en grisant la partie ou les parties de cases représentant les injections essences et les phases d'allumage.

- A : phase d'admission
- B : phase de compression
- C : phase de détente
- D : phase d'échappement

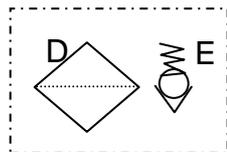
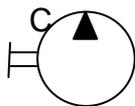
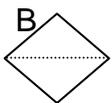
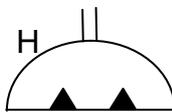
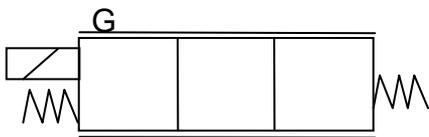
Injection de carburant	
allumage	⚡

	PMH	PMB	PMH	PMB	PMH	PMB
Cylindre 1						
Cylindre 2						
Cylindre 3						
Cylindre 4						

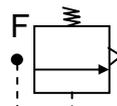
3.1.5. Le calculateur contrôle moteur pilote le système hydraulique de déphasage de l'arbre à cames.

3.1.5a Enumérez les différentes fonctions remplies par le système de déphasage d'arbre à cames (VVT).

3.1.6 Complétez le schéma hydraulique du circuit V.V.T. fourni ainsi que la nomenclature.



vers circuit de  
lubrification



Nomenclature	
Repère	Désignation
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

\_\_\_\_\_ A

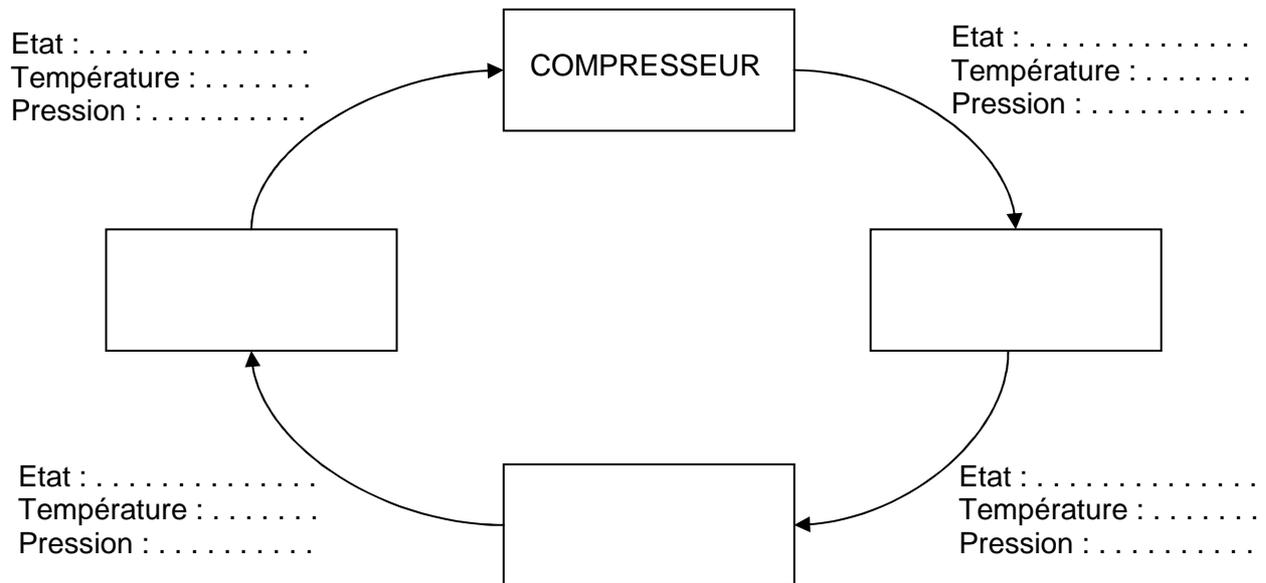
3.1.7 Indiquez le connecteur et la borne du calculateur qui pilote cette électrovanne.

3.1.8 Dans le cas d'un pilotage RCO de 70% sous 12 volts avec une fréquence de 100Hz, tracez et renseignez le graphe représentant l'alimentation de l'électrovanne (signal relevé entre la borne du calculateur relevée en question 3.1.7 et la masse).



**3.2 Le système de climatisation :**

3.21 À partir du dossier technique page 18, complétez le graphique suivant en indiquant le nom des différents éléments, l'état du fluide frigorigène, la température et la pression approximative entre chaque élément.



3.22 Sur un circuit de réfrigération standard avec détendeur thermostatique, indiquez :  
 - la position du déshydrateur :  
 - la position des deux valves de contrôle / remplissage :

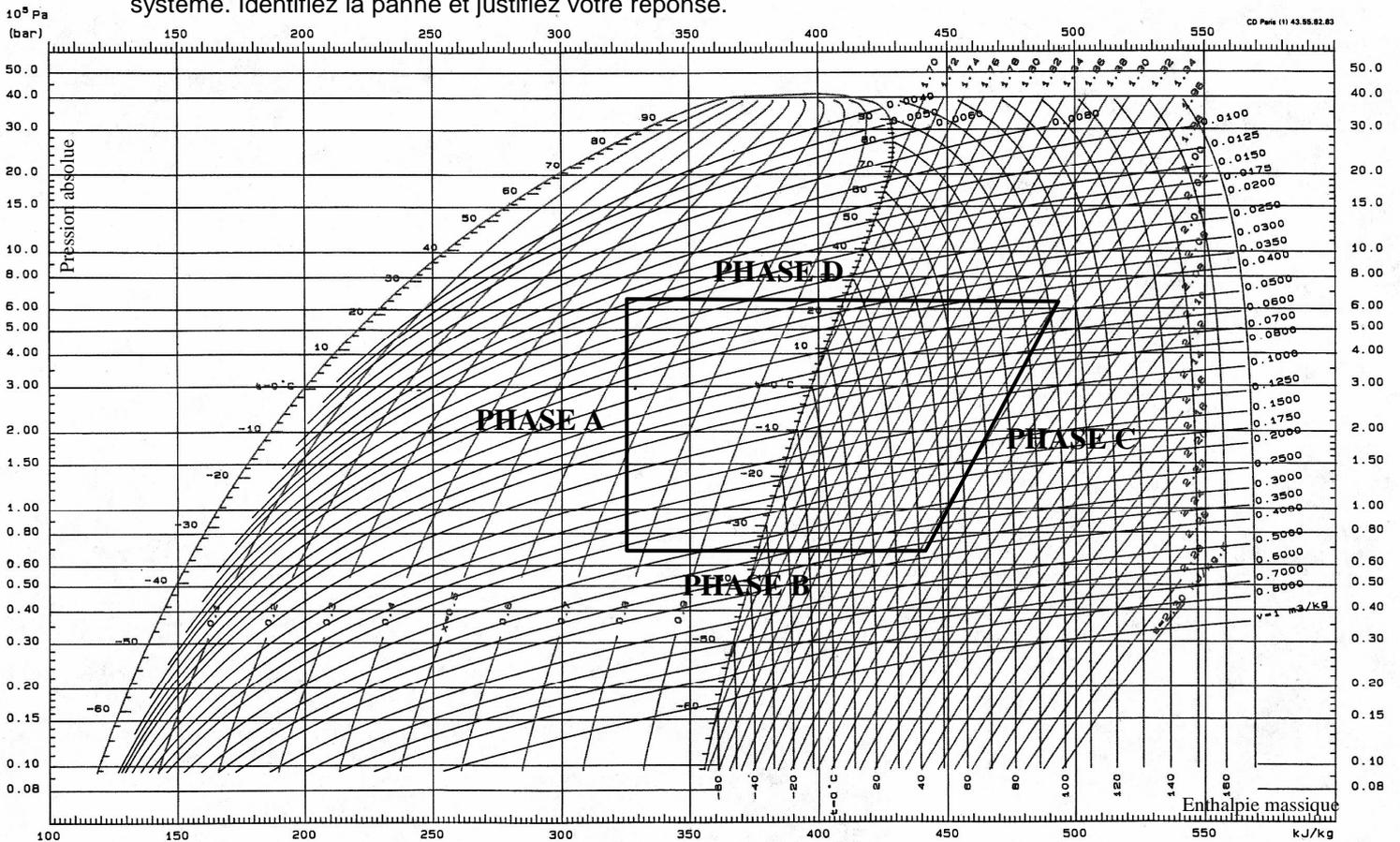
3.23 D'autres constructeurs utilisent des solutions technologiques différentes (voir schéma annexe1, page 20 du dossier technique)  
 - 3.23a : Citez les éléments spécifiques de ce type de système :

- 3.23b : Justifiez la présence d'une seule valve de remplissage :

- 3.23c : Indiquez la position de la valve de remplissage dans le circuit :

- 3.24 Etude de cas N°1 :

A partir des relevés de températures et de pressions (hautes et basses) effectués sur le circuit de climatisation, étudiez le cycle thermodynamique représenté ci-dessous et décrivez le dysfonctionnement du système. Identifiez la panne et justifiez votre réponse.



Décrivez les différentes phases représentées sur le graphe :

Phase A :	
Phase B :	
Phase C :	
Phase D :	

Dysfonctionnement constaté : Justifiez votre réponse.

### 3.25 Etude de cas n°2:

Après un choc frontal, une CITROËN C3 arrive en concession avec les dégâts suivants :

- pare-choc cassé, phare avant droit brisé, canalisation entrée du condenseur percée.

a) Inventoriez les pièces et ingrédients nécessaires à la remise en fonctionnement de la climatisation (uniquement le système de climatisation).

Désignation	Quantité

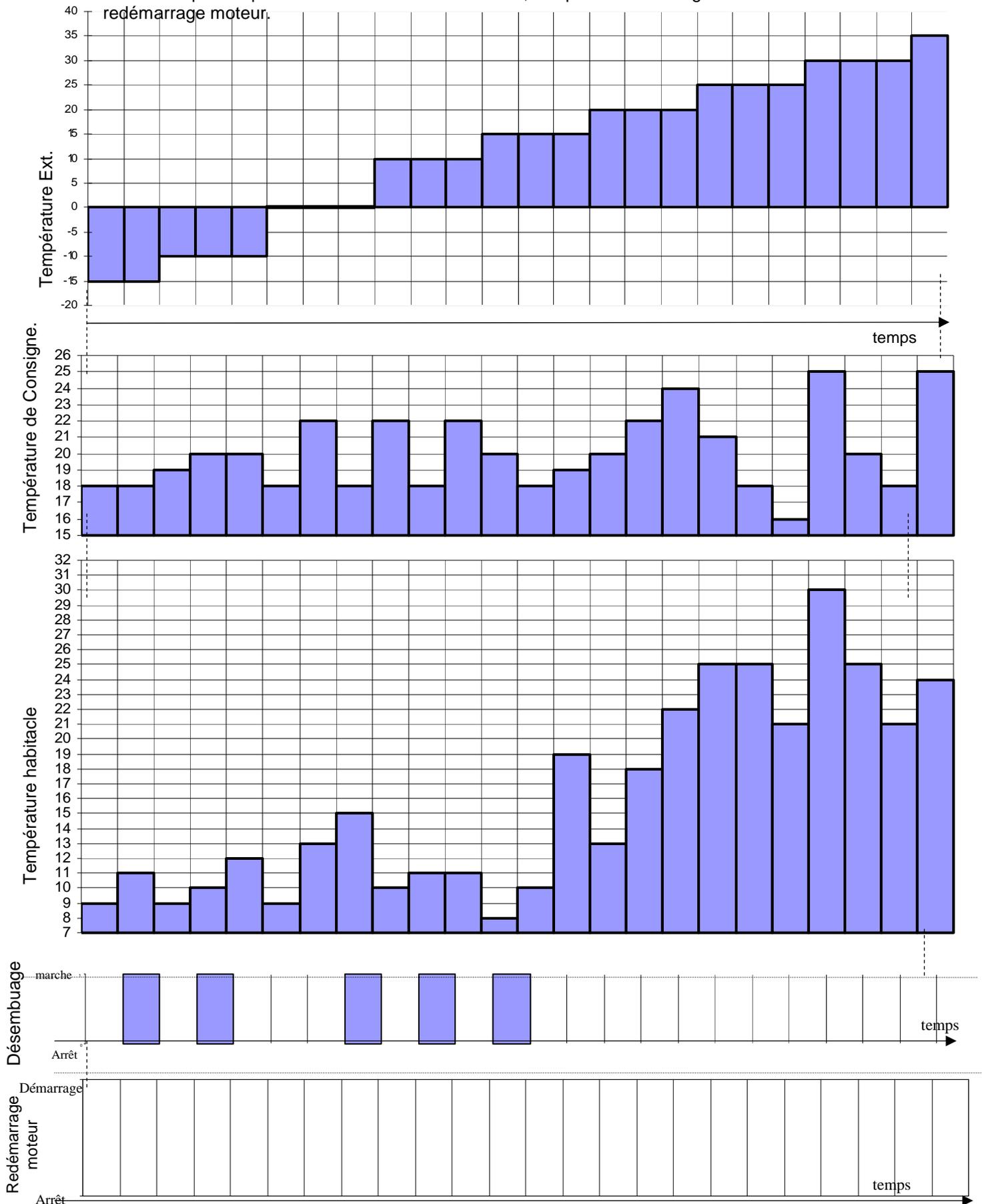
b) Détaillez dans le tableau ci-dessous la procédure permettant de mettre en conformité le dispositif de climatisation.

#### PROCÉDURE D'INTERVENTION

Ordre	Opérations	Outils

### 3.26: Stratégie de fonctionnement.

Le conducteur a activé la commande de climatisation régulée. A partir des chronogrammes suivants et en tenant compte uniquement des « besoins habitacle », complétez le chronogramme d'autorisation de redémarrage moteur.



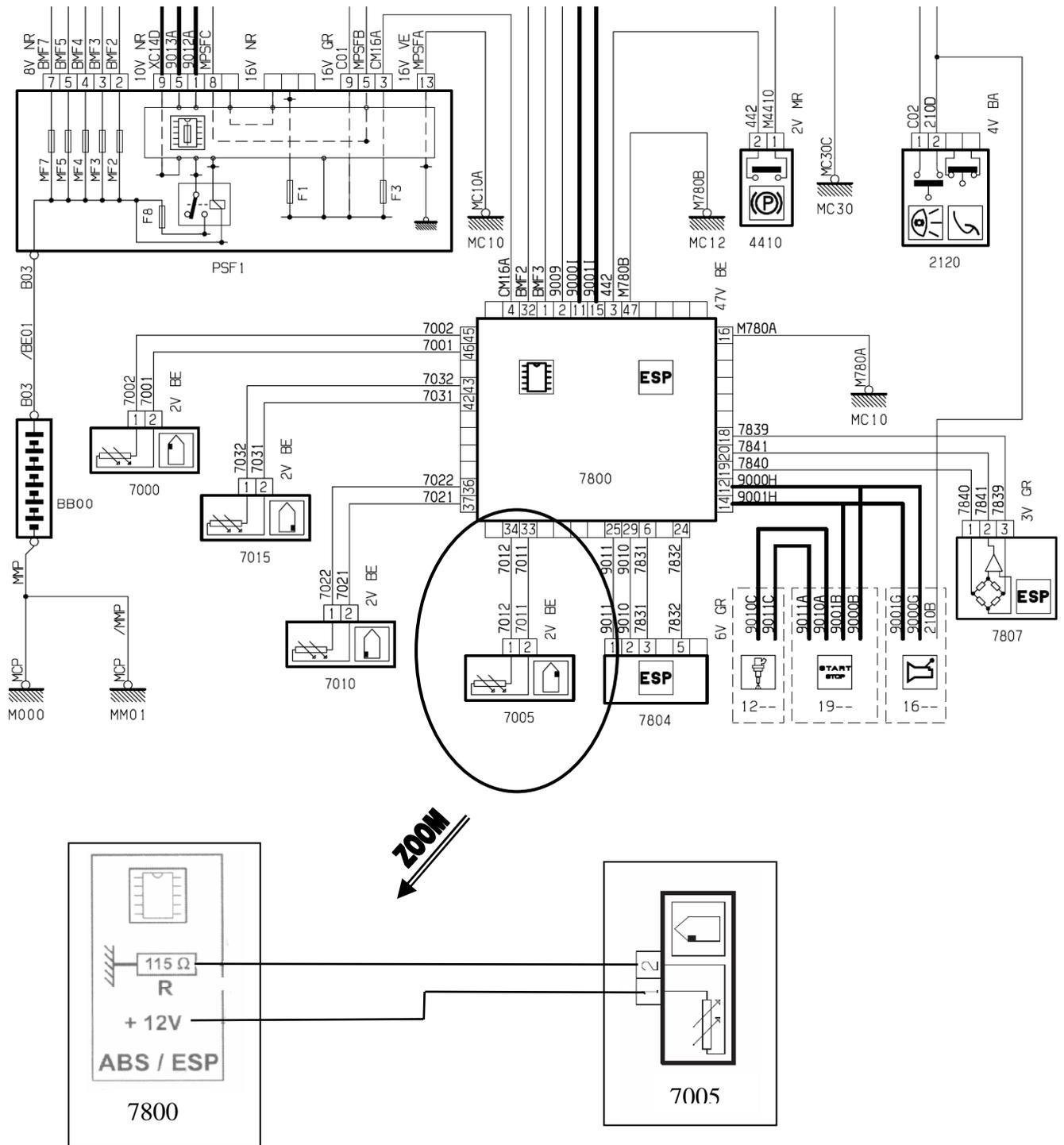
### **3.3 Le système de contrôle électronique de freinage et de stabilité:**

3.31 En utilisant le dossier technique, expliquez comment le calculateur de gestion de l'alternateur réversible reçoit l'information vitesse de déplacement véhicule.

3.32 Déterminez le type de technologie des capteurs de vitesse de rotation de roues utilisé sur ce véhicule ? (voir schéma page suivante)

3.33 Justifiez le choix de ce type de capteurs pour ce système.

3.34 Sur le schéma ci-dessous, placez les appareils de mesures permettant de relever le signal du capteur de la roue avant droite.



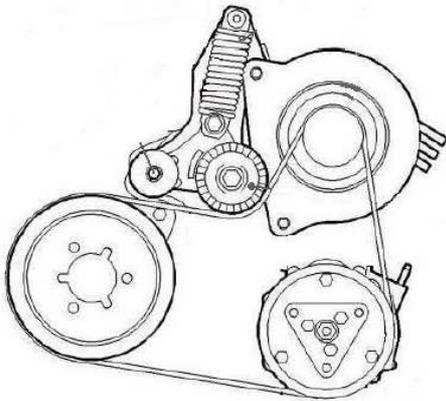
3.35 Définissez la méthodologie de mesure du signal.

#### 4<sup>ème</sup> partie : Étude mécanique du système du galet tendeur :

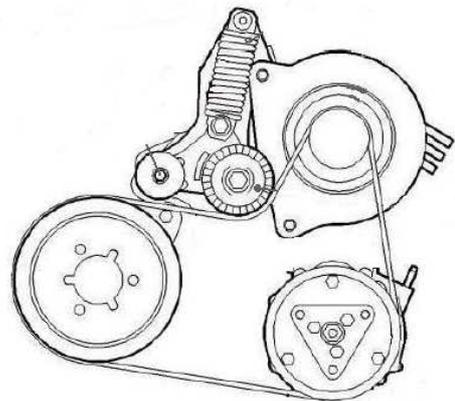
Objectif : Étude du système de tension de courroie entraînant l'alternateur réversible et le compresseur de climatisation.

4.1 Représentez sur les schémas ci-dessous, dans les deux phases de fonctionnement de l'alternateur réversible :

- le ou les sens de rotation de l'élément moteur,
- le ou les brins tendus de la courroie,
- le ou les brins mous de la courroie,



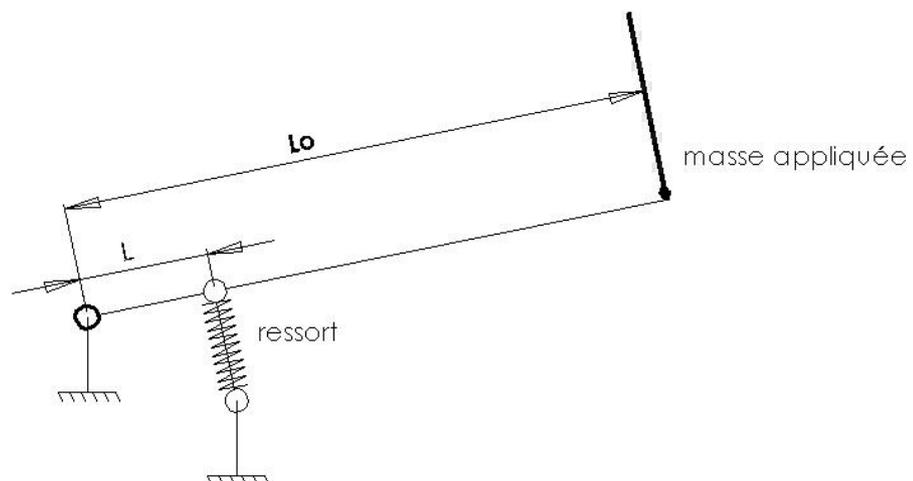
Phase démarrage



Phase charge

4.2 En vous aidant de la question précédente et de la description de l'outil T-4388 utilisé lors d'opérations après vente, décrivez le principe de fonctionnement de l'élément tendeur.

Afin de déterminer le coefficient de raideur du ressort, on vous propose la mise en situation suivante : (rappel : l'effort est proportionnel à la course)



Le schéma ci-dessus représente le banc d'essais permettant de déterminer l'effort de l'élément tendeur du galet.

On donne :  $L = 182,6 \text{ mm}$   
 $Lo = 850 \text{ mm}$

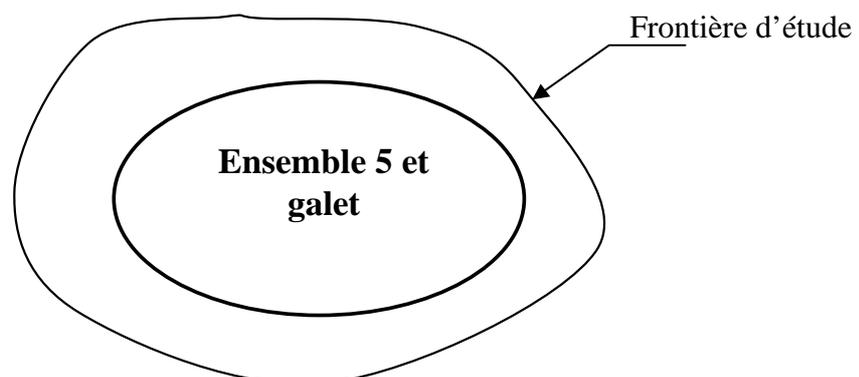
Longueur libre de l'élément tendeur :  $132,5 \text{ mm}$ .  
Rapport  $Lo/L = 4,65$

4.3 Complétez le tableau suivant :(Faire apparaître les calculs et précisez les unités).On prendra  $g=9,81 \text{ m.s}^{-2}$

Masse appliquée en kg	Longueur du tendeur sous la charge en mm	Effort du ressort en N	Coefficient de raideur en $\text{N.mm}^{-1}$
<b>3,027</b>	<b>129,72</b>		
<b>8,819</b>	<b>124,40</b>		
<b>13,719</b>	<b>119,90</b>		
<b>15,243</b>	<b>118,50</b>		

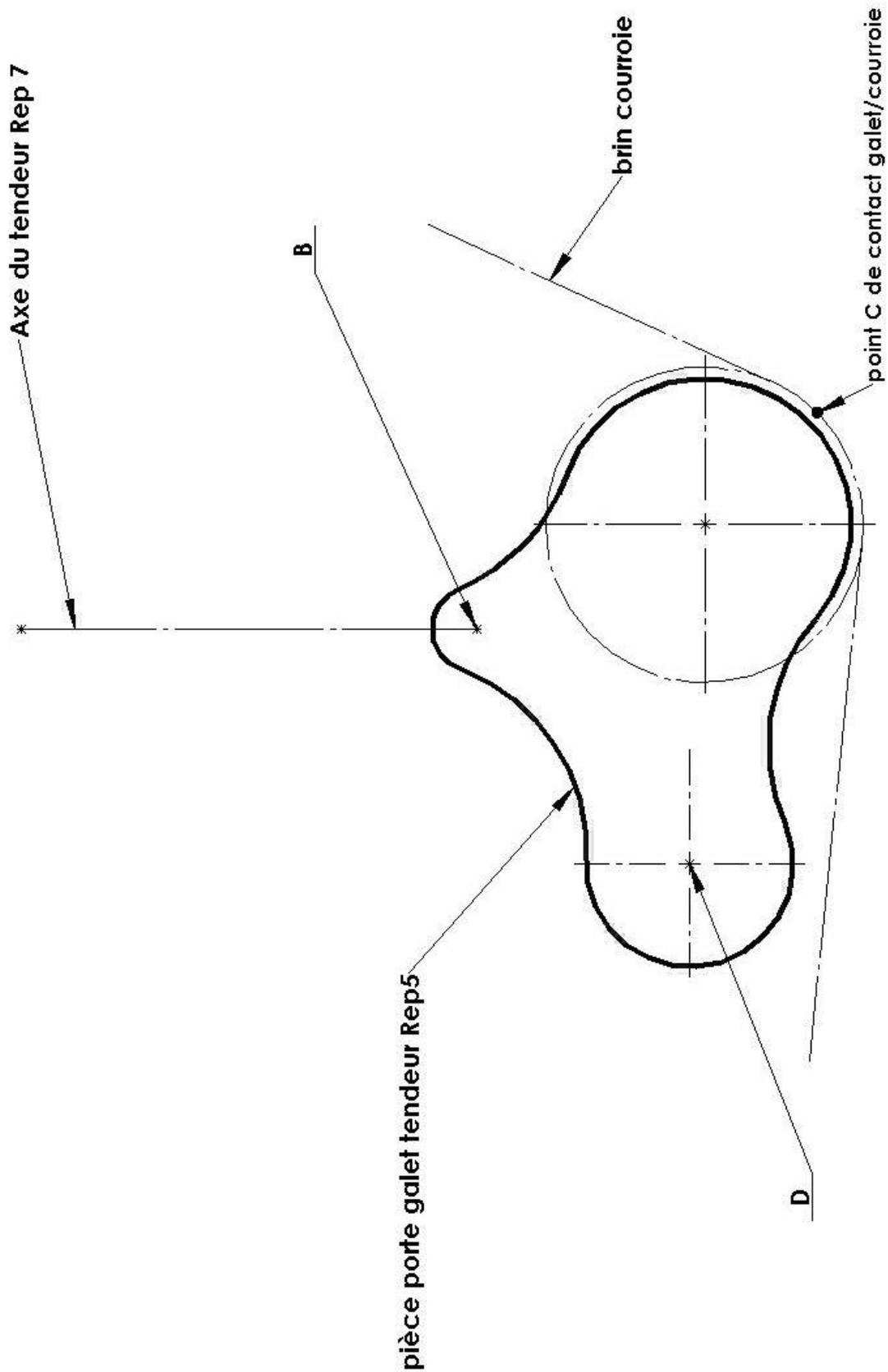
4.4 A l'aide des informations et des schémas pages 4 et 5 du dossier technique, déterminez l'effort F du ressort (phase de charge)

4.5 Établir le graphe des liaisons de l'ensemble pièce porte galet Rep 5 et galet (la masse des pièces et les frottements dans les liaisons sont négligés)

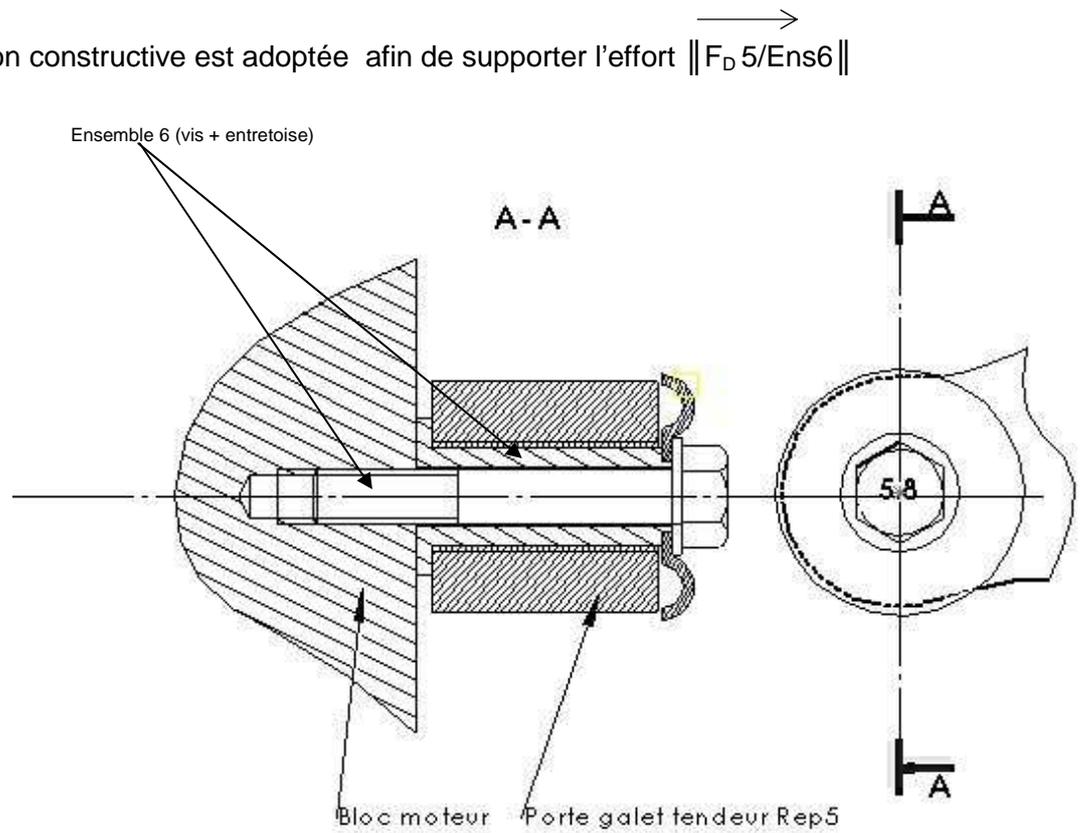


4.6 Déterminez graphiquement l'effort s'exerçant au point D sur l'ensemble 5 et galet:

Justifiez et expliquez votre réponse



4.7 Quelle solution constructive est adoptée afin de supporter l'effort  $\parallel F_D 5/Ens6 \parallel$



4.8 Pendant les phases de démarrage, on constate un bruit provenant du glissement de la courroie sur les poulies. Émettez des hypothèses de pannes.

## 5ème partie : Le système multiplexé :

*Objectif* : Contrôler le bon fonctionnement du réseau multiplexé du véhicule.

5.1 À partir dossier technique pages 16, 17 et 22, calculez la résistance équivalente du bus multiplexé entre la ligne CAN H et CAN L en condition normale. Développer les calculs.

5.2 On souhaite valider cette mesure sur le véhicule; indiquez les conditions de contrôle.

5.3 Définissez les bornes du calculateur contrôle moteur et du BSI où l'on peut effectuer ce contrôle. Complétez le tableau ci-dessous.

	Fil n°	Nombre de voies et couleur du connecteur	N° de voie
Calculateur contrôle moteur			
BSI			

5.4 Calculez la résistance mesurée lorsque l'un des deux fils du BUS CAN est coupé. Développez les calculs.

5.5 Expliquez le second contrôle à effectuer sur le réseau CAN.

5.6 Tracez l'allure des signaux obtenus sur le réseau CAN à partir des états logiques définis ci-dessous. Indiquez sur le graphe les tensions représentatives de chaque signal. (en rouge le signal CAN H et en vert le signal CAN L).

