

# CITROËN

---

**CENTRE INTERNATIONAL DE FORMATION COMMERCE**

---

## **SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6**

### **AUTOMOBILES CITROËN**

Société Anonyme au capital de 1 400 000 000 F  
R.C.S. Nanterre B 642 050 199

Siège Social : 62, boulevard Victor Hugo

92208 Neuilly-sur-Seine Cedex

Tél. : 01.47.48.41.41 - Téléc : CITR 614 830 F

---

### **AUTOMOBILES CITROËN**

***Centre International de Formation Commerce***

Edition Juin 2000

---

© AUTOMOBILES CITROËN Toute reproduction ou traduction même partielle sans  
l'autorisation écrite d'AUTOMOBILES CITROËN est interdite et constitue une contrefaçon





# SOMMAIRE

## 1ERE PARTIE

### PRESENTATION

### LES DIFFERENTS CIRCUITS

### LES ELEMENTS CONSTITUTIFS.....1

### GENERALITES.....3

#### I - INTRODUCTION.....3

#### II - AFFECTATION.....4

#### III - RAPPELS SUR LES MOTEURS.....4

#### IV - DISPOSITION GENERALE DU CIRCUIT.....16

#### V - SCHEMA SYNOPTIQUE DE FONCTIONNEMENT.....21

#### VI - PRESENTATION DE LA STRUCTURE COUPLE.....22

### LES CAPTEURS ET INFORMATIONS.....36

#### I - CAPTEUR DE REGIME ET DE POSITION MOTEUR.....36

#### II - CAPTEURS DE REFERENCE CYLINDRES.....43

#### III - CAPTEUR DE PRESSION INTEGRE A LA TUBULURE (115 KPA)...54

#### IV - SONDE DE TEMPERATURE D'AIR.....63

#### V - SONDE DE TEMPERATURE D'EAU.....66

#### VI - CAPTEUR PEDALE D'ACCELERATEUR.....68

#### VII - CAPTEUR DE POSITION PAPILLON DES GAZ.....78

#### VII - SONDES A OXYGENE.....81

#### IX - CAPTEURS DE CLIQUETIS.....95

#### X - MANO-CONTACT DE DIRECTION ASSISTEE.....97

#### XI - CAPTEUR DE PRESSION FLUIDE FRIGORIGENE.....98

#### XII - CONTACTEUR D'EMBRAYAGE.....103

#### XIII - CONTACTEUR ET INFORMATION FREIN.....103

#### XIV - ENTREE DIAGNOSTIC GMV.....104

#### XV - INFORMATIONS EN PROVENANCE DU BUS CAN.....104

#### XVI - COUPLE CONSOMME PAR L'ALTERNATEUR.....108

### CIRCUIT DE CARBURANT.....109

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

**CITROËN**

I - PRESENTATION.....	109
II - ENSEMBLE DE PUISAGE.....	111
III - RAMPES D'INJECTIONS.....	117
IV - L'AMORTISSEUR DE PULSATIONS.....	117
VI - INJECTEURS.....	118

**CIRCUIT D'AIR121**

I - GENERALITES.....	121
II - BOITIER PAPILLON.....	122

**LE CIRCUIT D'ALLUMAGE.....127**

I - BOBINES UNITAIRES.....	127
II - BOUGIES.....	129

**LE CALCULATEUR.....130**

I - ROLES.....	131
II - SCHEMA BLOCS DU CALCULATEUR.....	137
III - ENTREES CALCULATEUR.....	138
IV - SORTIES CALCULATEUR.....	139
V - BROCHAGE DU CALCULATEUR.....	140

**CALCUL DE LA CHARGE MOTEUR.....145**

I - VUE D'ENSEMBLE.....	145
II - CALCUL DE LA COMPENSATION DE TEMPERATURE.....	146
III - CALCUL DES DEBITS ENTRANTS.....	148
IV - CALCUL DU DEBIT MASSIQUE A TRAVERS LA VANNE DE PURGE CANISTER 150	
V - ADAPTATION A LA PRESSION AMBIANTE.....	153
VI - CALCUL DES DEBITS MASSIQUES DANS L'ADMISSION.....	159
VII - MODELISATION DE LA TUBULURE D'ADMISSION.....	164

**CALCUL DE VARIABLES DIVERSES.....168**

I - CALCUL DE LA TEMPERATURE AMBIANTE.....	168
II - MODELISATION DE L'ANGLE PAPILLON.....	170
III - CALCUL DE LA CHARGE PREDITE.....	171
IV - MODELISATION DE LA TEMPERATURE D'ECHAPPEMENT.....	179

**2EME PARTIE****LES STRATEGIES.....1****SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

## LA STRUCTURE COUPLE

### 3

#### VUE D'ENSEMBLE DE LA STRUCTURE COUPLE.....1

#### LES DEMANDES DE COUPLE.....3

I - CALCUL DU COUPLE DEMANDE PAR LE CONDUCTEUR.....	3
II - CALCUL DU COUPLE INDIQUE MAXIMAL POSSIBLE.....	14
III - CALCUL DE COUPLE INDIQUE MINIMUM.....	15
IV - CALCUL DU COUPLE DE PERTE DU MOTEUR.....	16
V - CALCUL DU COUPLE CONSOMME PAR LES ACCESSOIRES.....	17
VI - CALCUL DU COUPLE CONSOMME PAR LE CONVERTISSEUR BVA22	
VII - ADAPTATION DU COUPLE DE PERTES.....	24
VIII - CALCUL DU COUPLE AU DEMARRAGE.....	25
IX - CALCUL DE LA RESERVE DE COUPLE LORS DU CHAUFFAGE CATALYSEUR	25
X - DEMANDE DE COUPLE POUR LA REGULATION DU REGIME MAXI30	
XI - DEMANDE DE COUPLE POUR LA REGULATION DE LA VITESSE MAXI	32
XII - CORRECTION D'AVANCE CONTENUE POUR AGREMENT DE CONDUITE	33
XIII - RETRAIT D'AVANCE AU CHANGEMENT DE RAPPORT DE LA BVA41	
XIV - REGULATION RALENTI SUR LE COUPLE MOTEUR.....	42

#### LA COORDINATION DE COUPLE.....54

I - COORDINATION DES ACTIONS SUR LE COUPLE – PARTIE AIR....	54
II - COORDINATION GLOBALE DES ACTIONS SUR LE COUPLE .....	57
III - LIMITATION A LA TENUE MOTEUR.....	60
IV - CALCUL DU COUPLE MAXI AUTORISE.....	61
V - PROTECTION BVA CONTRE LES FAUSSES MANŒUVRES.....	63

#### CALCUL DES GRANDEURS DE BASE.....64

#### CALCUL DU COUPLE REEL.....66

#### CALCUL DU COUPLE ESTIME POUR LA BVA.....68

#### ACTIONS SUR LE REMPLISSAGE.....70

I - VUE D'ENSEMBLE.....	70
II - CALCUL DE LA CONSIGNE DE REMPLISSAGE.....	71
III - REGULATION DU REMPLISSAGE.....	71
IV - ACTION SUR LE REMPLISSAGE PAR COMMANDE DU PAPILLON	73

#### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

V - MISE EN FORME DE LA CONSIGNE PAPILLON.....	81
VI - DISTRIBUTION VARIABLE.....	82
<b>GESTION DE L'ALLUMAGE.....</b>	<b>92</b>
I - SCHEMA SYNOPTIQUE DE L'ALLUMAGE.....	92
II - FONCTIONNEMENT GLOBAL.....	93
III - ELABORATION DE L'AVANCE A L'ALLUMAGE.....	97
IV - GESTION DU DWELL.....	121
V - COMMANDE DE L'ALLUMAGE.....	123
<b>CALCUL DU NIVEAU DE COUPURE D'INJECTION.....</b>	<b>127</b>
I - INTRODUCTION.....	127
II - STRATEGIE.....	127
<b>SORTIE DE LA COUPURE DES INJECTEURS.....</b>	<b>129</b>
I - VUE D'ENSEMBLE.....	129
II - AUTOMATE D'ETATS.....	131
<b>GESTION DE L'INJECTION</b>	
<b>133</b>	
<b>VUE D'ENSEMBLE DE LA GESTION DE L'INJECTION.....</b>	<b>135</b>
<b>COMMANDE DE L'INJECTION POUR CHAQUE CYLINDRE INDIVIDUELLEMENT.....</b>	<b>137</b>
I - PRESENTATION.....	137
II - CALCUL DU TEMPS D'INJECTION PAR CYLINDRE.....	137
III - CADENCE D'INJECTION.....	139
<b>CALCUL DES ANGLES DE PHASAGE.....</b>	<b>145</b>
I - CALCUL DE $\alpha_{FI}$ .....	145
II - CALCUL DE $\alpha_{FI \text{ MIN}}$ .....	146
<b>CALCUL DU TEMPS D'INJECTION.....</b>	<b>147</b>
<b>VUE D'ENSEMBLE DE LA COMMANDE DU MELANGE</b>	
<b>149</b>	
<b>PRECONSIGNE D'INJECTION.....</b>	<b>153</b>
I - DEMARRAGE.....	153
II - APRES DEMARRAGE.....	159
III - MISE EN ACTION.....	163

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

IV - COUPURE EN DECELERATION / REATTTELAGE.....	164
V - COMPENSATION EN TRANSITOIRES.....	167
<b>PRECONSIGNE DU MELANGE.....</b>	<b>183</b>
I - VUE D'ENSEMBLE.....	183
II - CONSIGNE DE LAMBDA DESIRE PAR LE CONDUCTEUR.....	184
III - CONSIGNE POUR RECHAUFFAGE CATALYSEUR.....	185
IV - CONSIGNE POUR PROTECTION DU MOTEUR ET DES COMPOSANTS	186
V - CHOIX DE LA CONSIGNE DE RICHESSE.....	187
<b>REGULATION ET ADAPTATION DE RICHESSE.....</b>	<b>189</b>
I - VUE D'ENSEMBLE.....	189
II - REGULATION DE RICHESSE.....	190
III - REASPIRATION DES VAPEURS D'ESSENCE.....	217
<b>LES STRATEGIES ANNEXES.....</b>	<b>241</b>
<b>CALCUL DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT .....</b>	<b>243</b>
<b>PILOTAGE CHAUFFAGE SONDES A OXYGENE.....</b>	<b>245</b>
I - BUT.....	245
II - STRATEGIE.....	245
<b>COMMANDE DE LA POMPE A ESSENCE.....</b>	<b>247</b>
I - PRECOMMANDE A LA MISE DU CONTACT.....	247
II - COMMANDE INITIALE DE LA POMPE.....	247
III - RETARD A LA COUPURE.....	249
IV - VERIFICATION MOTEUR TOURNANT.....	249
<b>GESTION DU COMPRESSEUR DE REFRIGERATION.....</b>	<b>250</b>
I - PRESENTATION.....	250
II - FONCTIONNEMENT.....	251
<b>FONCTION FRIC.....</b>	<b>256</b>
I - ROLES.....	256
II - SCHEMA DE PRINCIPE ELECTRIQUE.....	258
III - FONCTIONNEMENT.....	259
<b>REGULATION DE VITESSE VEHICULE (RVV).....</b>	<b>266</b>
I - GENERALITES.....	266
<b>SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE</b>	

**CITROËN**

II - TRAITEMENT DES SIGNAUX DE COMMANDE.....	273
III - CONDITIONS D'ACTIVATION OU DE COUPURE DE LA RVV.....	274
IV - LOGIQUE ET REGULATION.....	276
V - COUPURE DU REGULATEUR DE VITESSE.....	283
<b>PILOTAGE DU PAPILLON MOTORISE.....</b>	<b>285</b>
I - VUE D'ENSEMBLE.....	285
II - GRANDEURS APPRISES POUR LE PILOTAGE DU PAPILLON.....	286
III - PILOTAGE DU PAPILLON MOTORISE.....	290
<b>ADC DEUXIEME GENERATION.....</b>	<b>293</b>
I - PRESENTATION.....	293
II - FONCTIONNEMENT GENERAL.....	297
III - DEFINITION DES TRAMES MUX CAN (DONNEES).....	302
IV - MISE EN SERVICE DE LA FONCTION ADC.....	303
<b>3EME PARTIE</b>	
<b>DIAGNOSTIC/ELECTRICITE.....</b>	<b>311</b>
<b>DIAGNOSTIC 1</b>	
I - GENERALITES.....	1
II - COMMUNICATION SERIE AVEC LE TESTEUR ELIT.....	10
III - DESCRIPTION DU DIAGNOSTIC.....	31
<b>DETECTION DES RATES D'ALLUMAGE.....</b>	<b>66</b>
I - VUE D'ENSEMBLE.....	66
II - DETECTION DES RATES.....	67
III - GESTION DE LA DETECTION DES RATES.....	72
IV - DETECTION MAUVAISE ROUTE.....	76
V - CONDITIONS D'ARRET DE LA DETECTION DE RATES.....	79
VI - ADAPTATION DU TEMPS DE SEGMENT.....	82
<b>CONCEPT DE SURVEILLANCE DU SYSTEME EGAS.....</b>	<b>116</b>
I - LES CONTROLES.....	116
II - REACTION AUX DEFAUTS.....	119
<b>CIRCUIT ELECTRIQUE.....</b>	<b>136</b>
I - SCHEMA DE PRINCIPE.....	136
II - NOMENCLATURE.....	145

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**



---

III - LE DOUBLE RELAIS D'INJECTION.....	149
IV - DESCRIPTION DE LA LIAISON CAN.....	151
<b>COMPOSANTS DU DISPOSITIF.....</b>	<b>171</b>
I - CIRCUIT DE CARBURANT.....	171
II - CIRCUIT D'AIR.....	171
III - CIRCUIT ELECTRIQUE.....	172
IV - CIRCUIT D'ALLUMAGE.....	173
V - CIRCUIT D'ECHAPPEMENT.....	173
<b>ABREVIATIONS PRINCIPALES UTILISEES.....</b>	<b>175</b>

**AVIS AUX LECTEURS**

Le présent document contient des informations à caractère confidentiel.  
En conséquence, il est strictement réservé à l'usage des animateurs de la formation d'Automobiles CITROËN, et ne peut être en aucun cas diffusé auprès de personnes étrangères au service précité.

**ATTENTION**

Les valeurs numériques figurant dans ce document ont uniquement pour rôle de donner un ordre de grandeur, pouvant aider ainsi à la compréhension d'une stratégie.

**1ERE PARTIE  
PRESENTATION  
LES DIFFERENTS CIRCUITS  
LES ELEMENTS CONSTITUTIFS**

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

## GENERALITES

### I - INTRODUCTION

Le système BOSCH ME7.4.6 dont le cerveau est un calculateur électronique numérique, a pour rôle de gérer à la fois le circuit d'allumage et celui d'injection.

Au point de vue injection, c'est un dispositif dit "multipoint" car chaque cylindre est alimenté par un injecteur propre. Sa cadence est de type séquentiel.

Comme à l'accoutumée, l'allumage et l'injection sont intimement liés ; mais cette fois-ci, leur commande est directement issue de la gestion du couple moteur. De part cette nouvelle conception en matière de contrôle moteur, le calculateur intègre dès le départ :

- la recherche du point optimal de fonctionnement en fonction d'un maximum de paramètres physiques,
- la prise en compte de l'agrément de conduite,
- les demandes émanant de divers calculateurs.

Par ailleurs, le calculateur prend soin de respecter scrupuleusement les impératifs d'antipollution, aussi sévères soit-ils. En particulier, ce dispositif répond à la norme de dépollution L4 ; ceci implique l'adoption d'une sonde à oxygène en aval du catalyseur.

D'autre part, avec un calculateur unique, il apparaît que plusieurs capteurs de mesure sont communs à l'injection et l'allumage. Avec un circuit d'alimentation lui aussi unique, ce système est donc très rationalisé et moins complexe extérieurement.

Enfin, en cas de défaut(s) de fonctionnement, le calculateur :

- possède une mémoire d'auto-diagnostic embarquée afin de faciliter la recherche d'éventuelles pannes et d'atteindre par la même une qualité de réparation optimale. De plus, dans le cadre de la norme L4, ce système possède un dispositif de diagnostic "EOBD" capable de détecter toutes les défaillances pouvant influencer l'émission de polluants,
- à la possibilité de travailler en mode dégradé ; ceci consiste, en l'absence de certains paramètres à remplacer ces derniers par une valeur programmée au préalable. Ainsi, on préserve au mieux l'agrément de conduite, et le conducteur peut la plupart du temps rejoindre un garage.

**Remarques :** L'ordre d'allumage est le suivant = 1-6-3-5-2-4

La quantité d'essence à injecter dépend, comme toujours, du remplissage en air des cylindres.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## II - AFFECTATION

Véhicule CITROËN X4 équipé de la motorisation suivante :

ES9J4S/L4.

## III - RAPPELS SUR LES MOTEURS

### A - MECANIQUE APPLIQUEE

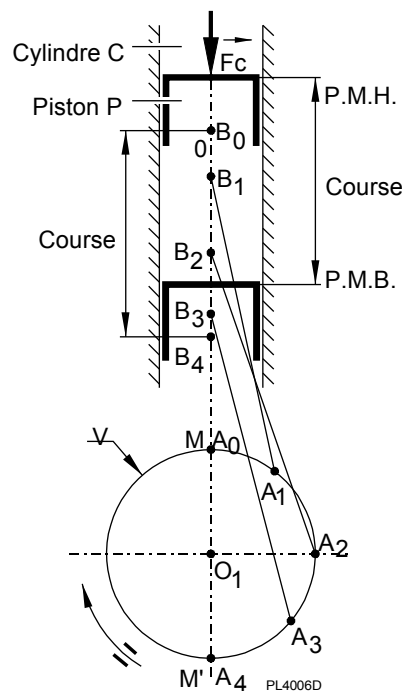
#### 1 - Fonctionnement du moteur

Le mécanisme bielle-manivelle permet de transformer le mouvement rectiligne alternatif du piston, en un mouvement circulaire continu.

La combustion du mélange air/carburant engendre une pression agissant sur la surface du piston et par suite une force  $F_c$  ( $F = P \times S$ ).

C'est cette force qui fait descendre le piston du PMH vers le PMB (course de détente = 3ème temps moteur). Les trois autres temps moteur sont dus à l'inertie du volant moteur qui par ailleurs permet de régulariser la rotation du moteur.

*Nota : Le mouvement rectiligne du piston est continu mais non uniforme.*



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## 2 - Moment d'un couple

Moment d'une force  $F$  :

$$\vec{M}_O \vec{F} = F \times d \text{ avec } d \text{ distance entre direction de la force et l'axe de rotation}$$

$\uparrow$        $\uparrow$        $\uparrow$   
 $mN$      $N$      $m$

moment d'un couple de force  $F$  et  $F'$

$$M_C = F \times HH' = F' \times HH' \text{ avec mêmes unités.}$$

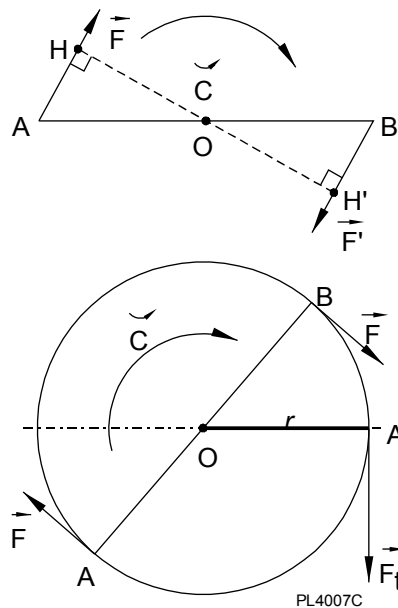
Pour le moteur on peut écrire :

$$\vec{M}_O \vec{F}_t = F_t \times r$$

$r$  est la distance axe maneton / axe tourillon du vilebrequin

$\vec{F}_t$  est la composante tangentielle de la force agissant sur le maneton du vilebrequin. Elle est issue de la force  $F_c$  agissant sur la tête du piston.

$$M_C = F \times AB = F \times 2r \text{ or } F = \frac{F_t}{2} \Rightarrow M_C = M_O F_t$$



**Remarque :** Cette égalité de moments illustre le fait qu'on appelle souvent "moment" : "couple".

### 3 - Travail d'une force

Cas général :  $W = F \times d$  d est le déplacement du point d'application de la force .

$\begin{array}{ccccc} & \uparrow & & \uparrow & \uparrow \\ & \text{joule} & & \text{N} & \text{m} \end{array}$

la force .

Dans le cas du moteur : le point d'application A de  $\vec{F_t}$  fait un tour, puisque  $\vec{F_t}$  engendre le mouvement de rotation du vilebrequin. Comme un tour vaut  $2\pi r$ , le travail de  $F_t$  est  $W = F_t \times 2\pi r$  or  $M_c = F_t r \Rightarrow W = M_c \times 2\pi$ .

Pour N tours par minute :  $W = M_c \times 2\pi N$ .

### 4 - Puissance

La puissance en Watt est le travail produit par unité de temps (la seconde).

$$\text{Donc : } P = \frac{W}{t} = \frac{M_c \times \frac{2\pi N}{60}}{1} = M_c \times \frac{\pi N}{30}$$

$\begin{array}{ccc} & \swarrow \text{joule} & \\ & \text{W} & \searrow \text{s} \end{array}$

$\frac{\pi N}{30}$  est la vitesse angulaire  $\omega$  du rayon r en rd/s. Donc généralement

$$P = C \times \omega \leftarrow \text{rd/s.}$$

$\begin{array}{cc} \uparrow & \uparrow \\ W & \text{couple en m.N.} \end{array}$

### Pression moyenne indiquée : PMI

C'est la pression constante théorique qui, appliquée sur le piston pendant sa course de détente, fournirait la même puissance indiquée que le moteur étudié.

$$P_i = \frac{W}{t} = \frac{\text{PMI} \times S \times \text{Course} \times \frac{\text{Nombre de courses de détente}}{t} \times \frac{\text{Nombre de cylindres}}{1}}{1}$$

avec  $\text{PMI} \times S = \text{force sur piston}$ .

or  $S \times \text{Course} \times \text{nombre de cylindres} = \text{cylindrée} : V$ .



Pour un moteur quatre temps : 1 Course de détente tous les 2 tours

$$\Rightarrow \frac{\text{Nombre de courses de détente}}{t} = \frac{N}{2}$$

$$\text{au final } P_i = P_{MI} \times V \times \frac{N}{2} \Rightarrow P_{MI} = \frac{2 \times P_i}{V \times N}$$

Si on exprime  $P_{MI}$  en bar,  $P$  en KW,  $V$  en litre (ou  $\text{dm}^3$ ) et  $N$  en tr/mn, la formule devient  $P_{MI} = \frac{1200 \times P_i}{V \times N}$

### Pression moyenne effective : PME

$$PME = \frac{1200 \times P_e}{V \times N} \text{ or } P = C\omega$$

On peut donc écrire :

$$PME = \frac{1200 \times C_e \times \frac{\pi N}{30}}{V \times N} = 1200 \times C_e \times \frac{\pi N}{30} \times \frac{1}{V \times N}$$

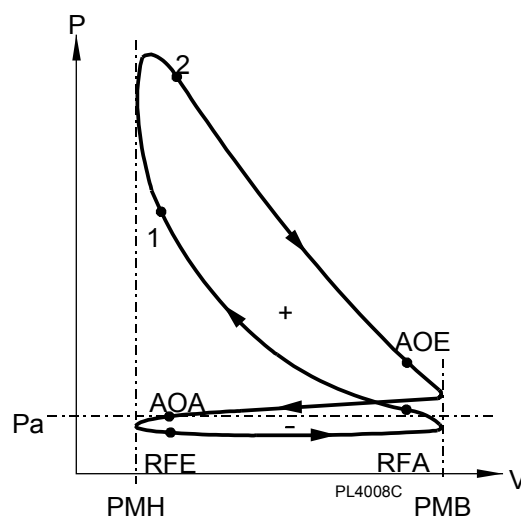
$$\Rightarrow PME = \frac{4 \times \pi \times C_e}{V}$$

### Pression moyenne de frottement : PMF

$PMF = P_{MI} - P_{ME}$  ; Elle évolue en fonction du régime et de la température moteur. De plus, elle englobe les pertes par pompage.

## B - PERFORMANCES MOTEUR

### 1 - Cycle réel du moteur

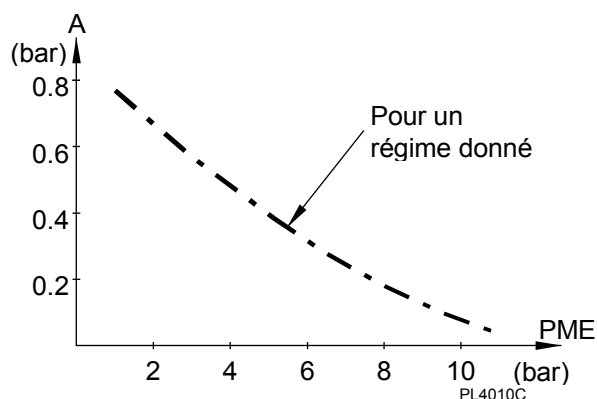


#### Cycle à pleine charge

- 1 - Début de combustion
- 2 - Fin de combustion

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

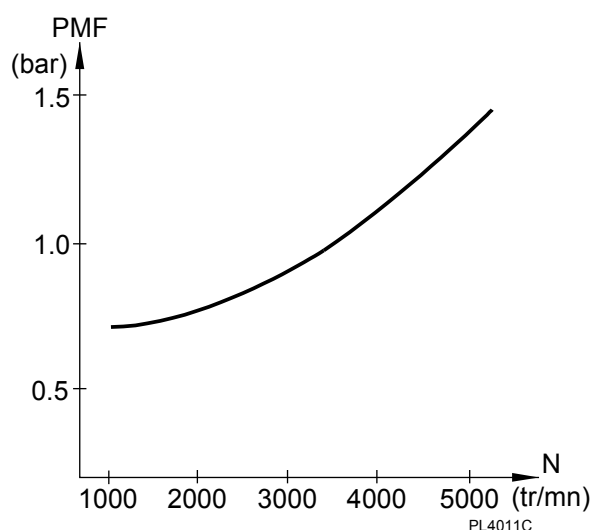




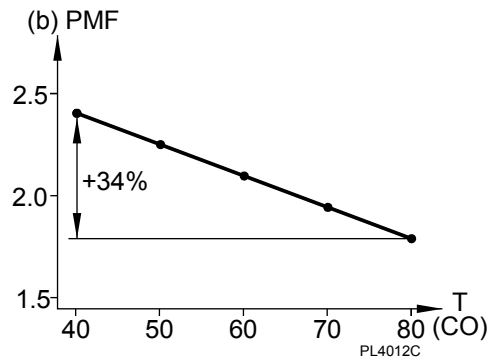
Evolution des pertes par pompage en fonction de la PME. (Exemple d'un moteur 4 cylindres de 2 litres à 3000 tr/mn avec une pression moyenne de frottement (PMF) de l'ordre de 1 bar).

A. Pression moyenne indiquée (PMI) de la boucle négative du cycle (boucle basse pression).

On constate que lorsque la charge augmente, l'influence de la boucle négative du cycle moteur est moindre.



Evolution de la PMF en fonction de la vitesse de rotation. (Exemple d'un moteur 4 cylindres de 2 litres).



Effet de la température sur la PMF. (Exemple d'un moteur monocylindre pour un régime et un remplissage donnés avec une huile de viscosité 5W20).

T. Température de l'huile et de l'eau.

Dans le même état d'esprit :

$$CMI = CME + CMF$$

$$CMI_{HP} + CMI_{BP} \Rightarrow CMI_{HP} = CME + CMF - CMI_{BP}$$

mesurable  
au banc

par les  
courbes  
de willans

mesurable au  
banc

### Les réseaux de willans

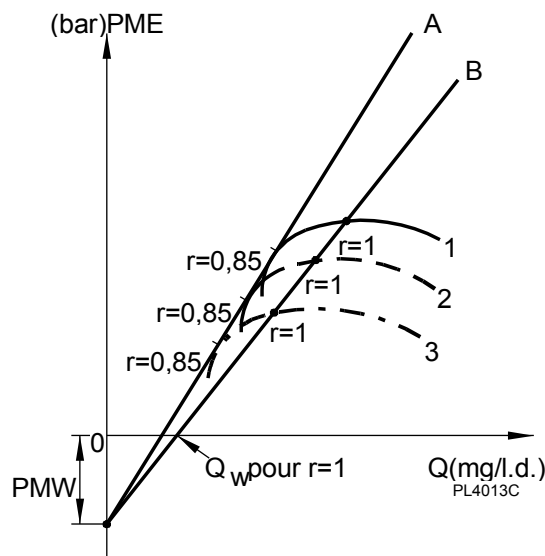


Diagramme de Willans. (Régime de rotation constant et avance à l'allumage optimale).

1. Remplissage = 0.6
2. Remplissage = 0.4
3. Remplissage = 0.3
- A. Droite enveloppe des consos mini
- B. Droite de richesse  $r = 1$

Si l'on trace les courbes de  $PME = f(\text{carburant consommé par litre déplacé})$  pour un régime donné, pour des remplissages et des richesses variés, on obtient un réseau tel que si l'on relie les points de même richesse entre eux, on obtient une droite. Les droites ainsi obtenues viennent toutes se couper en un point unique de l'axe des PME appelé "Pression Moyenne de Willans" PMW.

PMW englobe les pertes :

- par frottement,
- par transvasement (ou par pompage),
- calorifiques au contact des parois,
- par non instantanéité de combustion.

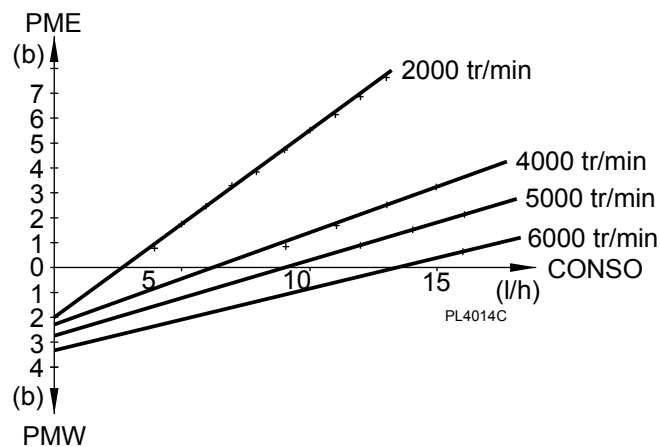
### Consommation spécifique de willans CSW :

CSW est proportionnelle au rapport  $\frac{QW}{PMW}$

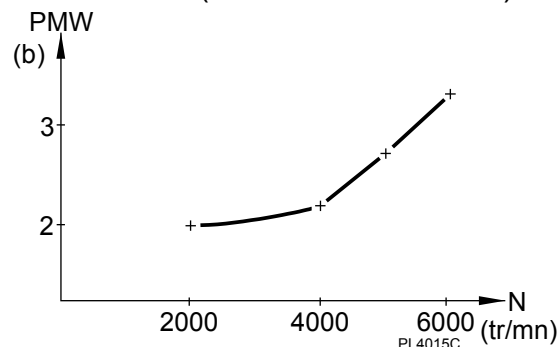
Les courbes de willans sont très utiles car :

- la PMW caractérise les pertes par frottement d'un moteur,
- la CSW caractérise le rendement d'un moteur.

### Exemple de tracé de droites de willans



Exemple de droites de willans. (moteur V6 de 3 litres).



Evolution de la PMW en fonction du régime. (Moteur V6 de 3 litres).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

#### 4 - Consommation spécifique

$$C_s \text{ (g/kw.h)} = \frac{\text{Consommation (g/h)}}{\text{Puissance (kw)}}$$

$$Q \text{ (mg/litre déplacé)} = \frac{C_s \times \text{PME}}{36}$$

$$C_{si} = \frac{\text{Consommation}}{\text{Puissance indiquée}} ; C_{se} = \frac{\text{Consommation}}{\text{Puissance effective}}$$

Pour un régime donné, on peut écrire que :

$$C = C_{si} \times P_i = C_{se} \times P_e$$

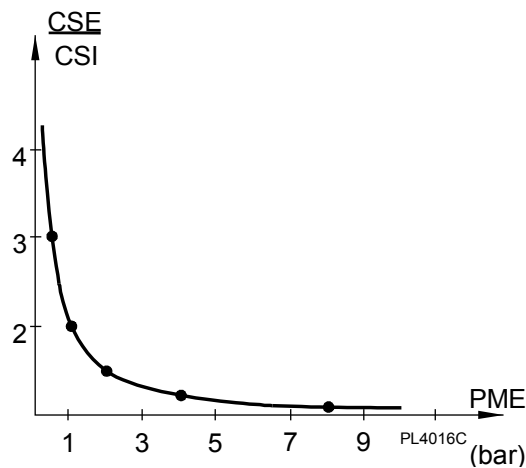
↑  
Consommation

$$\text{et } P_x = \frac{P_{Mx} \times V \times N}{1200} \text{ et } C_{si} \times P_{MI} = C_{se} \times P_{ME}$$

$$\text{Comme } P_{MI} = P_{ME} + P_{MF} : \frac{C_{se}}{C_{si}} = 1 + \frac{P_{MF}}{P_{ME}}$$

On peut exprimer la consommation de willans ainsi

$$C_{sw} = C_{se} \times \frac{P_{MF}}{P_{ME} + P_{MF}}$$



Influence des pertes par frottement sur la détérioration des consommations à faible charge.

(Moteur 4 cylindres de 2 litres à 3500 tr/mn avec une PMF de 1 bar).

## 5 - Rendement global

$$\eta_g = \frac{P_{\text{effective}}}{P_{\text{calorique du combustible}}}$$

or  $P_{\text{calorique du combustible}} = \text{Consommation} \times \text{PCI}$ , avec PCI = Pouvoir Calorique Inférieure du carburant en KJ/kg.

On peut écrire ainsi que :

$$\eta_g = \frac{P_{\text{effective}}}{\text{Conso} \times \text{PCI}} = \frac{1}{\text{Cse} \times \text{PCI}}$$

$$\eta_g = \frac{3,6 \cdot 10^6}{\text{Cs (g / kw.h)} \times \text{PCI (KJ / kg)}}$$

## 6 - Rendements partiels

$\eta_{th}$  = rendement thermodynamique théorique du cycle si le moteur fonctionnait selon le cycle de Beau de Rochas :  $\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\rho^{\gamma-1}}$

$$(\gamma = 1,3 ; \rho = \text{rapport volumétrique} = \frac{V_+}{V_-})$$

$\eta_{\text{cycle}}$  = rendement de cycle ; c'est le rapport de la surface du diagramme réel à celle du diagramme théorique.

$\eta_{thp}$  = rendement thermique pratique ; il représente le rapport du nombre de joules transformés en travail au nombre de joules apportés par le combustible.

$$R_{thp} = \eta_{th} \times \eta_{\text{cycle}} = \frac{P_i}{P_{th}}$$

$P_{th}$  = puissance théorique : à chaque aspiration dans le cylindre, le moteur emmagasine l'énergie potentielle Q en joules :

$Q = V \times X\% \times P_{cu}$	$V$ = cylindrée unitaire en $\text{dm}^3$ $X\%$ = taux de remplissage du cylindre (0,95 à 0,85 selon N) $P_{cu}$ = pouvoir calorifique du mélange carburé en joules par litre ( $\approx 3550$ ).
----------------------------------	---

$$\Rightarrow P_{th} \text{ en Kw} = \frac{1}{10^3} \times \frac{N}{60} \times \frac{n}{2} \times Q \quad \left| \quad n = \text{nombre de cylindres} \right.$$

$\eta_m$  = Rendement mécanique est le rapport de l'énergie mécanique disponible à l'énergie mécanique développée par les gaz.

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i}$$

on peut donc écrire que le rendement global  $\eta_g = \eta_{thp} \times \eta_m$

$$\text{et } \eta_g = \frac{P_i}{P_{th}} \times \frac{P_e}{P_i}$$

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

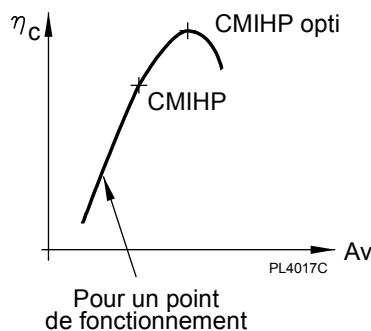
## C - PRINCIPE DE L'AVANCE PAR LE COUPLE

Pour un point de fonctionnement moteur (régime ; charge), on peut chercher au banc l'avance à l'allumage qui permet d'obtenir le couple moyen indiqué optimal (maxi) de la partie positive du cycle réel CMIHP opti.

Donc, une avance inférieure va dégrader le couple optimal et nous donner un CMIHP appliqué.

On en déduit alors la notion de rendement d'avance

$$\eta_{av} = \frac{\text{CMIHP}}{\text{CMIHP}_{opti}} = \frac{\text{Avance appliquée}}{\text{Avance opti}}$$



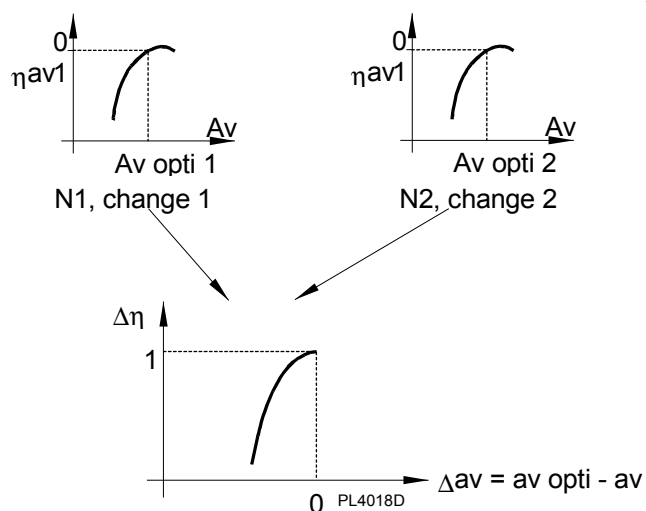
La différence  $\Delta av = \text{Avance opti} - \text{Avance réelle}$  engendre donc une dégradation du couple optimal, d'où un rendement  $\eta_{av}$ . On peut alors exprimer  $\Delta av$  en pourcentage de dégradation de couple :

$$\Delta\eta = \frac{\text{Copti} - \text{Créel}}{\text{Copti}} = x\% \text{ Copti sous forme } 0, \dots \text{ (par exemple } 0,1 \text{ pour } 10\%).$$

$$\Rightarrow \text{Créel} = \text{Copti} - \text{Copti} \times \Delta\eta$$



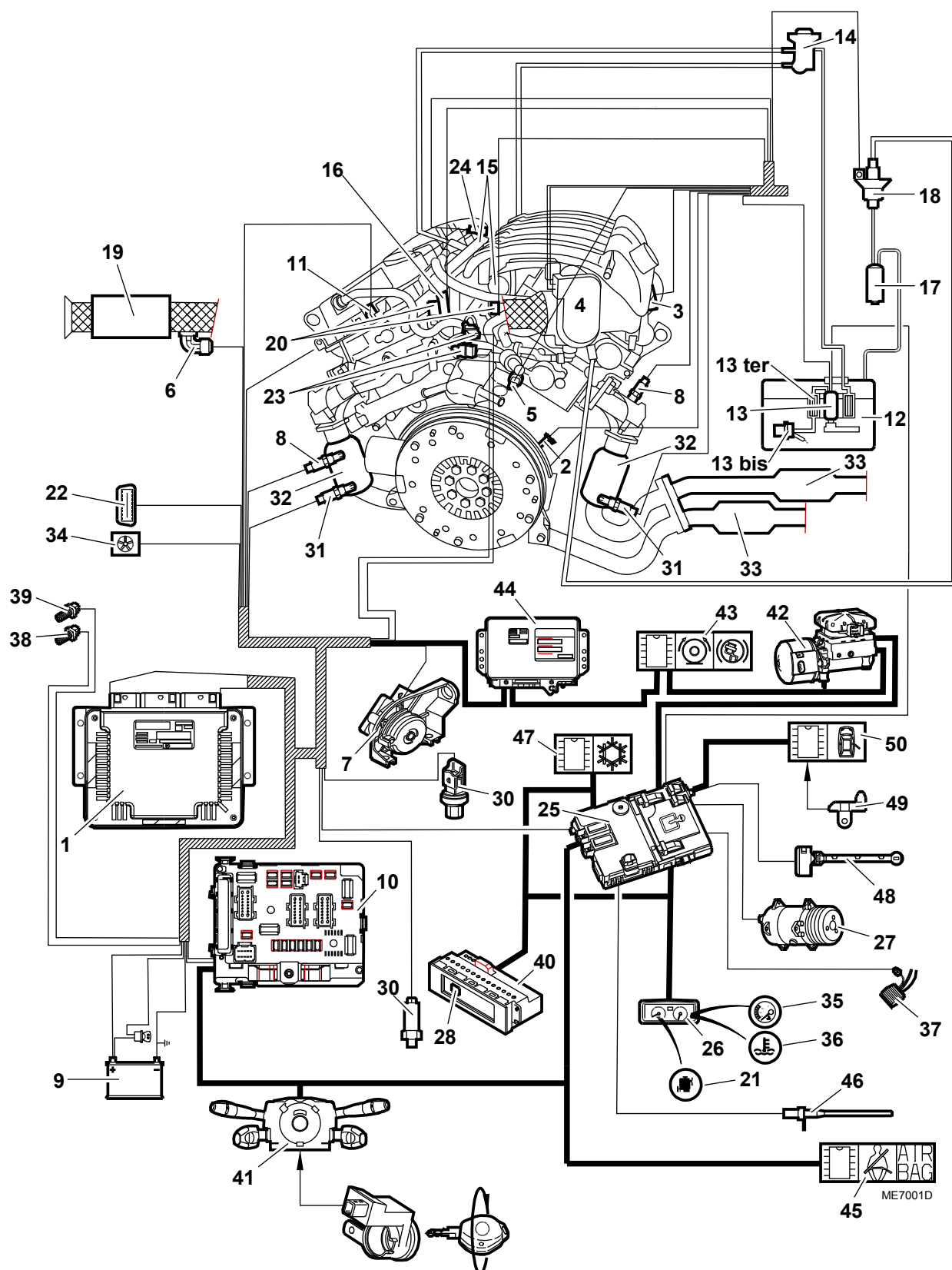
Dans la pratique, on se rend compte que d'un point de fonctionnement moteur P1 à un autre P2, une même dégradation de rendement de couple (ou d'avance) varie très peu. C'est à dire que  $\eta_{av1} \neq \eta_{av2} \Rightarrow \Delta\eta_1$  à appliquer  $\neq \Delta\eta_2$  à appliquer. Il est alors possible de dire que quel que soit le point de fonctionnement moteur, une certaine valeur de  $\Delta\eta$  est traduisible en une seule valeur de  $\Delta av$ .



Courbe unique de rendement d'avance

## IV - DISPOSITION GENERALE DU CIRCUIT

## A - SCHEMA



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - NOMENCLATURE

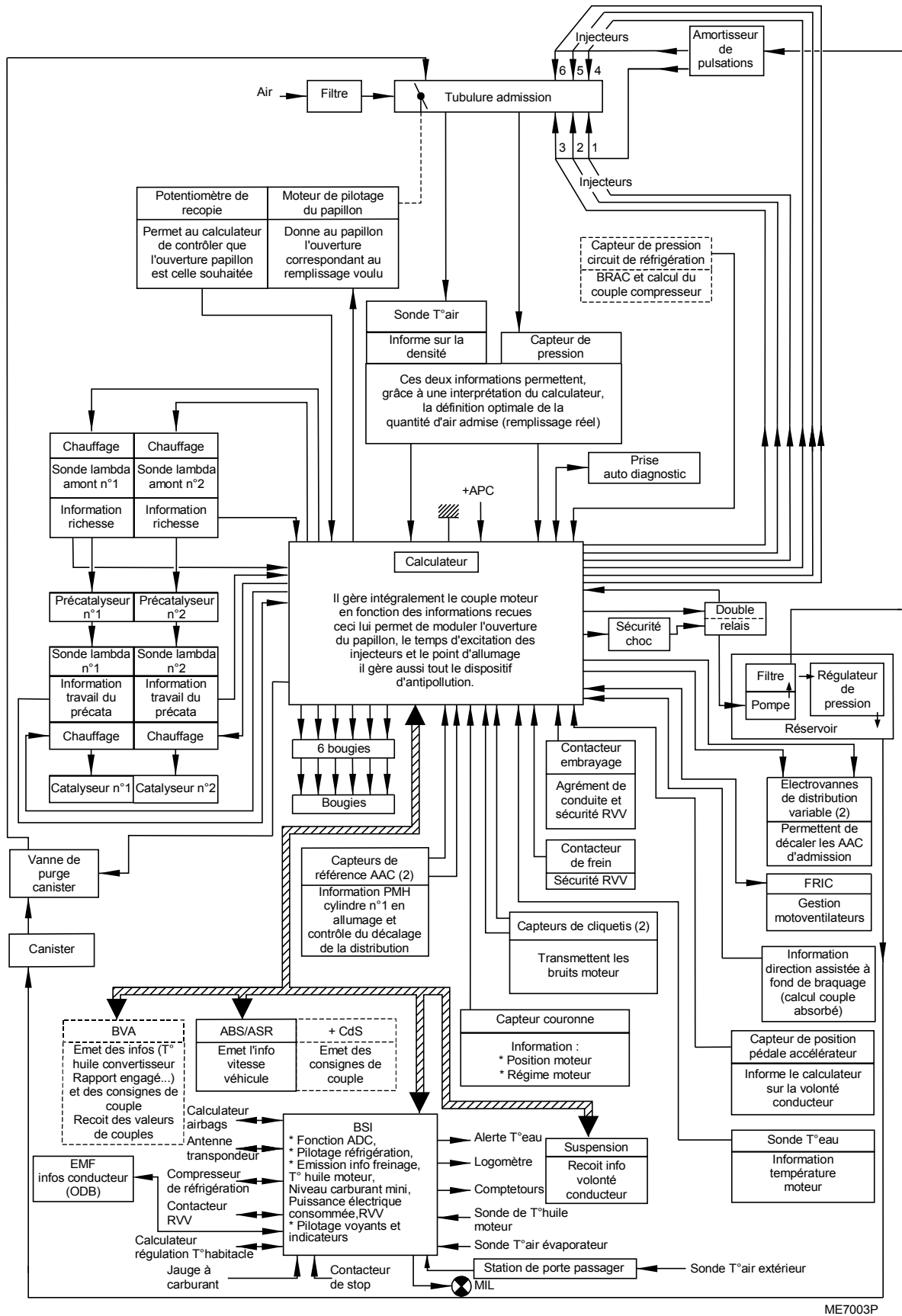
- 1 - Calculateur de contrôle moteur
- 2 - Capteur de régime/position moteur
- 3 - Capteur de pression absolue répartiteur d'admission
- 4 - Boîtier papillon motorisé (moteur + potentiomètre de recopie)
- 5 - Thermistance eau moteur
- 6 - Thermistance air admission
- 7 - Capteur position pédale accélérateur
- 8 - Sondes à oxygène amont
- 9 - Batterie
- 10 - Boîtier de servitude moteur 34 fusibles contenant la fonction "coupure carburant" et le double relais injection :
  - principal
  - de puissance
- 11 - Bobine d'allumage (x6) [+ bougie (x6)]
- 12 - Réservoir
- 13 - Ensemble de puisage (pompe + régulateur de pression 13 bis et filtre à carburant 13 ter)
- 14 - Amortisseur de pulsations
- 15 - Rampes d'injection
- 16 - Injecteurs (x6)
- 17 - Réservoir canister
- 18 - Electrovanne purge canister
- 19 - Filtre à air
- 20 - Capteur de référence arbre à cames (x2)
- 21 - Voyant test injection – allumage (MIL)
- 22 - Connecteur diagnostic
- 23 - Capteurs de cliquetis (x2)
- 24 - Electrovanne de pilotage de la distribution variable (x2)
- 25 - Boîtier de servitude intelligent
- 26 - Compte-tours
- 27 - Compresseur de réfrigération
- 28 - Information consommation
- 29 - Capteur de pression réfrigération
- 30 - Capteur de pression de direction assistée

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

- 31 - Sonde à oxygène aval (x2)
- 32 - Précatalyseur (x2)
- 33 - Catalyseur principal (x2)
- 34 - Groupe motoventilateurs
- 35 - Indicateur de température d'eau
- 36 - Voyant d'alerte température d'eau
- 37 - Capteur de frein principal (pour RVV)
- 38 - Capteur de frein redondant (pour RVV)
- 39 - Capteur d'embrayage (systématique)
- 40 - Ecran multifonction
- 41 - Commande RVV
- 42 - BHI
- 43 - ABS/ASR
- 44 - Calculateur BVA
- 45 - Calculateur airbags
- 46 - Sonde de T°huile moteur
- 47 - Calculateur de régulation de T°habitacle
- 48 - Sonde de température d'évaporateur (pour création de AC-Th)
- 49 - Sonde de température d'air extérieur (pour création de AC-Th)
- 50 - Station de porte passager

## C - ORGANISATION DU SYSTEME

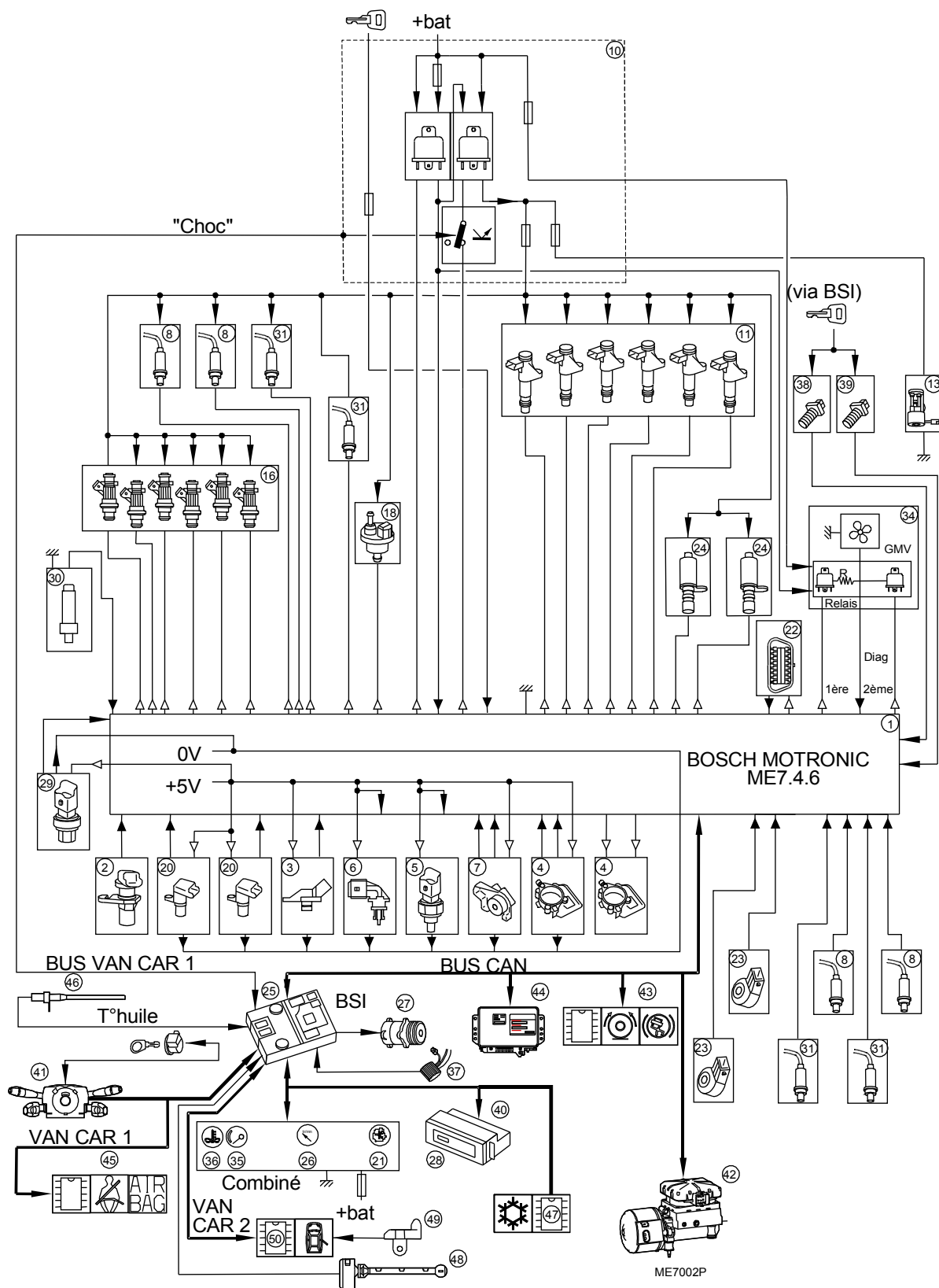
### **SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**



ME7003P

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## V - SCHEMA SYNOPTIQUE DE FONCTIONNEMENT



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## VI - PRESENTATION DE LA STRUCTURE COUPLE

### A - SITUATION ANTERIEURE

Un système de contrôle moteur doit avant tout gérer l'injection et l'allumage. Néanmoins, il doit prendre en compte les impératifs actuels en matière d'émissions polluantes, de consommation de carburant, et d'agrément de conduite.

Auparavant, on laissait le conducteur agir directement sur le papillon des gaz. L'ouverture de celui-ci déterminait un certain remplissage, donc par voie de conséquence, une certaine masse de mélange combustible, une certaine force développée sur le piston, et en final certaines performances moteur.

A la base, on commençait par tenir compte d'une relation simple entre la pression régnant en aval du papillon, et le remplissage qui en résultait.

Il fallait donc ensuite ajouter différentes corrections issues de diverses exigences. Ces corrections étaient mises au point la plupart du temps de façon empirique (l'application de formules théoriques complique le logiciel) et surtout, elles étaient indépendantes.

Aussi, il n'y avait aucune uniformité quant aux unités de quantification de ces corrections, et ces dernières s'influençaient mutuellement (par exemple, des corrections d'avance obligeaient souvent à opérer des corrections sur l'air additionnel).

Enfin, des fonctions extérieures gérées par des calculateurs indépendants adressaient au calculateur de contrôle moteur des consignes de couple diverses ; ceci engendrait un problème de coordination entre toutes ces demandes (il fallait établir des priorités) qui, là encore, risquaient de se contrarier.

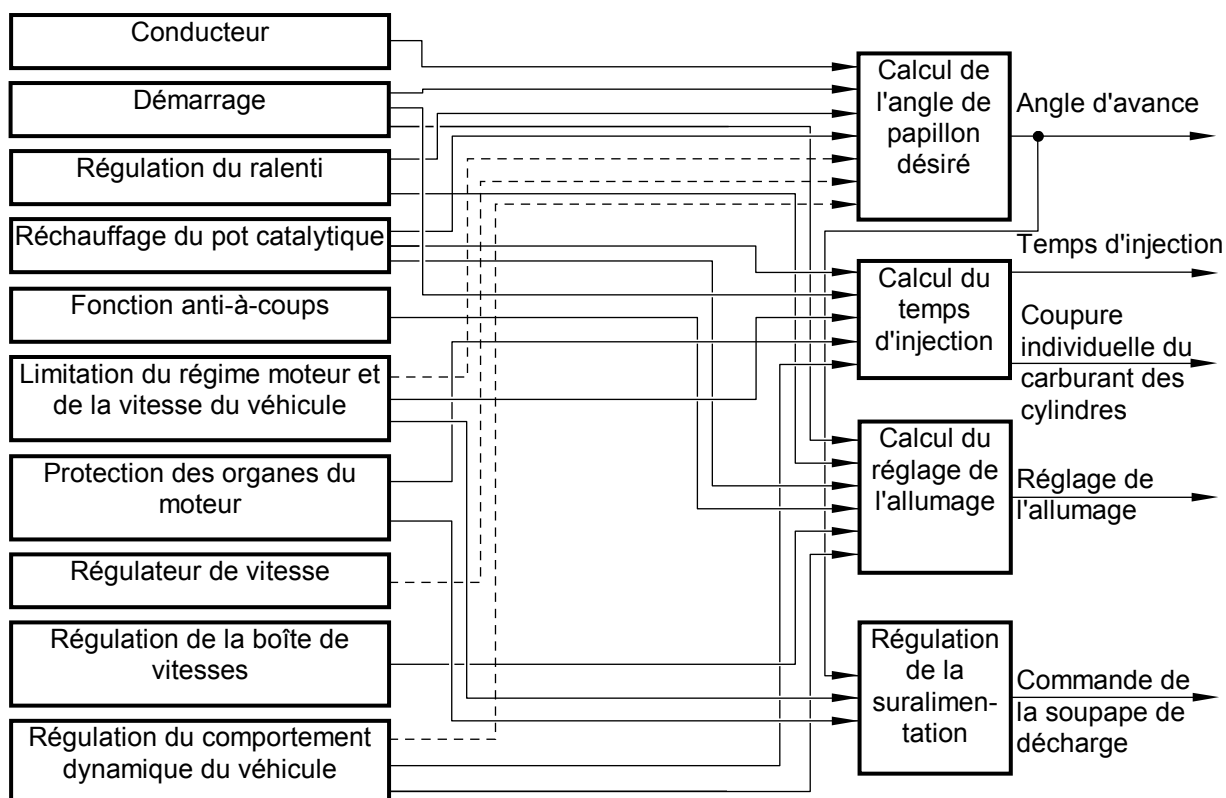
Les derniers systèmes classiques de contrôle moteur sont donc devenus très complexes, et très difficiles à mettre au point ; de plus, les spécialistes de chaque dispositif extérieur émettant des demandes de couple devaient se concerter entre eux, rendant également plus délicate la calibration des autres calculateurs.

En fait, le moteur délivre avant tout un couple effectif sur le volant moteur. On se rend compte que tous les paramètres que l'on fait varier sur un système classique de contrôle moteur modifient des grandeurs physiques qui influent directement sur le couple effectif disponible.



Dans un dispositif classique, les sous-systèmes agissent :

- sur la charge des cylindres en influant directement sur l'angle papillon (action du conducteur),
- sur la quantité de carburant injectée en influant directement sur le temps d'injection calculé et/ou sur la demande de coupure de carburant,
- sur le rendement du moteur par ajustement direct du point d'allumage,
- sur la pression de suralimentation désirée, en régulant le débit de gaz brûlés entraînant la turbine du turbo compresseur, grâce à une waste-gate.



Pour toutes ces actions, les sous systèmes utilisent différentes grandeurs physiques (pression, température, etc.....).

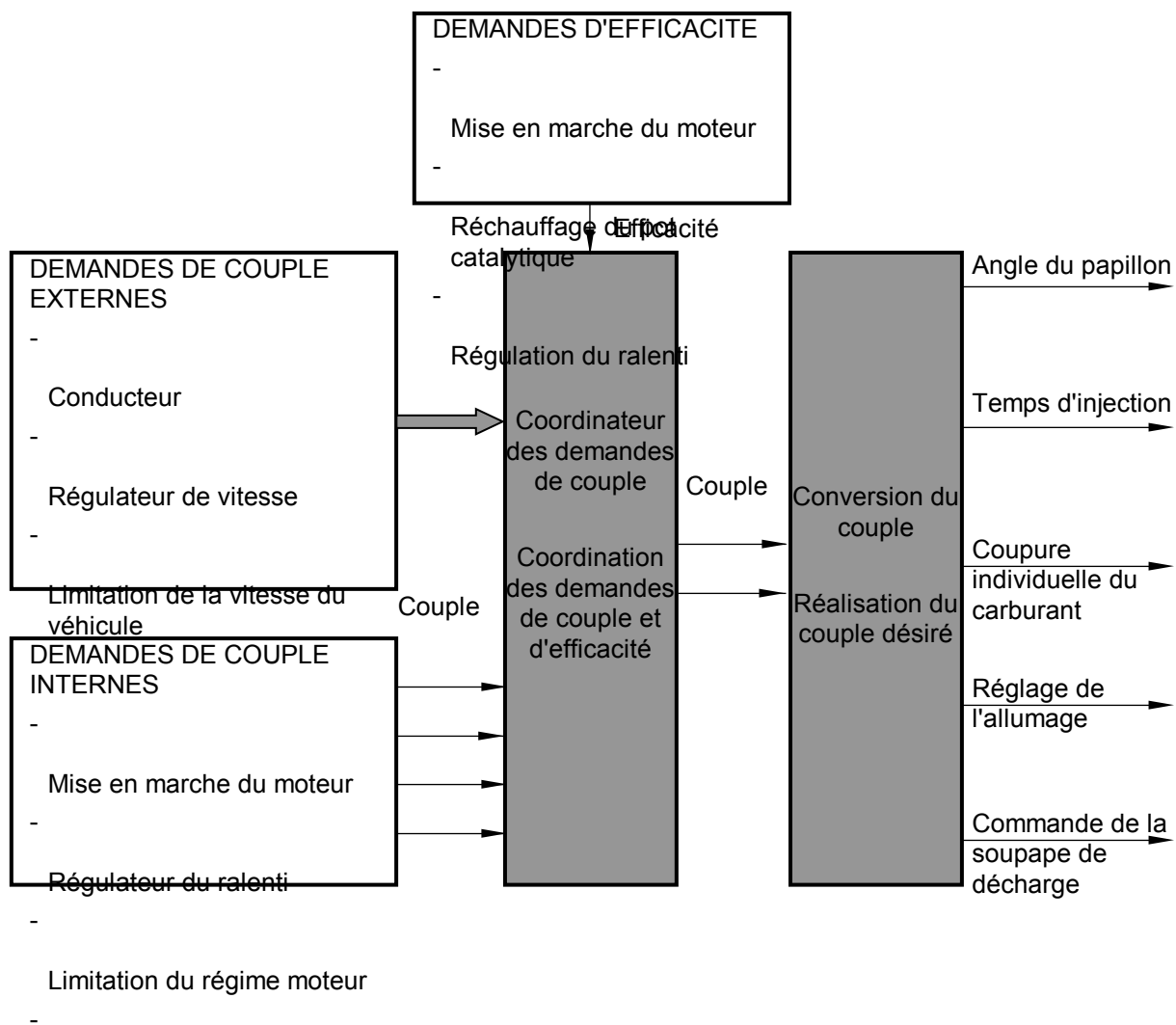
## B - STRUCTURE BASEE SUR LE COUPLE

A partir des mêmes grandeurs physiques disponibles, le principe consiste à élaborer diverses demandes-en provenance du conducteur, d'un système extérieur, ou d'une fonction interne comme la régulation de ralenti, par exemple – formulées en "couple" ou en "efficacité".

Un sous ensemble de coordination réceptionne toutes les demandes et les réduit en une consigne de couple unique.

Ensuite, cette demande de couple est convertie en grandeurs de commandes disponibles influant sur le couple : l'angle d'ouverture papillon (remplissage), le temps d'injection (quantité d'essence proportionnelle à la masse d'air admise, avec respect d'un dosage donné), la "configuration" de la coupure d'injection (pour réduire le couple, le carburant n'est pas injecté sur tous les cylindres), le réglage du point d'allumage, et enfin la commande de la waste-gate dans le cas des moteurs suralimentés.

Les émissions de polluants et la consommation sont, quant à elles, réduites au maximum des possibilités.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

Pour répondre au plus vite à une demande de couple, la conversion du couple en grandeurs de commande est assurée par deux circuits de conversion pilotés par l'étage de coordination :

- le circuit de charge pour la commande de l'ouverture papillon et éventuellement d'une waste-gate (ces deux organes influant sur la charge moteur),
- le circuit synchrone avec le vilebrequin qui influe sur le couple délivré par le moteur, indépendamment de la charge des cylindres, et simultanément au cycle de fonctionnement moteur ; il pilote l'allumage et éventuellement la coupure d'injection sur certains cylindres.

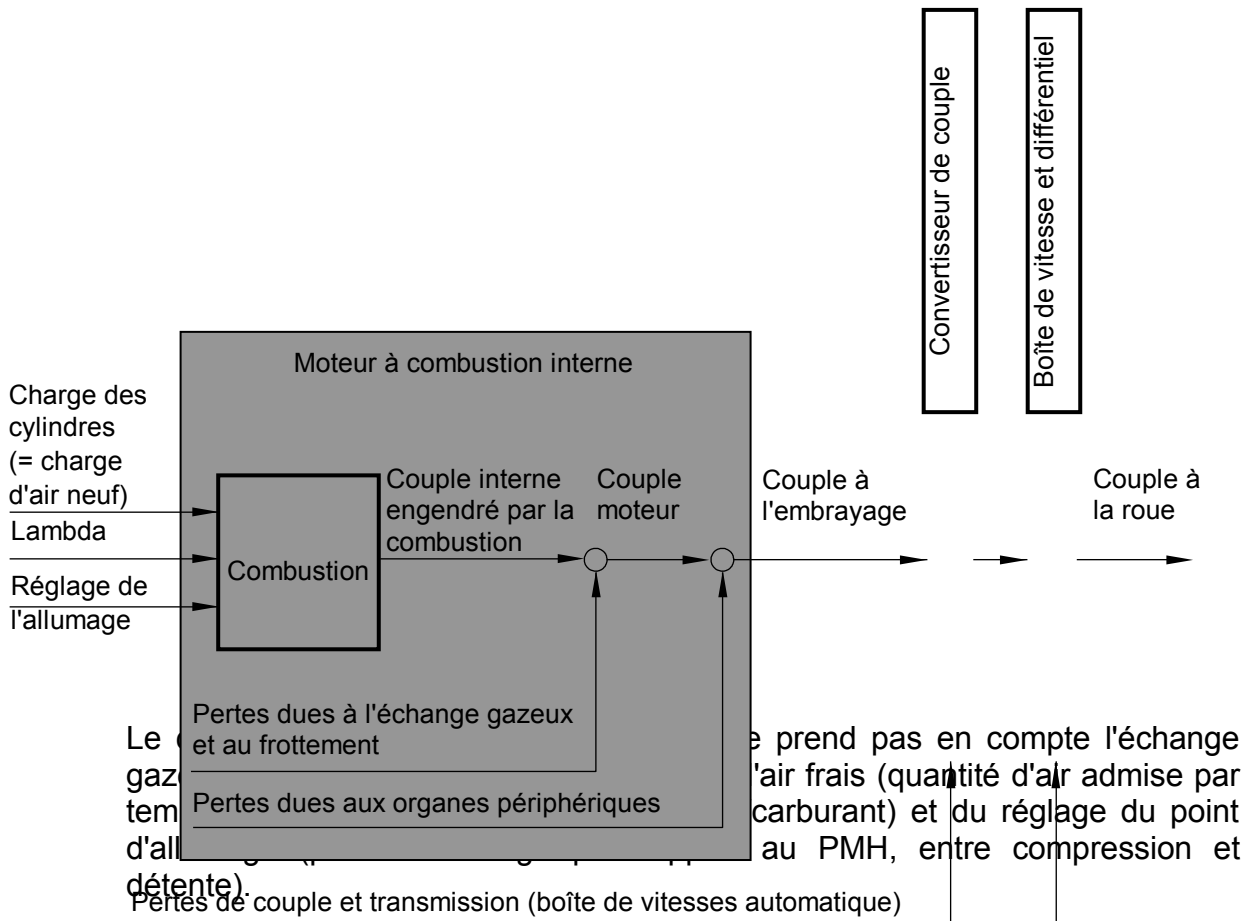
Les avantages d'une structure couple sont les suivants :

- simplification des modifications ou des ajouts à l'ensemble du système,
- utilisation simplifiée des autres systèmes de régulation montés sur le véhicule. Un calculateur d'ABS/ASR, ou de BVA par exemple, possède un algorithme de calcul de la consigne de couple, valable pour toutes les applications,
- pas d'ajustement direct de l'angle d'avance à l'allumage pour obtenir une réduction de couple par exemple. La consigne de couple en provenance d'un calculateur extérieur influe sur le couple effectif souhaité ; il en résulte une certaine valeur d'avance, plutôt que d'apporter diverses corrections à un angle d'avance de base,
- à l'intérieur même du dispositif, utilisation simplifiée dans les sous-systèmes. Une demande de couple, une fois traitée, influe simultanément sur les deux circuits de conversion.

**Exemple :** Réchauffage du catalyseur → une correction d'avance calculée obligeait à apporter une correction  $f(\text{correction d'avance})$  sur le circuit d'air.

- meilleure précision lors de la conversion des couples demandés. Les valeurs les plus importantes influant sur le couple sont prises en compte lors de l'exécution de la demande de couple.

## C - EQUATIONS DE BASE INFLUANT SUR LE COUPLE MOTEUR

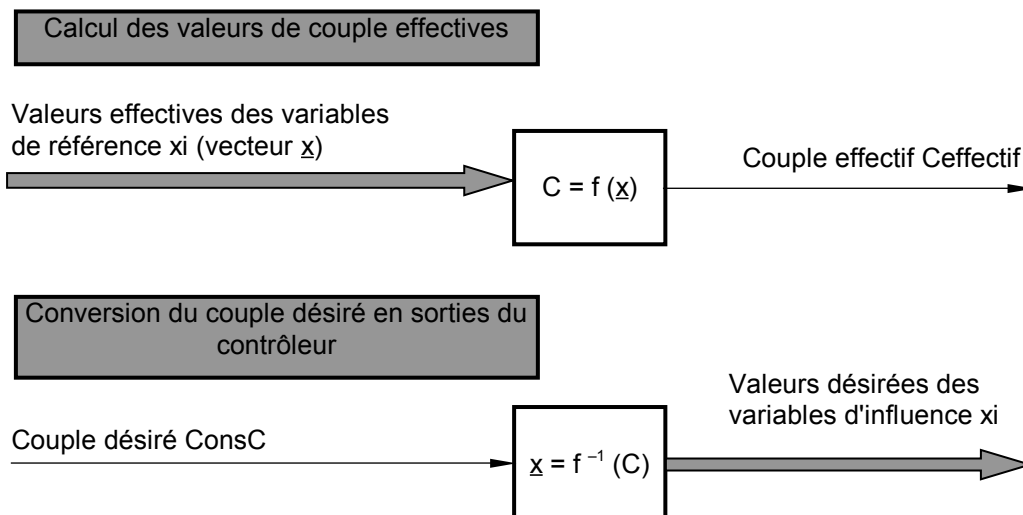


Le couple moteur est obtenu par la prise en compte de l'échange gazeux complet, et des pertes de couple dues notamment aux frottements.

La prise en compte du couple nécessaire à l'entraînement des organes périphériques, aboutit finalement au couple à l'embrayage.

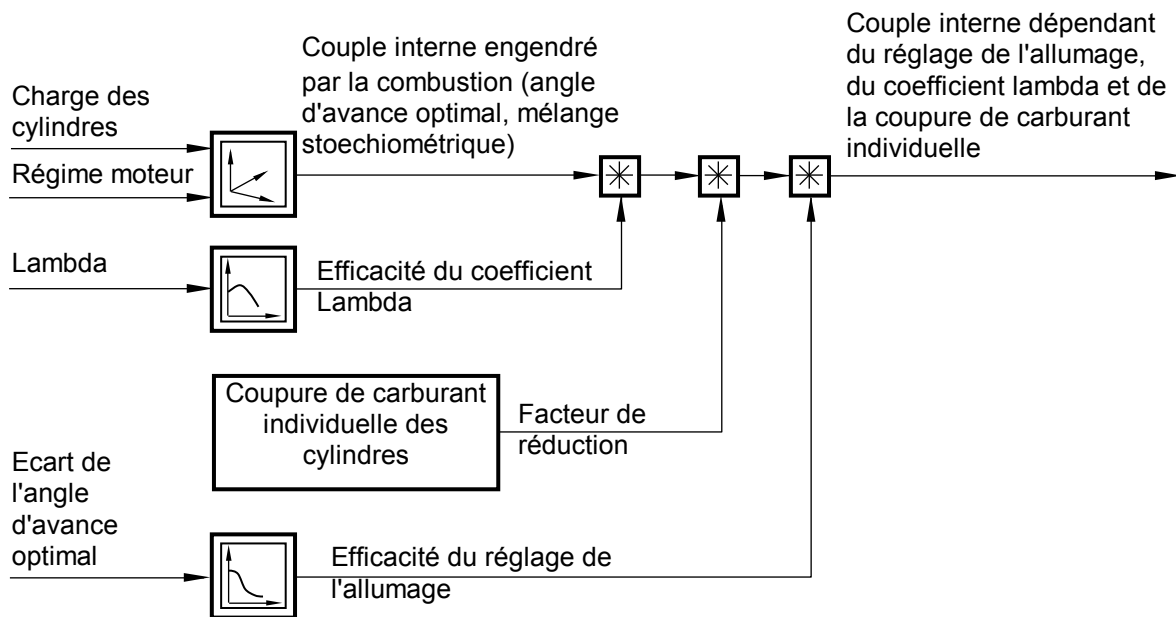
Le couple, disponible pour entraîner le véhicule, donc à la roue, est obtenu après prise en compte de l'amplification et du glissement du convertisseur de couple (dans le cas d'une BVA), des pertes et de la transmission dans la boîte de vitesses, et des organes restants de la chaîne cinématique (différentiel,...).

Même si le processus thermodynamique se déroulant dans la chambre de combustion est très complexe, on peut néanmoins, grâce à des modèles mathématiques, évaluer les différentes valeurs intermédiaires de couple. Dans la mesure où l'on emploie, dans les différents algorithmes de calcul, des valeurs physiques intermédiaires issues de grandeurs physiques mesurées, on obtient les objectifs visés avec une structure couple. Par ailleurs, ce principe permet d'utiliser les modèles pour calculer les valeurs désirées de couple, et par application réciproque, les valeurs désirées des variables d'influence (ouverture papillon, avance,...). Néanmoins, il ne faut pas perdre de vue que tous ces algorithmes découlent toujours en partie d'une démarche empirique.



La constance de l'ensemble de la structure est assurée par l'utilisation des mêmes algorithmes pour calculer le couple effectif et les valeurs désirées des variables d'influence.

## 1 - Calcul de la valeur effective du couple



L'interaction empirique (en apparence), entre la charge des cylindres, le régime moteur, le coefficient lambda, le réglage de l'allumage, la coupure de l'injection et le couple, est simplifiée par l'introduction de deux valeurs de référence :

- l'angle d'avance optimal  $\alpha_{opti}$  et,
- le couple approprié  $C_{interne\ opti}$ , assurant la valeur maximum possible à l'angle d'avance optimal.

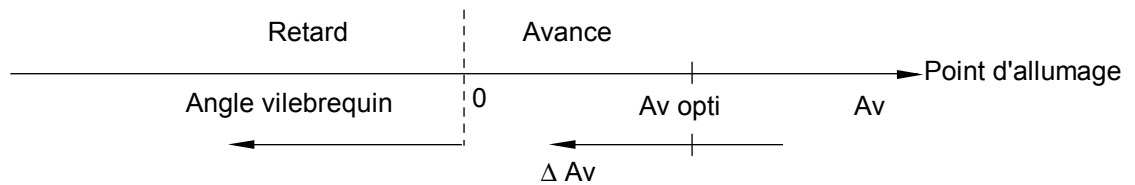
$\alpha_{opti}$  doit être considéré comme une valeur fictive, car il faut dans le minimum des cas, prendre en compte la limite de cliquetis.

Si on prend comme référence un coefficient  $\lambda$  (excès d'air) égal à 1, on pose :

- $C_{interne\ opti\ \lambda 1} = f(rA, N_{mot})$ ,
- $\alpha_{opti\ \lambda 1} = f(rA, N_{mot})$ .

Avec  $rA$  : remplissage en air qui fait office de charge relative en air frais (ou charge des cylindres) rapporté à la valeur donnée de la cylindrée et les conditions ambiantes (pression, température).

La valeur réelle du couple interne (combustion) est obtenue à partir de la valeur optimale multipliée par l'efficacité du coefficient  $\lambda$ , et l'efficacité du réglage de l'allumage.



### Variables d'allumage :

$Av_{opti\lambda 1} = f(rA, N_{mot})$  = avance optimale à  $\lambda = 1$

$Av_{opti\lambda} = Av_{opti\lambda 1} + \Delta Av_{\lambda}/\lambda 1$  = avance optimale avec  $\lambda$  différent de 1

$\Delta Av = Av_{opti\lambda} - Av$  = distance entre l'avance donnée et l'avance optimale  
 $\Delta Av_{\lambda}/\lambda 1 = f(\lambda)$

$\eta_{Av} = f(\Delta Av)$  = efficacité du point d'allumage (rendement)

$\eta_{\lambda} = f(\lambda)$  = efficacité du coefficient  $\lambda$  (rendement)

### Calcul du couple interne

$C_{intopti\lambda 1} = f(rA, N_{mot})$  = couple interne à  $\lambda = 1$  et  $Av_{opti\lambda 1}$

$\eta_{\lambda} = f(\lambda)$  = efficacité du coefficient  $\lambda$

$C_{intopti\lambda} = C_{interne\ opti\lambda 1} \cdot \eta_{\lambda}$  = Couple optimal pour le  $\lambda$  réel

$C_{intoptired} = C_{interne\ opti\lambda} \cdot \eta_{red}$  = Couple optimal avec considération d'une coupure d'injection sur un ou plusieurs cylindres.

$\eta_{red} = 1 - red/red_{max}$  = efficacité de la réduction par coupure d'injection

Au final :  $C_{int} = C_{intopti\lambda 1} \cdot \eta_{\lambda} \cdot \eta_{red} \cdot \eta_{Av}$

## 2 - Détermination des paramètres – Méthode

La base de tout le processus de détermination du couple repose sur l'efficacité du réglage d'avance,  $\eta_{Av}$  ; il s'exprime en %.

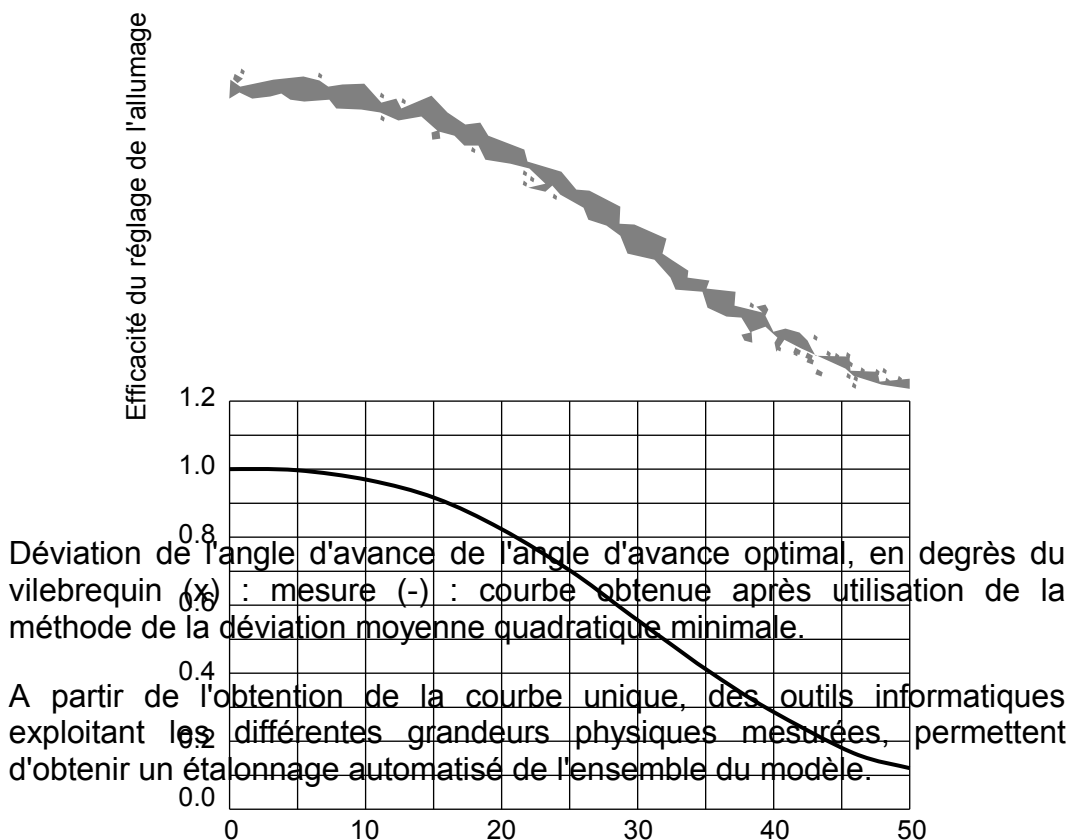
Dans les systèmes classique récents, on l'appelait "dégradation de rendement de couple".

La méthode est la suivante : Pour différents points de fonctionnement d'un moteur précis, on recherche l'avance donnant le couple optimal  $\Rightarrow \eta_{Av} = 100\% = C_{interneopti} \lambda 1 \times 0,1$ .

Ensuite, pour ces mêmes points de fonctionnement, on donne au moteur différentes valeurs d'avance à l'allumage, afin d'obtenir une courbe de  $\eta_{Av} = f(\Delta Av)$ . (voir schéma ci-dessous).

Les différents points de mesure étant très rapprochés, on peut établir une courbe "unique" de dégradation de rendement de couple (ou d'efficacité du réglage de l'allumage) en fonction de la dérive du point d'allumage par rapport à l'avance optimale.

Déviations de l'efficacité mesurée de la courbe idéalisée (utilisée dans le modèle). Base : 1000 points de fonctionnement différents d'un moteur 4 cylindres.





### 3 - Calcul des valeurs de base

Pour déterminer l'avance et le coefficient  $\lambda$  adéquates, il est nécessaire de calculer des valeurs de base d'avance et d'excédent d'air.

Elles servent de valeurs de référence ou "étalon" pour l'exécution des demandes de couple.

Le calculateur détermine une valeur de base d'excédent d'air  $\lambda_B$  (valeur de régulation pilote).

Un bloc de calcul des valeurs de base génère alors les valeurs suivantes :

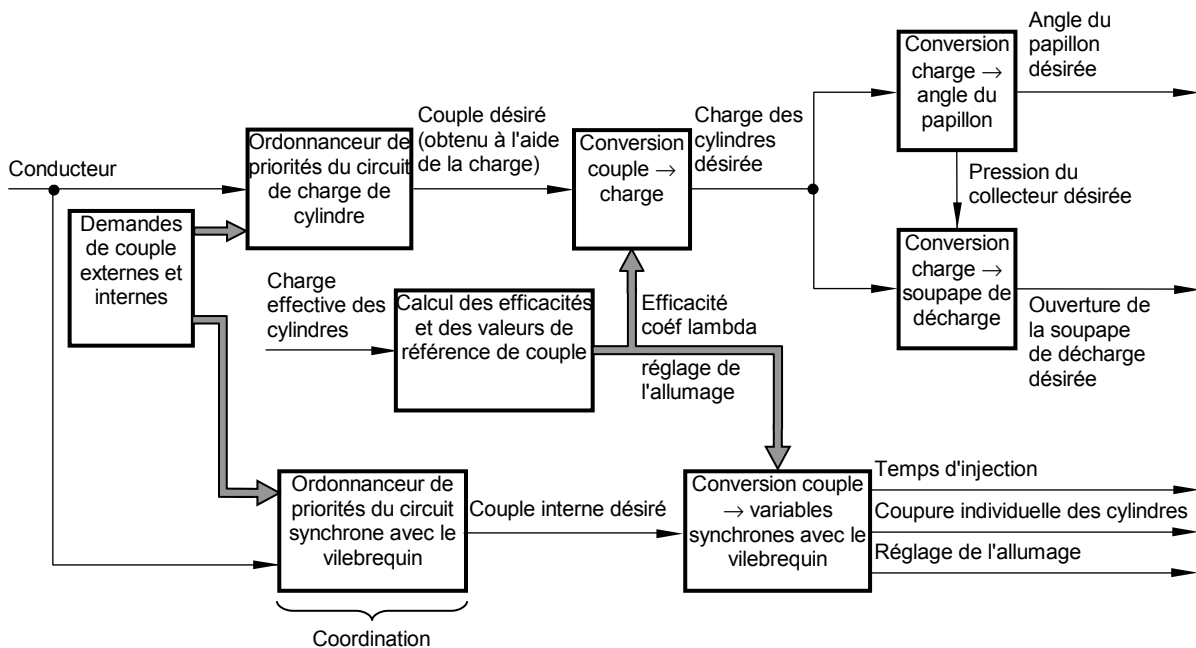
$$\eta\lambda_B = f(\lambda_B)$$

$$A_{\text{opti}\lambda_B} = A_{\text{opti}\lambda_1} + \Delta A_{\text{v}\lambda_B}/\lambda_1 \text{ avec } \Delta A_{\text{v}\lambda_B}/\lambda_1 = f(\lambda_B)$$

$$\Delta A_{\text{v}\lambda_B} = A_{\text{opti}\lambda_B} - A_{\text{v}B}$$

$$\eta A_{\text{v}\lambda_B} = f(\Delta A_{\text{v}\lambda_B})$$

## D - STRUCTURE DU SYSTEME



Toutes les demandes extérieures ou internes au dispositif sont converties en couples désirés, à moins qu'elles soient déjà sous cette forme.

Deux blocs de coordination déterminent alors deux consignes de couple :

- une consigne à destination du circuit de charge des cylindres,
- une consigne à destination du circuit synchrone avec le vilebrequin.

Suivant la réaction recherchée de la part du moteur, certaines demandes influent sur les deux blocs, d'autres n'influencent que sur un seul, et ne servent donc de valeurs d'entrée que pour celui-ci. Après avoir établi le couple voulu, les grandeurs de commande désirées sont calculées conformément à la formule vue précédemment :

$$\text{ConsCint} = \underset{\substack{\downarrow \\ f(\text{ConsRA}, N)}}{\text{Cintopt}} \lambda 1 \cdot \text{Cons} \eta \lambda \cdot \text{Cons} \eta \text{red} \cdot \text{Cons} \eta \text{Av}$$

Pour le circuit de charge des cylindres, il faut d'abord calculer une consigne de remplissage relatif en air RA. Ensuite, il convient de convertir le remplissage désiré en une consigne d'ouverture papillon. Pour cela, on utilise un modèle mathématique faisant intervenir les conditions régnant dans le collecteur d'admission (pression, température).

Dans le cas d'un moteur suralimenté, l'ouverture de la waste-gate découle d'un "facteur d'utilisation" fonction, là encore, du remplissage et de la pression.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

Pour le circuit synchrone avec le vilebrequin, il faut résoudre l'équation du couple moteur afin d'obtenir les consignes désirées de l'excédent d'air  $\lambda$ , de réduction Red, et d'écart d'avance par rapport à l'avance optimale  $\Delta Av$ .

Philosophiquement, puisque l'on a défini un remplissage de consigne ( $\alpha_{pap}$ ) dans le circuit de charge, on ajuste le couple de consigne par variation du rapport air/essence ( $\lambda$ ). La consigne du lambda établie, il est alors possible de calculer le temps d'injection qui, en toute logique, dépend du remplissage (charge moteur) et de la richesse désirée ( $Cons\lambda$ ). Les écarts restants par rapport au couple désiré sont alors compensés par le réglage de l'angle d'avance ( $Cons\Delta Av$ ).

Concrètement, on peut considérer qu'en fonctionnement stabilisé, on peut respecter le couple désiré par l'application du remplissage de consigne calculé dans le circuit de charge, et par l'utilisation des valeurs de base du coefficient lambda, de la phase de réduction, et de l'angle d'avance, lors du calcul des efficacités.

Néanmoins, toutes les valeurs de base sont calculées en utilisant le remplissage relatif en air frais réel calculé ; ainsi sont respectés les deux principes fondamentaux de la conversion des couples désirés :

- la prise en compte de la valeur réelle du remplissage,
- le couplage automatique des interactions actives dans les deux circuits ; en effet, le circuit de charge a une influence directe sur le remplissage réel, lui même utilisé pour le calcul des valeurs de base.

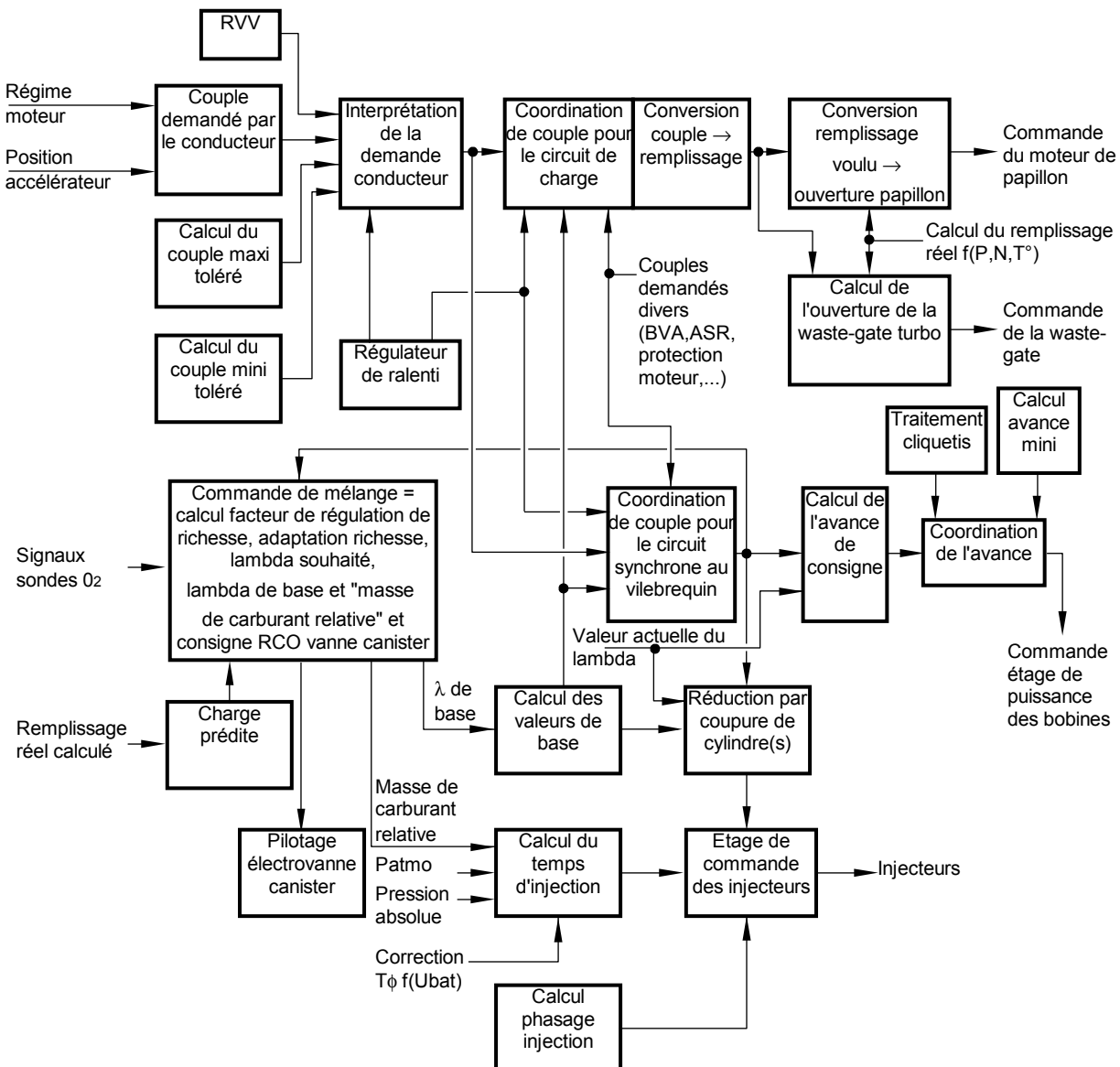
**Remarque :** Le remplissage réel est calculé, comme c'est le cas depuis de nombreuses années, de façon indirecte (système pression/régime).

Finalement, c'est uniquement lors de brèves réductions de couple, ou dans des phases particulières de fonctionnement où l'ajustement du couple n'est pas possible uniquement par le circuit de charge, que l'on sera obligé de modifier l'avance et le lambda.

## Architecture de la structure couple

Le schéma ci-après montre grossièrement l'ensemble des blocs participant à la gestion du moteur. Normalement, la gestion du temps d'injection ne fait pas partie de la "structure couple". En effet, pour obtenir le couple moteur souhaité, on joue sur le remplissage en air des cylindres, le point d'allumage, l'excédent d'air, et éventuellement sur une coupure d'injection sur un ou plusieurs cylindres. Le temps d'injection, c'est à dire la quantité d'essence à injecter, n'est pas un paramètre influant sur le couple, mais découle directement :

- du remplissage réel fonction de l'angle d'ouverture du papillon, issu lui-même du remplissage souhaité calculé,
- du lambda souhaité (prise en compte de la richesse nécessaire aux conditions de fonctionnement moteur du moment)

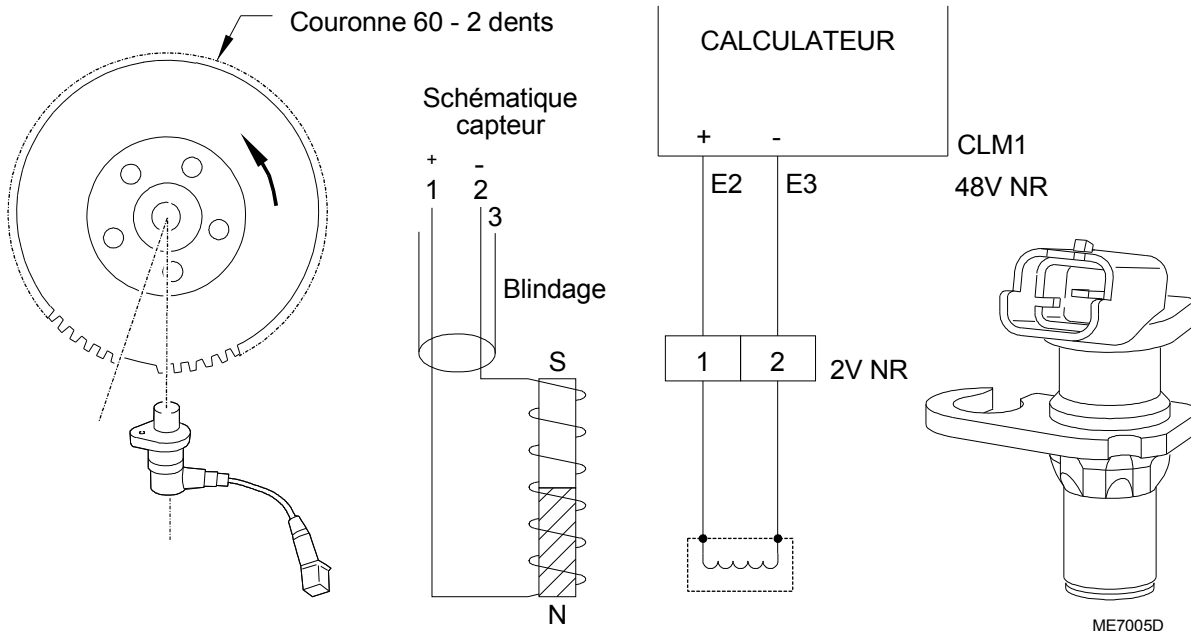


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

## LES CAPTEURS ET INFORMATIONS

### I - CAPTEUR DE REGIME ET DE POSITION MOTEUR



#### A - RÔLE

Il permet de déterminer le régime de rotation du moteur ainsi que la position du vilebrequin. Les informations fournies sont transmises au calculateur afin d'assurer les fonctions gestion du couple et du remplissage, avance à l'allumage, charge bobine, quantité d'essence à injecter, et de déterminer une cadence d'injection ...

#### B - FONCTIONNEMENT

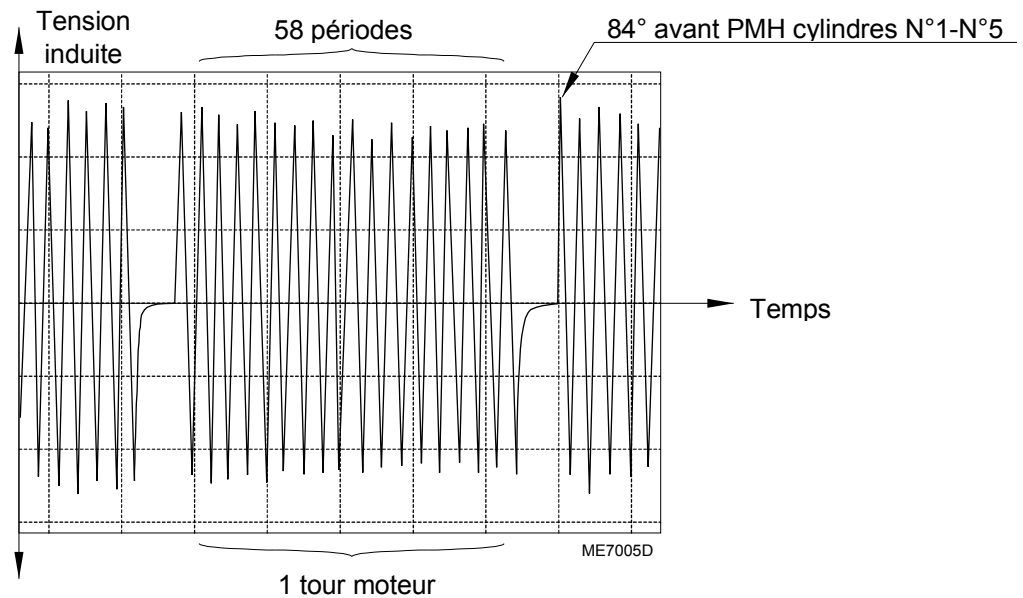
La mesure de référence angulaire et de vitesse de rotation s'effectue par un capteur passif fixé sur le carter d'embrayage et placé en regard d'une couronne de 58 dents montée sur le volant moteur. Il est constitué d'un aimant permanent et d'un bobinage étant le siège d'une force électromotrice induite par variation de flux. Cette dernière est provoquée par le passage de chacune des dents de la couronne sous le capteur.

La fréquence à laquelle se produisent les impulsions provoquées par les 58 dents de la couronne représente la vitesse de rotation du moteur.

Le passage à zéro de la tension induite due aux deux fausses dents représente la marque de référence. Le flanc descendant de la première alternance qui apparaît se situe à 84° avant le PMH des cylindres 1 et 5.

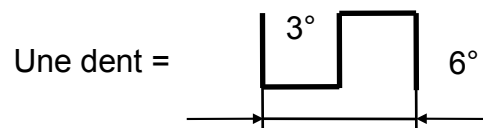
### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

### Signaux du capteur magnétique



Caractéristique capteur : Résistance  $\approx 300$  à  $400 \Omega$   
 Entrefer =  $1 \text{ mm} \pm 0,5$  (non réglable)

Caractéristique couronne :  $60 - 2 = 58$  dents  
 Une dent correspond à  $6^\circ$  vilebrequin  
 $3^\circ$

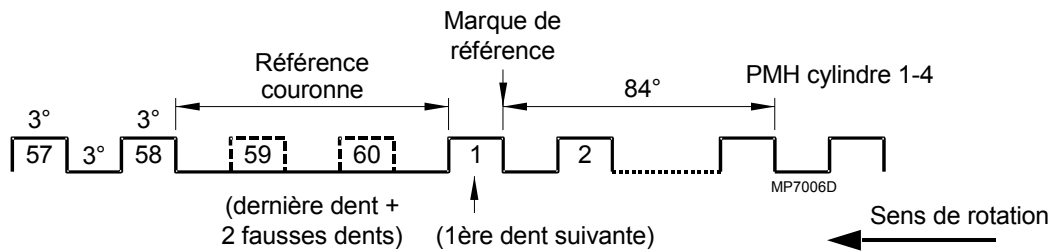


#### Contrôle en dynamique :

L'amplitude du signal doit être au minimum de 5V sous démarreur.

## C - TRAITEMENT DANS LE CALCULATEUR

## 1 - Présentation



Le signal alternatif en provenance du capteur est transformé en signal carré 0-5V.

La marque de référence utilisée par le logiciel du calculateur est par définition le "premier flanc descendant" après les deux dents manquantes.

Le calculateur numérote les PMH dans leur ordre d'apparition.

On obtient en interne la numérotation des PMH's suivante : 0 1 2 3 4 5, ce qui correspond en réel aux cylindres : 1 6 3 5 2 4.

On connaît le positionnement de la marque de référence, et l'on sait qu'une dent correspond à 6° vilebrequin.

$$\Rightarrow \frac{84^\circ}{6^\circ} = 14 \text{ dents} + 1 \text{ dent}.$$

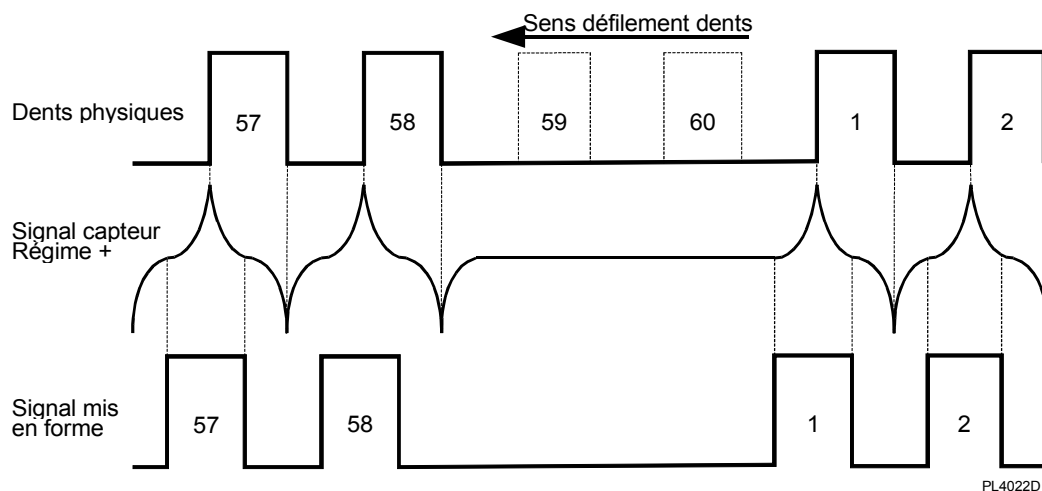
$$\Rightarrow \frac{120^\circ}{6^\circ} = 20 \text{ dents}.$$

Donc, après les deux dents manquantes :

- la dent n° 15 correspond à un PMH n° 0 ou 3 (cylindre 1 ou 5),
- la dent n° 35 correspond à un PMH n° 1 ou 4 (cylindre 6 ou 2),
- la dent n° 55 correspond à un PMH n° 2 ou 5 (cylindre 3 ou 4).

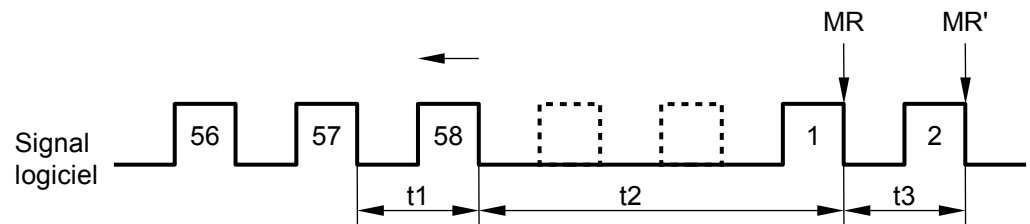
Il est alors possible de déterminer le régime de rotation et d'établir la commande de l'allumage et de l'injection (synchronisation).

## Récapitulatif dents physiques/signal capteur/signal logiciel





## 2 - Reconnaissance de la marque de référence MR



Deux dents manquantes trouvées,

si :  $t1 < t2/2$  et

$t3 < t2/2$

Suite à sa mise sous tension, le calculateur attend de recevoir des signaux "dents". Dès qu'une dent apparaît, le calculateur laisse s'écouler un tempo de 30 ms puis compte deux dents. Ensuite, il mesure le temps de défilement des dents et consigne en RAM les trois dernières "durées dents" les plus récentes  $t1$ ,  $t2$ ,  $t3$ , et les renouvelle constamment. Si  $t1 > 50$  ms (correspondant à  $N_{min} = 20$  tr/mn), le régime est suffisamment significatif pour rechercher les deux dents manquantes ; elles sont trouvées par comparaison des durées des trois dernières dents (voir schéma).

La dent n°1 est donc la première dent apparaissant après les deux fausses dents. Ensuite le calculateur se contente de vérifier toutes les 58 dents qu'il existe bien un creux correspondant à deux dents manquantes. Si ce n'est pas le cas, le calculateur se réinitialise.

Dès que MR est trouvée, le calculateur génère un signal "trame MR" qui permet justement de prévoir sa nouvelle apparition, et donc de détecter une éventuelle désynchronisation. Par ailleurs, un autre contrôle consiste à vérifier que des signaux dents n'apparaissent pas durant la présence des deux dents manquantes.

### 3 - Synchronisation

La dent n° 1 "MR" est très importante car le calculateur doit, après sa détermination, rester synchronisé, et effectuer tous ses travaux à des instants précis du cycle moteur convertis en "nombre de dents". Le calculateur utilise MR pour se repérer, mais comme il possède un temps de réaction, il cale tous ses travaux à exécuter par rapport à la dent n° 2 "MR'" (78° avant PMH cyl n° 1 – n° 5 = 13 dents). Dès détection de MR, si la dent n° 2 (MR') indique le PMH n° 1 (en dent n° 15) alors, on peut en déduire que :

- la dent n° 22 indique le PMH n° 2 (en dent n° 35),
- la dent n° 42 indique le PMH n° 3 (en dent n° 55),
- la dent n° 62, c'est à dire la dent n° 2 pour la seconde fois, le PMH 4 et ainsi de suite.

En effet, comme les PMH, les dents n° 2, n° 22, et n° 42 sont chacune séparées de 120°  $\Rightarrow$  1/3 de tour ( $3 \times 120^\circ = 360^\circ = 1$  tour moteur). L'écart entre deux de ces dents caractéristiques espacées de 120° s'appelle un segment. Dans cet esprit, dès la reconnaissance des deux fausses dents et repérage de MR, le calculateur génère en software une trame "synchro" dont le rôle est de signaler chaque segment parcouru.

Pour la synchronisation, un compteur s'incrémente de 0 à 5 puis revient à 0 et ainsi de suite... Sa valeur initiale correspond au PMH en allumage du cylindre n° 1 ou n° 5. L'initialisation du compteur a lieu à la première reconnaissance de MR' ; le compteur s'incrémente alors de 1 à chaque fois qu'un segment est parcouru par le vilebrequin. Le compteur revient donc à sa valeur initiale tous les deux tours moteur.

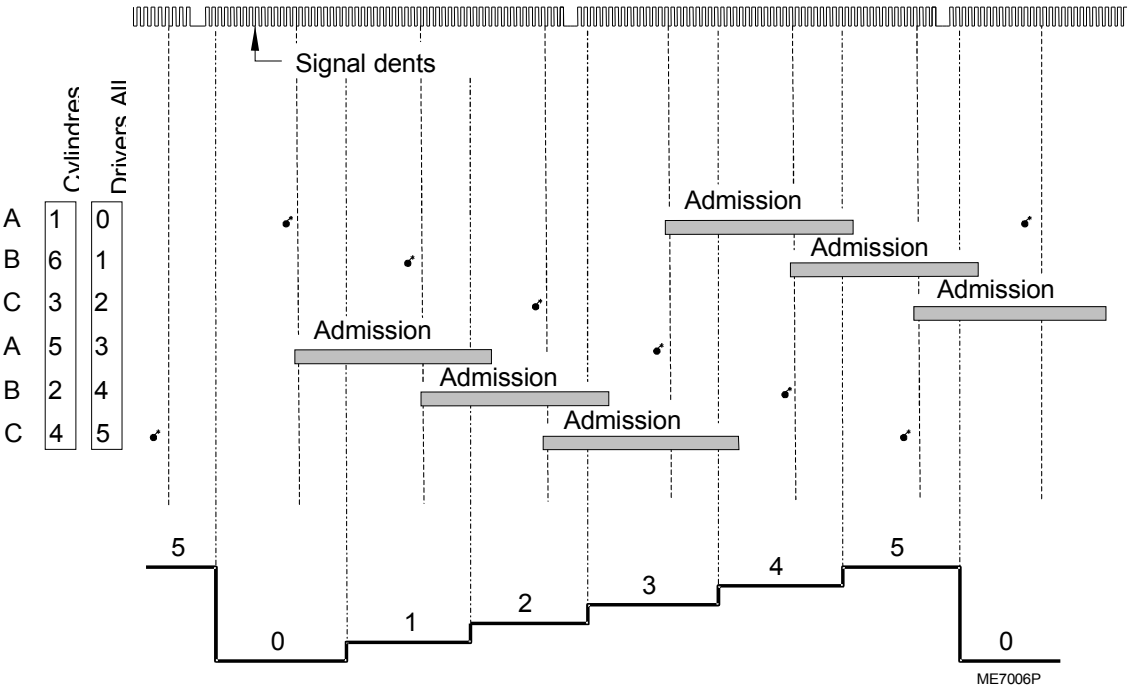
Pour que le calculateur, en reconnaissant le premier passage de MR' sous ce capteur, puisse choisir la valeur initiale du compteur, il doit utiliser le signal en provenance du capteur de référence arbre à cames ; seul ce dernier est en mesure d'indiquer lequel des cylindres 1 et 5 est au PMH allumage.

Par définition, la valeur initiale du compteur est :

- 0 si au passage de MR' le cylindre 1 est au PMH allumage,
- 3 si au passage de MR' le cylindre 5 est au PMH allumage.

Illustration de la synchronisation

N° PMH moteur	4	1	6	3	5	2	4	1
N° PMH soft	5	0	1	2	3	4	5	0



#### 4 - Régime de rotation

Si on mesure le temps écoulé entre deux dents singulières successives (n° 2 et n° 22 par exemple), il est facile de déduire le régime de rotation en tr/mn.

La durée d'un segment, lorsqu'une singularité est détectée, est le temps  $T_s$  qu'il a fallu pour que 20 dents (segment) défilent sous le capteur. Le régime  $N$  en tr/mn est alors déduit du rapport  $\frac{20 \text{ dents}}{T_s}$ .

Tant que la marque de référence n'est pas trouvée,  $N$  est déduit du rapport  $\frac{1}{\text{durée d'une dent}}$  (fréquence = Nombre dents par unité de temps).

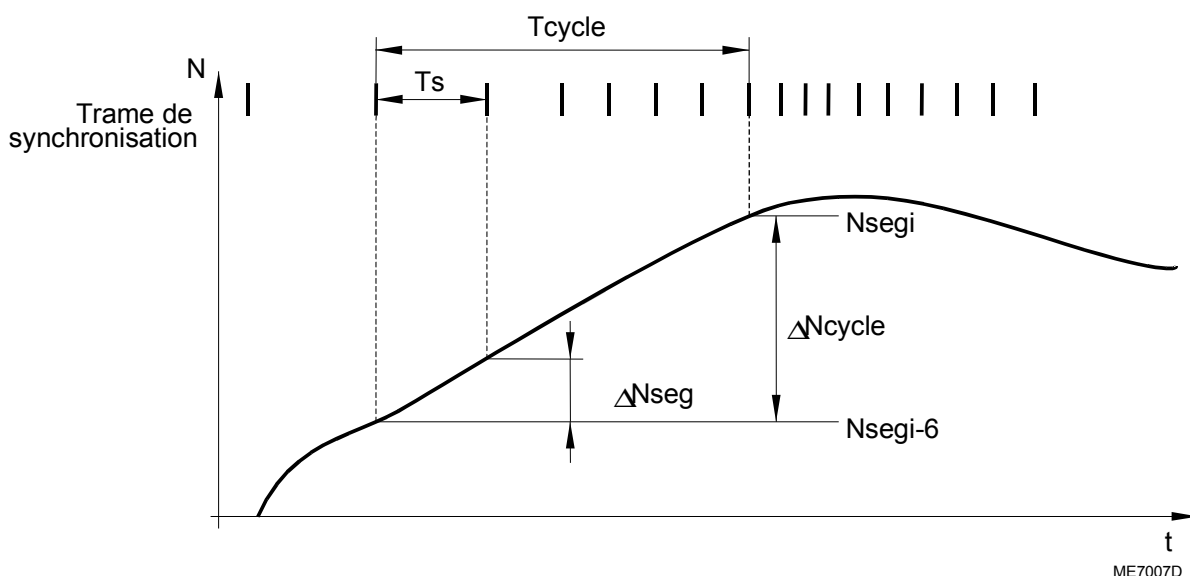
Quand la synchronisation débute, on n'a pas encore pu mesurer la durée d'un segment ;  $T_s$  est alors égal à durée d'une dent x 20 dents.

#### Calcul du gradient de régime

Le calculateur calcule les grandeurs suivantes :

- la différence de régime entre deux segments consécutifs  $\Delta N_{\text{seg}} = N_{\text{seg}_{i-1}} - N_{\text{seg}_i}$ ,
- la différence de régime sur un cycle moteur  $\Delta N_{\text{cycle}} = N_{\text{seg}_{i-6}} - N_{\text{seg}_i}$ ,
- le temps d'un cycle moteur  $T_{\text{cycle}} = \text{Somme de 6 } T_s \text{ mesurées consécutives}$ ,
- le gradient de régime =  $\frac{\Delta N_{\text{cycle}}}{T_{\text{cycle}}} = \text{grad } N_{\text{cycle}}$ ,
- le gradient de régime filtré, dont la forme est :

$$\text{grad } N_{\text{cycle}} \text{ filt}_{(t)} = \text{grad } N_{\text{cycle}} \text{ filt}_{(t-1)} + K (\text{grad } N_{\text{cycle}}_{(t)} - \text{grad } N_{\text{cycle}} \text{ filt}_{(t-1)}).$$



## II - CAPTEURS DE REFERENCE CYLINDRES

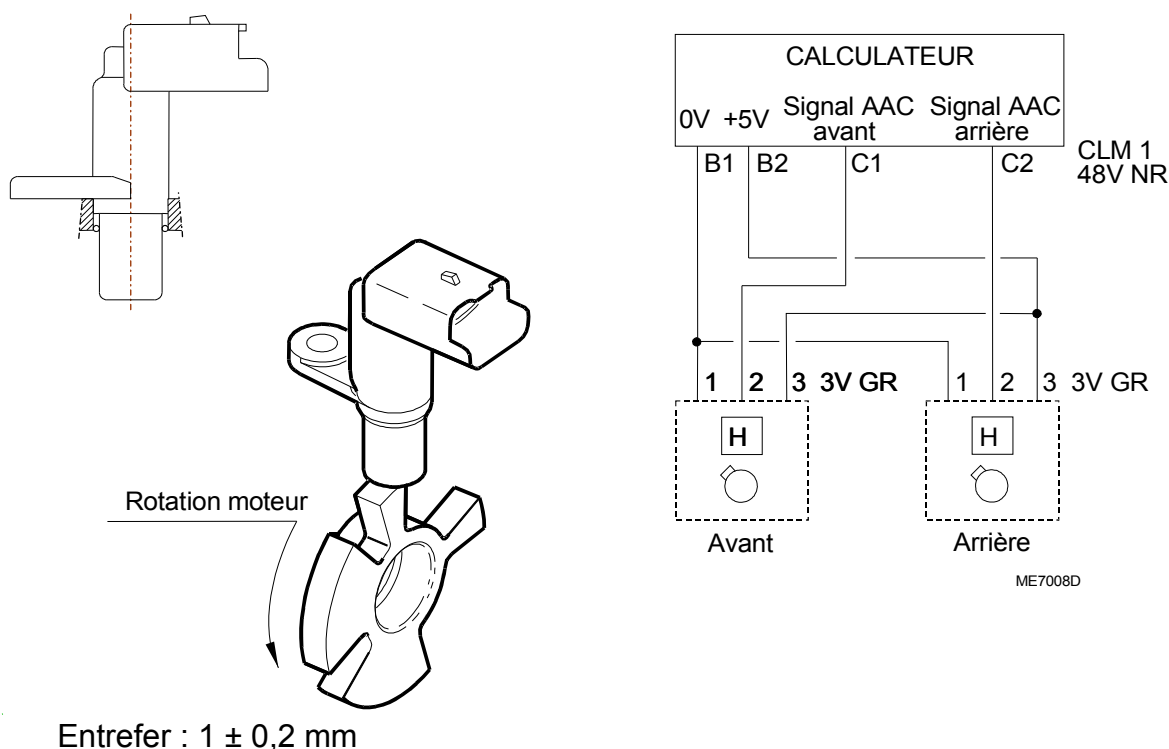
### A - ROLE

Le calculateur a besoin d'une référence de cylindre afin de pouvoir phaser la commande des injecteurs et des bobines d'allumage en mode séquentiel (cylindre par cylindre dans l'ordre 1-6-3-5-2-4).

Le calculateur doit donc pouvoir reconnaître chaque cylindre physique ; pour cela, il exploite les signaux en provenance de deux capteurs implantés en bout des arbres à cames d'admission, en regard d'une cible. Ces capteurs permettent aussi, par voie de conséquence, de :

- réduire l'avance à l'allumage sur le (ou les cylindres) présentant du cliquetis,
- détecter le (ou les) cylindres sujet(s) à des ratés d'allumage,
- contrôler le fonctionnement des VTC (décalage de l'épure de distribution).

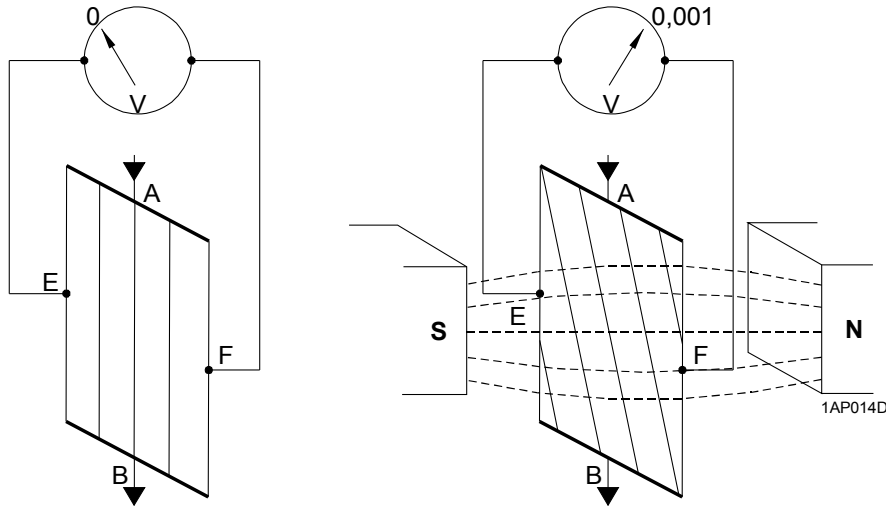
**Remarque :** Le capteur de l'AAC avant permet à lui seul de réaliser toutes les fonctions ci-dessus ; seule la fonction de décalage de l'épure de distribution nécessite l'adoption d'un second capteur.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - FONCTIONNEMENT

Ce capteur, de type à effet Hall, est implanté sur le cache arbre à cames en regard d'une roue cible fixée en bout d'arbre à cames.

**Principe de l'effet Hall**

L'élément essentiel de ce système est une plaquette d'épaisseur infime de 1,2 mm de côté.

- Cette plaquette est parcourue par un courant entre ses points A et B. En l'absence de tout champ magnétique, on ne recueille aucune tension entre les points équidistants E et F.
- Lorsque l'on applique un champ magnétique S-N perpendiculairement à la plaquette, on recueille une tension de Hall très faible 0,001 volt entre les points E et F.

(Celle-ci provient de la déviation des lignes de courant A.B par le champ magnétique, dans la mesure où les deux conditions simultanées de courant électrique et champ magnétique sont réalisées).

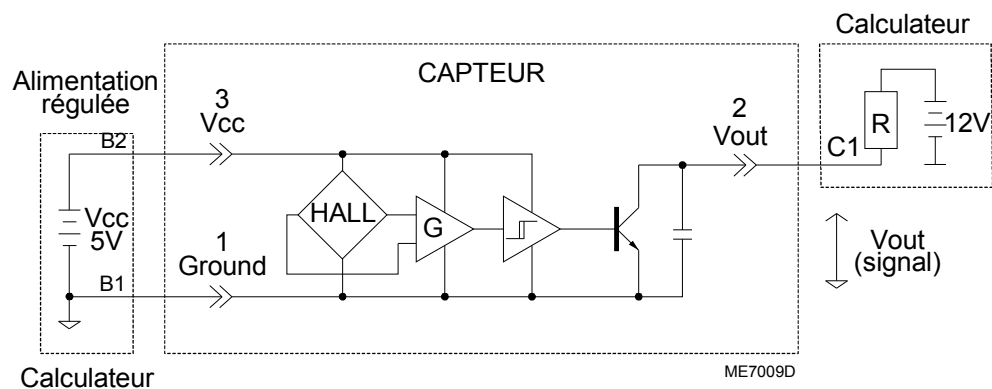
Dans notre application ; la plaquette Hall est soumise au flux magnétique lorsque la cible de l'arbre à cames passe sous le capteur ; sinon, les lignes de champ sont déviées, et la plaquette Hall ne génère pas de courant.

Matériellement, un étage électronique intégré au capteur délivre au calculateur un signal amplifié et logique ayant les caractéristiques suivantes :

- Le signal est à son niveau bas si la cible se trouve dans le faisceau du capteur ; sinon, il est à son niveau haut.

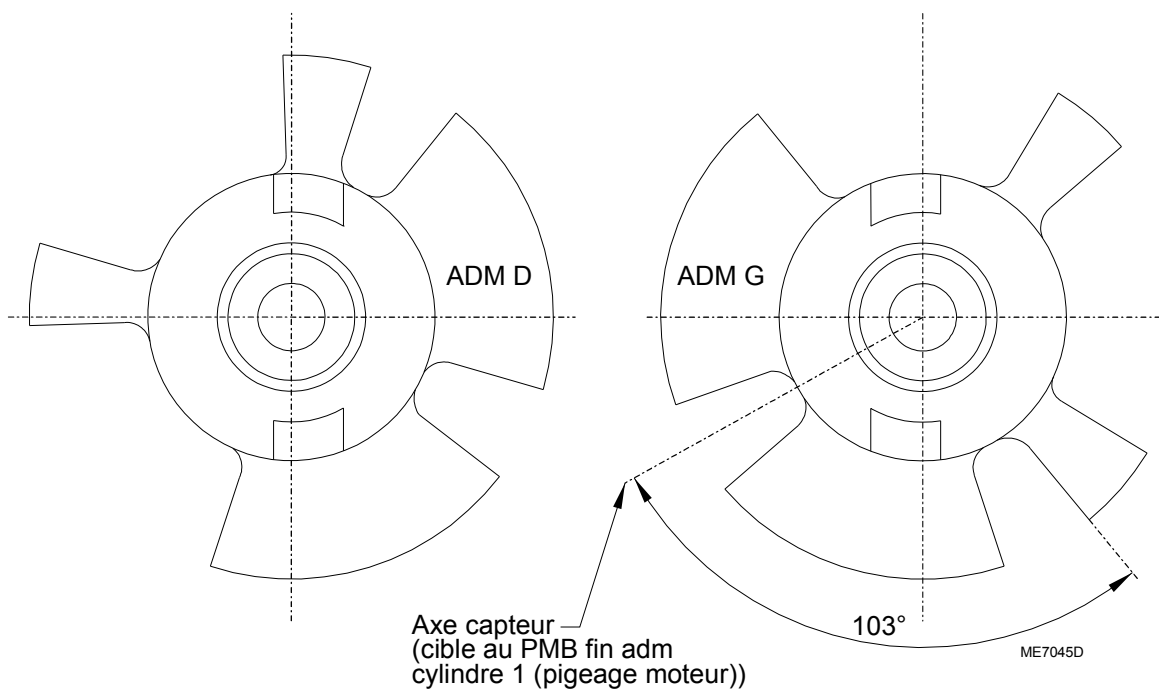
## Principe de fonctionnement

(Exemple pour le capteur avant)



- Si plaquette hall délivre un signal → transistor débloqué → borne C1 = 0V (0,5V maxi).
- Si plaquette hall ne délivre pas de signal → transistor bloqué → borne C1 = 12V.

## Vue des cibles AAC côté distribution



Les cibles sont montées en bout d'arbre à cames côté embrayage :

cible ADM D = cible admission arrière,

cible ADM G = cible admission avant.

**Remarque :** Ces cibles permettent un démarrage rapide par "synchronisation rapide" ; cette stratégie, néanmoins, n'est pas active dans le logiciel, actuellement.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## C - TRAITEMENT DU SIGNAL

Le signal capteur 0-12V de type carré est converti en signal carré 0-5V par le calculateur. Lorsque les deux dents manquantes sont trouvées, le calculateur s'intéresse au niveau qu'a le signal de phase à l'apparition de MR'.

Par définition : A la première apparition de la marque de référence vilebrequin MR'1 (dent n° 2), le calculateur initialise le compteur de cylindres à la valeur 0 si le signal capteur AAC est à l'état bas, ce qui correspond au PMH en allumage du cylindre n° 1.

Donc :

- si signal AAC à l'état bas à l'apparition de MR' → Cyl 1 au PMH allumage et  $MR' = MR'1 = \text{dent n° 2}$ ,
- si signal AAC à l'état haut à l'apparition de MR' → Cyl 1 au PMH admission et  $MR' = MR'6 = \text{dent n° "62"}$ .

En tenant compte de l'ordre d'allumage, il est alors facile de reconnaître tous les cylindres physiques.

### Particularité du signal AAC :

Il y a 180° moteur entre deux fronts descendants du signal.

Les signaux des deux capteurs sont identiques.

Le calculateur peut donc reconnaître les cylindres physiques avec les signaux du capteur arrière dans le cas où le capteur avant est défectueux.

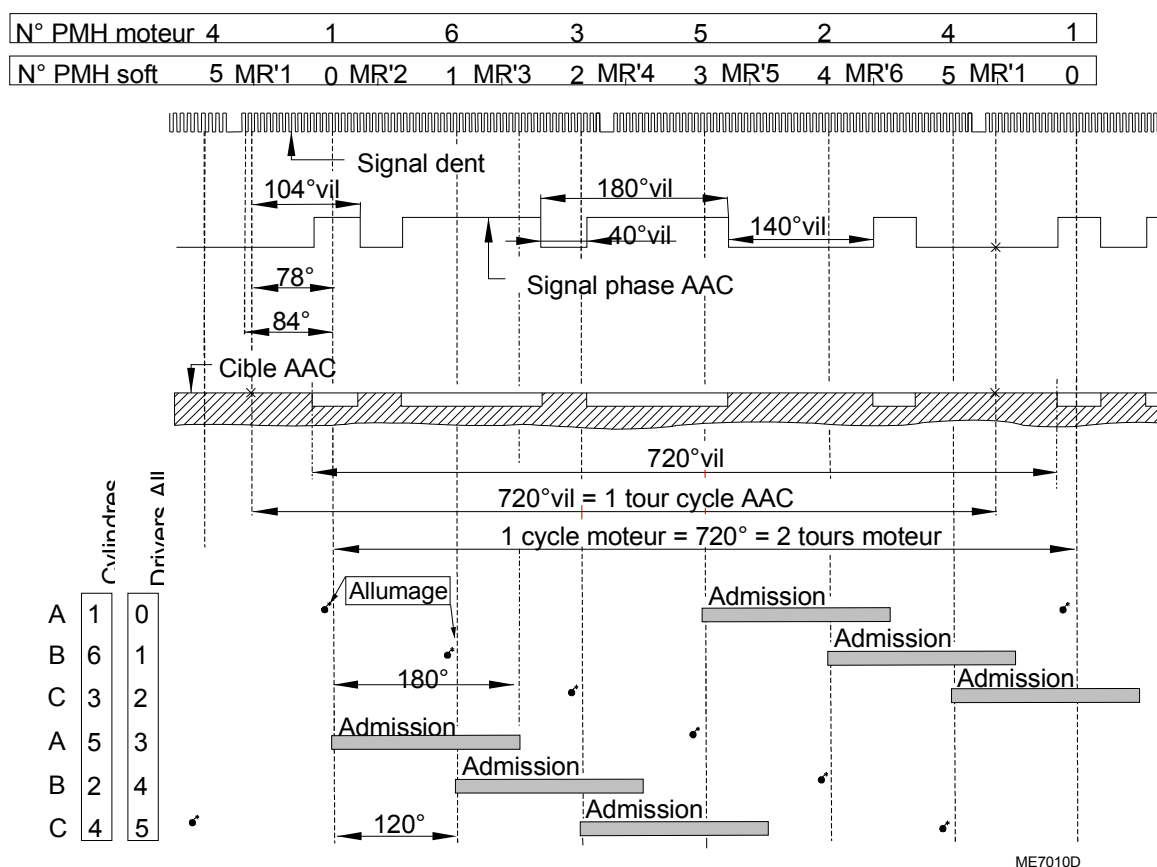
### Contrôles :

Au démarrage, le calculateur s'assure que sur un tour vilebrequin le signal capteur de référence a changé de niveau au moins une fois depuis l'initialisation. Par la suite, le calculateur vérifie que sur un ensemble de trois segments ( $3 \times 120^\circ = 360^\circ$ ), donc un tour moteur, il s'est bien produit en alternance des changements de niveau de phase.

**Attention :** Le signal doit se trouver aux alentours de 7-8 volts.



## Illustration de la synchronisation



## D - PARTICULARITES DE SYNCHRONISATION

- Le calculateur est capable de repérer la position du moteur à l'arrêt de celui-ci.
- La roue cible d'AAC, de part sa forme, pourrait permettre une synchronisation "rapide", donc permettre un démarrage rapide. Cette fonction n'est pas activée pour le moment.

Lorsque l'on actionne le démarreur, le démarrage moteur s'effectuerait alors de la façon suivante :

- 1 - à partir de la position arrêt moteur → injection séquentielle, pas d'allumage,
- 2 - synchronisation rapide → injection et allumage séquentiels,
- 3 - synchronisation normale par repérage de MR.

D'une façon plus précise, le déroulement est le suivant :

- à l'initialisation, le calculateur met le compteur de cylindres à la valeur adéquate à partir de la position d'arrêt, si toutefois celle-ci avait été reconnue correcte,
- à l'actionnement du démarreur, on procède à la vérification :
  - de la stabilisation du régime (Tempo de 30 ms puis 2 dents),
  - du régime minimal atteint ( $N_{min} = 20$  tr/mn),puis on peut injecter du carburant par synchronisation virtuelle grâce à la position d'arrêt,
- simultanément, on recherche la marque de référence MR tout en essayant de se synchroniser rapidement grâce à la cible AAC.

Dans ce cas, on réajuste le compteur de cylindres afin de provoquer l'allumage. Du moment que la synchronisation rapide a été possible, on se contente de vérifier que les deux dents manquantes apparaissent bien dans un cycle moteur complet ( $720^\circ$  vilebrequin).

### 1 - Détection de la position d'arrêt moteur

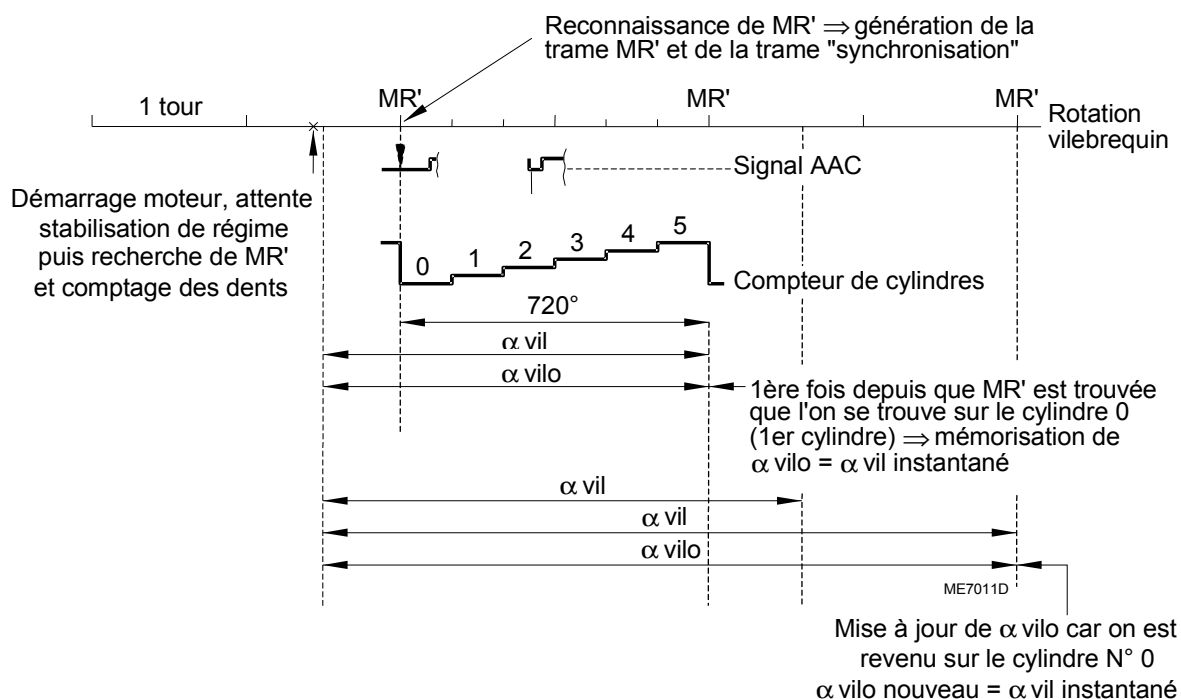
#### a - Calcul de l'angle vilebrequin moteur tournant

A partir de l'initialisation calculateur, après le test de stabilisation du régime, un compteur s'incrémente à chaque dent détectée ; en multipliant la valeur du compteur de dents par l'angle d'une dent ( $6^\circ$ ), on obtient l'angle vilebrequin instantané  $\alpha_{vil}$ .

A chaque fois qu'apparaît MR et que le compteur de cylindres est à zéro (cyl 1 en PMH allumage),  $\alpha_{vil}$  est réécrit dans la RAM en  $\alpha_{vil0}$ .

$\alpha_{vil0}$  est l'angle vilebrequin parcouru au moment où on passe au point "0" du cycle (PMH allumage cylindre 1). Il n'est réactualisé que tous les deux tours.

## Illustration (exemple)



**Remarque :**  $\alpha_{vilo}$  est tout simplement la valeur mémorisée de  $\alpha_{vil}$  instantané au moment où on détecte MR' (PMH allumage cylindre N°0). Ce qui compte, pour pouvoir à l'arrêt moteur relever la position moteur, (voir plus loin), c'est de calculer la différence  $\alpha_{instantané} -$  dernière valeur en RAM de  $\alpha_{vilo}$ .

## b - Calcul de la position d'arrêt

Conditions =

- + APC coupé et,
- le moteur avait tourné en étant sorti de la phase démarrage et,
- $N > N_{\text{mini}}$  et,
- pas de défaut sur le capteur de régime,

⇒ on se trouve en power latch.

- Si le moteur s'arrête normalement, sans repartir en arrière, la formule est la suivante :

Soit l'angle vilebrequin du cycle =  $\alpha_{\text{vil}} - \alpha_{\text{vil0}}$  ; c'est à dire qu'on obtient l'angle qu'a parcouru le vilebrequin au moment de l'arrêt moteur depuis le dernier point "0" qui est le début du cycle. L'angle vilebrequin du cycle s'étend donc du PMH en allumage du cylindre 1 jusqu'à la position d'arrêt.



- Si le moteur repare en arrière, il faut d'abord le détecter :

Si un piston en compression dans son cylindre se situe entre  $13^\circ$  et  $3^\circ$  du PMH allumage, on considère que le moteur se situe dans une plage de rotation inversée plausible. Les dents étant comptées à chaque détection de leur flanc descendant, la durée d'une dent sera forcément plus longue si cette dent détectée par le capteur change aussitôt de sens de défilement.

Précisément, si une durée dent est supérieure à un seuil de 25 à 50 ms et que l'on se trouve dans la zone plausible d'inversion de mouvement, une rotation inversée est reconnue. On relève alors "l'angle vilebrequin à la première dent de rotation inverse"  $\alpha_{\text{vil inv}}$  et "l'angle vilebrequin au point 0 du cycle à la première dent en rotation inverse"  $\alpha_{\text{vil0 inv}}$ .

La formule de calcul de l'angle vilebrequin du cycle devient alors :

$$(\alpha_{\text{vil inv}} - \alpha_{\text{vil0 inv}}) - \text{Min}[(\alpha_{\text{vil}} - \alpha_{\text{vil inv}}), \text{valeur maxi calibrée}] + 6^\circ$$

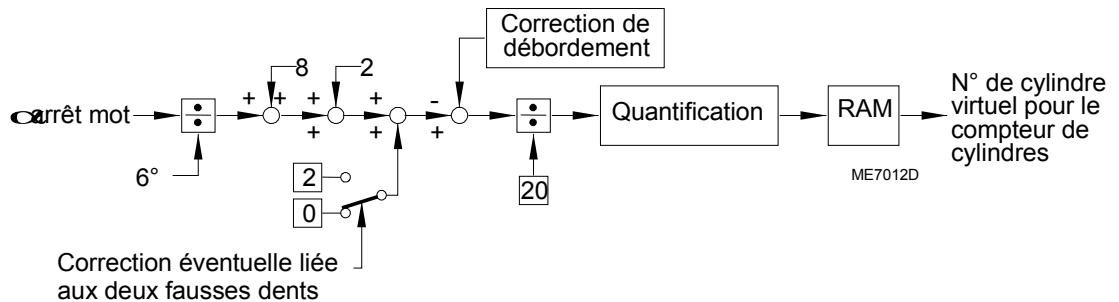
Equivalut au nombre maxi de dents inversées \*  Valeur d'une dent 

\* Quand le point d'inversion est très proche du PMH, le moteur effectue une longue inversion de rotation, et tourne dans la compression qui n'est pas totalement achevée. Ceci risque de provoquer une nouvelle inversion, c'est à dire que le moteur retourne dans le bon sens. Il faut donc minimiser le nombre de dents effectuées en sens inverse.

- L'angle de position d'arrêt moteur  $\alpha_{\text{arrêt mot}}$  est égal à l'angle vilebrequin du cycle corrigé. La correction consiste, selon sa valeur, à ajouter à l'angle vilebrequin du cycle brut la valeur des deux fausses dents ( $12^\circ$ ) ou le double ( $24^\circ$ ).

## 2 - Initialisation du compteur de cylindres à partir de la position d'arrêt

Le principe consiste à convertir  $\alpha$  arrêt mot en segments, et suivant le nombre de segments, en déduire avant le PMH allumage de quel cylindre on se trouve.



Après avoir converti l'angle d'arrêt moteur en nombre de dents :

- on ajoute 8 dents équivalentes à 30 ms et 2 dents (stabilisation de régime),
- suivant le nombre de dents obtenu, on ajoute éventuellement 2 dents censées représenter les deux fausses dents,
- on procède éventuellement à une correction de débordement si jamais le nombre de dents est supérieur ou égal à 120 dents (c'est impossible puisque 120 dents = 2 tours = 1 cycle or, l'angle d'arrêt ne peut être compris qu'entre 0° et 720°),
- on divise le nombre de dents par 20 (1 segment = 20 dents) → par rapport au point 0, si on trouve que l'on a effectué 2 segments par exemple, on peut en déduire qu'il faut initialiser le compteur de cylindre à la valeur "2".

## 3 - Synchronisation rapide

Pour information car non appliquée actuellement.

Les conditions d'application sont les suivantes :

- posséder une cible AAC adéquate, et l'adaptation des flancs de phase a été effectuée,
- le capteur de phase ne doit pas être défaillant,
- T°eau > Seuil calibré et N > Seuil calibré.

Principe : On attend que le régime mini de 20 tr/mn soit dépassé, puis on scrute l'apparition d'un flanc descendant du signal AAC. Trois méthodes de repérage :

- si un flanc montant n'a pas été détecté auparavant, on peut se repérer selon angle séparant le 1<sup>er</sup> flanc descendant du front montant qui suit, ou bien selon le nombre de dents séparant le 1<sup>er</sup> flanc descendant de la marque de référence MR. Mais si MR est trouvée, on stoppe la synchronisation rapide,
- si un flanc montant a été détecté avant le 1<sup>er</sup> flanc descendant, on regarde la longueur qui les sépare, et la longueur au bout de laquelle un nouveau flanc montant apparaît,
- l'autre solution consiste à calculer l'angle [ $\alpha_{vil}$  instantané -  $\alpha_{vil}$  au 1<sup>er</sup> flanc descendant] ; à cet angle, on ajoute l'angle d'adaptation AAC, puis on divise par 6°.

Le nombre de dents obtenu est encore divisé par 20 dents pour reconnaître le segment concerné et donc le cylindre correspondant.

Si la synchronisation rapide est réalisée avant d'avoir trouvé MR, on met à jour le compteur de cylindres qui jusqu'à maintenant était initialisé en virtuel.

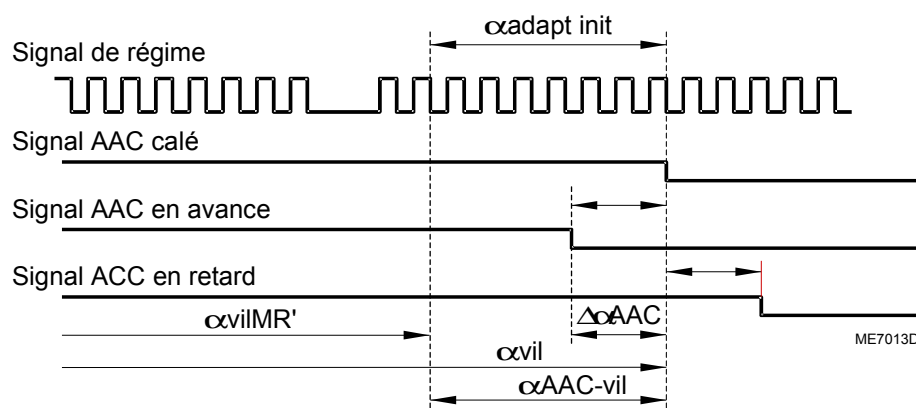
Par contre, la reconnaissance de MR stoppe l'opération de synchronisation rapide.

**Résumé :** Initialisation du compteur de cylindres en synchro rapide :

Fonction (Nombre de dents/20) et

$$\text{Nombre de dents} = [(\alpha_{vil} - \alpha_{vil \text{ f desc}}) + \alpha_{\text{adapt AAC}}]/6.$$


**Adaptation angulaire du signal arbre à cames :**




La stratégie étant complexe, en voici simplement le principe :

- quand la synchronisation est effectuée (MR trouvée), le calculateur donne un numéro (toujours le même grâce à un compteur) à chaque flanc descendant du signal AAC,
- pour chaque flanc descendant, le calculateur a en mémoire la valeur initiale de l'angle d'adaptation  $\alpha_{\text{adapt init}}$  ; cet angle vilebrequin se situe entre MR' (cylindre 0) et la dent correspondant à l'apparition du flanc descendant concerné du signal AAC,

- si en cours de fonctionnement l'angle  $\alpha_{\text{AAC-vil}} f(\alpha_{\text{vil}} - \alpha_{\text{vil MR}'})$

$\alpha_{\text{vil}}$  lorsque pour la première fois MR' est trouvée   
et que la valeur du compteur de cylindres = 0

dérive de  $\alpha_{\text{adapt init}}$ , on va trouver une différence  $\Delta\alpha_{\text{AAC}} = (\alpha_{\text{adapt init}} - \alpha_{\text{AAC-vil}})$ ,  104°

- $\Delta\alpha_{\text{AAC}}$  est alors filtrée, inversée, puis ajoutée à  $\alpha_{\text{adapt init}}$  par intégration de  $\alpha_{\text{adapt init}}$ . La valeur de sortie de l'intégrateur  $\alpha_{\text{adapt}}$  est alors la nouvelle valeur de référence à la place de  $\alpha_{\text{adapt init}}$ .

Pour comprendre, supposons que  $\alpha_{\text{AAC-vil}} < \alpha_{\text{adapt}} \Rightarrow \Delta\alpha_{\text{AAC}} = \alpha_{\text{adapt}} - \alpha_{\text{AAC-vil}}$  et  $> 0$ . On filtre  $\Delta\alpha_{\text{AAC}}$ , c'est à dire qu'à chaque récurrence de calcul on prend 10% de  $\Delta\alpha_{\text{AAC}}$ , et ce pourcentage est inversé, donc devient négatif. Donc, l'intégrateur prend la valeur actuelle de  $\alpha_{\text{adapt}}$ , et à chaque récurrence de calcul, lui ajoute (-10% de  $\Delta\alpha_{\text{AAC}}$ ), donc diminue  $\alpha_{\text{adapt}}$  progressivement jusqu'à égaliser  $\alpha_{\text{AAC-vil}}$ . Ce sera la nouvelle valeur de référence jusqu'à ce que  $\alpha_{\text{AAC-vil}}$  dérive peut être à nouveau.

*Nota : On reprend  $\alpha_{\text{adapt init}}$  que suite à un effacement de l'EEPROM (recentrage des adaptatifs).*

**Calcul de  $\alpha_{\text{AAC-vil}}$  :**  $[(\alpha_{\text{vil}} - \alpha_{\text{vil MR}'})/6 + (\text{N}^\circ \text{ de cylindre} \times 20) + \text{correction liée aux deux fausses dents} + \text{correction d'affinage } f(\text{durée dent})] \times 6$ .

### III - CAPTEUR DE PRESSION INTEGRE A LA TUBULURE (115 KPA)

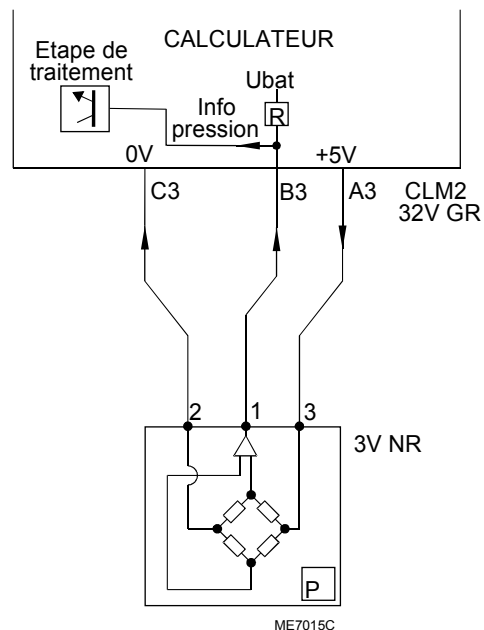
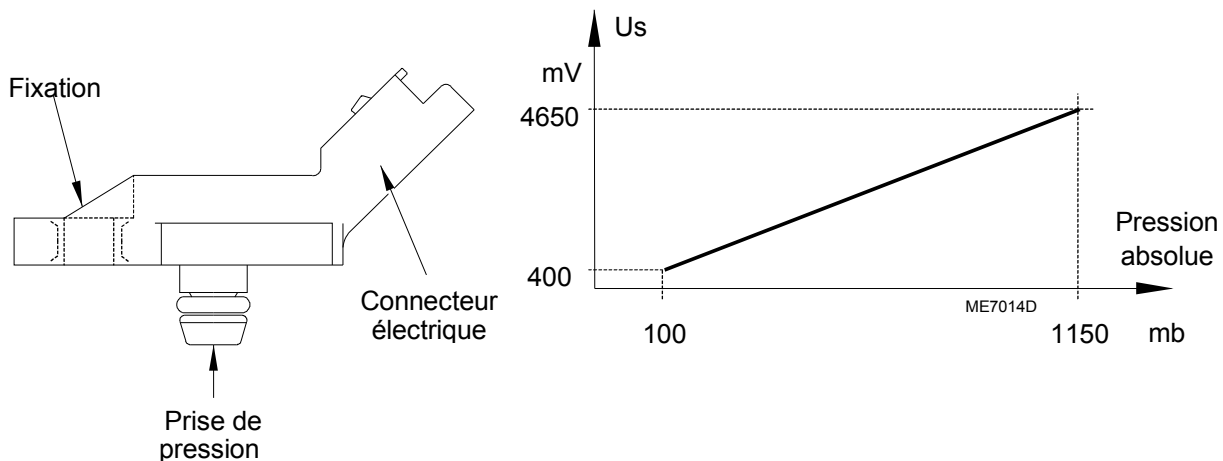
#### A - ROLE

Il donne au calculateur l'information "charge" statique afin que celui-ci puisse réguler le remplissage, et déterminer la quantité d'essence optimale en fonction du remplissage et de la richesse souhaitée, ainsi que le point d'avance à l'allumage approprié aux conditions de fonctionnement du moteur.

#### B - FONCTIONNEMENT

C'est un capteur de pression absolue de type piézorésistif se composant principalement de jauges de contraintes reliées à un pont de mesure.

Ces jauges de contraintes se déforment sous l'action de la pression, et il en résulte un signal de tension proportionnel à cette pression.



#### Valeurs :

- ralenti (800 tr/mn),  $\approx 1,6V$  pour  $P_{ab}$  de 450 mb environ,
- pleine charge  $\approx 4,6V$  pour  $P_{ab}$  de 1100 mb environ.

**Remarque :** C'est la pression tubulure en aval du papillon qui est mesurée.



## 1 - Notions de piézoélectricité

C'est à la fin du siècle dernier que des physiciens montrèrent que certains corps cristallins possédaient la propriété de convertir l'énergie mécanique en énergie électrique et réciproquement.

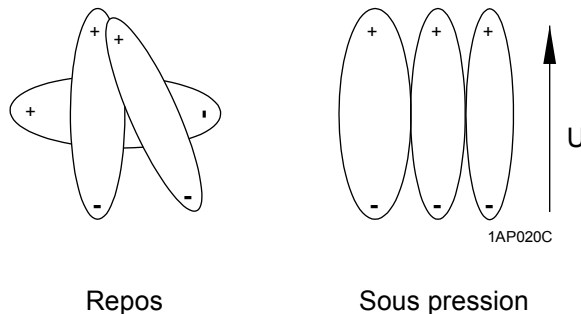
Ainsi, en comprimant un cristal de quartz, on fait apparaître des charges électriques sur sa surface. On a baptisé ce phénomène piézoélectricité.

### Cas du quartz :

Les molécules d'un cristal de quartz sont formées d'ions chargés négativement pour certains, positivement pour d'autres.

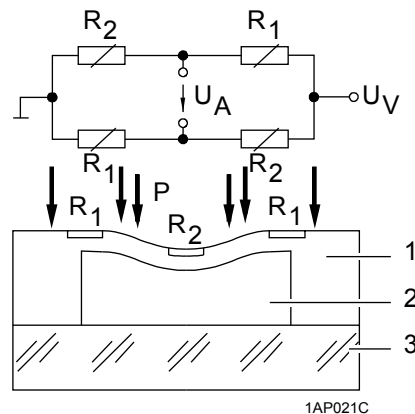
Sous l'action d'une pression ou d'un choc, la constitution d'une molécule se bouleverse. Les ions de charges identiques se regroupent donnant naissance à un potentiel électrique.

Assimilons une molécule de quartz à un grain de riz. Au repos, les grains sont mélangés. Sous pression, les molécules se regroupent suivant leur charge électrique.



## 2 - Le capteur piézo-électrique

Principe de fonctionnement



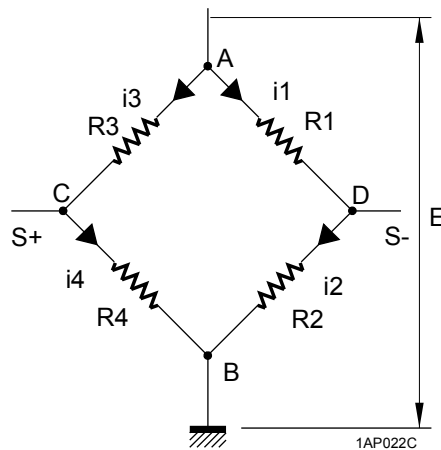
- 1 - Silicium
- 2 - Vide
- 3 - Verre (Pyrex)
- P pression pneumatique

Résistances extensiométriques  $R_1$  (étirées) et  $R_2$  (relaxées) montées en pont.

Le schéma ci-dessus nous montre le principe de construction du capteur.

Un espace vide (2) est enfermé entre une plaquette très mince en silicium (1) et une embase en verre (3). Sur la plaquette (1) sont fixées quatre piézo-résistances montées en pont de Wheastone. Celles-ci fonctionnent en jauges de contrainte si bien qu'elles enregistrent la déformation de la capsule supérieure lorsqu'elle subit l'action d'une pression.

### 3 - Principe électrique du pont de Wheastone



Le pont de Wheastone est dans un état d'équilibre quand :

$$V_{S+} = V_{S-} \text{ ou } V_{S+S-} = 0,$$

alors  $i_3 = i_4$  et  $i_1 = i_2$ .

- $V_A - V_{S+} = V_A - V_{S-}$

$$R_3 i_3 = R_1 i_1$$

$$i_3 = \frac{R_1 i_1}{R_3}$$

- $V_B - V_{S+} = V_B - V_{S-}$

$$R_4 i_4 = R_2 i_2$$

$$i_4 = \frac{R_2 i_2}{R_4}$$

$$\text{Donc } R_4 \left( \frac{R_1 i_1}{R_3} \right) = R_2 i_2 \Rightarrow \frac{R_4 R_1}{R_3} = R_2 \Rightarrow R_4 R_1 = R_3 R_2 \Rightarrow \boxed{\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}}$$

$$\text{De plus } U_{AC} = \frac{ER_1}{R_1 + R_2} \text{ et } U_{AD} = \frac{ER_3}{R_4 + R_3}; \text{ comme } V_{S+S-} = U_{AD} - U_{AC}$$

$$\text{on a : } V_{S+S-} = \frac{ER_3}{R_4 + R_3} - \frac{ER_1}{R_1 + R_2}$$

Les résistances  $R_3$  et  $R_1$  ou  $R_4$  et  $R_2$  travaillent perpendiculairement l'une par rapport à l'autre du fait de leur implantation sur la partie supérieure de la capsule de silicium.

Ainsi, sous pression, elles ne varient pas de la même valeur. Le pont n'est plus équilibré car  $U_{S+S-} \neq 0$ .

Chaque variation de résistance fait évoluer  $U_{AC}$  et  $U_{AD}$ , donc  $U_{S+S-}$  est bien le reflet de la pression sur la capsule.

#### 4 - Construction et fonctionnement du système

Schéma fonctionnel

A :

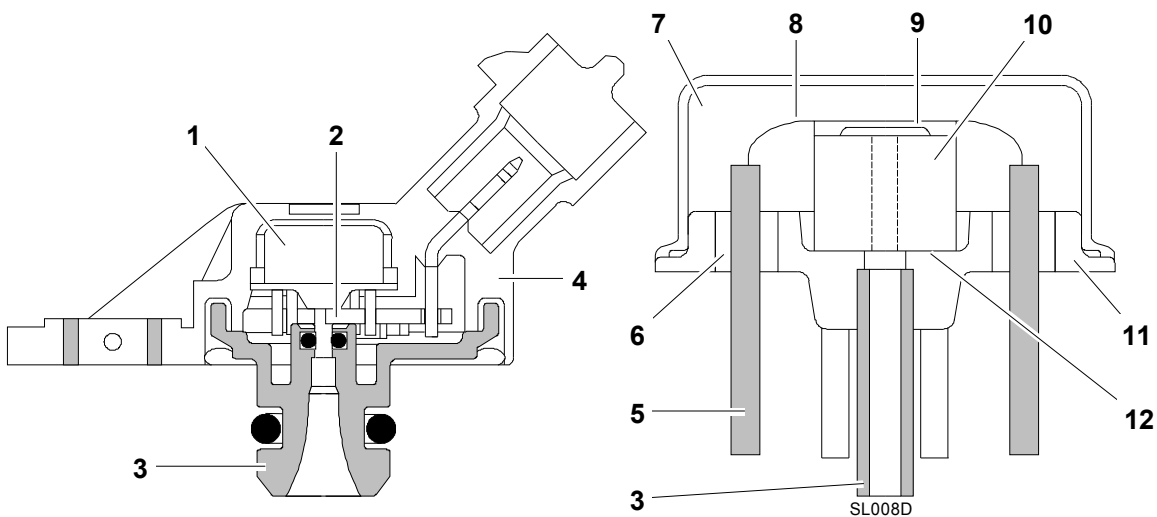
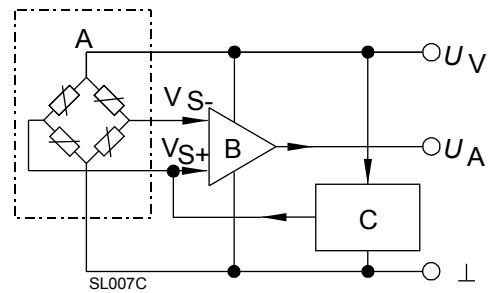
cellule manométrique à  
jauges extensiométriques  
métalliques,

B :

amplificateur,

C :

circuit de compensation de  
température.



**Vue en coupe capteur  
de pression sous boîtier**

**Capteur de pression  
en capsulé**

- 1 - Capteur
- 2 - Carte imprimée
- 3 - Tube manométrique
- 4 - Boîtier
- 5 - Passage électrique
- 6 - Enrobage de verre

- 7 - Vide de référence
- 8 - Liaison aluminium
- 9 - Puce sensible
- 10 - Socle verre
- 11 - Soudage
- 12 - Brasage

#### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

L'élément sensible du capteur est une puce en silicium comportant une membrane manométrique réalisée par photogravure. Des résistances extensibles piézorésistives disposées électriquement en pont de Wheastone sont imprimées sur la puce.

Sous l'effet de la pression, elles convertissent une contrainte mécanique en un signal électrique (déséquilibre du pont). Ce signal est ensuite amplifié par un circuit électronique assurant aussi la compensation de température.

Un amplificateur opérationnel est utilisé en tant qu'amplificateur différentiel. La tension de sortie  $U_A$  est issue d'une comparaison des tensions d'entrée  $V_{s+}$  et  $V_{s-}$ . Nous avons un calcul du type :

$$U_A = A [(V_{s+}) - (V_{s-})]$$

signal                      amplification  
de sortie  
représentatif de la pression absolue.

La puce intègre l'amplificateur et l'étage électronique de traitement (compensation de température, affinage et sensibilité de la mesure...).

La puce est associée à une plaquette de verre. L'ensemble est soudé sur un socle métallique muni d'un tube manométrique. La pression tubulure agit sur la face dorsale de la membrane en silicium par l'intermédiaire du socle et du tube. Sous le capuchon soudé au socle se trouve un vide de référence qui permet la mesure de la pression absolue, et protège la face avant de la membrane.

## C - TRAITEMENT DU CALCULATEUR

La caractéristique du signal est la suivante :

$$U_s = 0,51142 \times \text{pression (hPa)} - 0,619318 \text{ (en volts)}.$$

Le calculateur relève le signal capteur toutes les millisecondes.

Le calculateur détermine la pression régnant dans la tubulure grâce à la formule  $P_{ab} = a \times x + b$  où :

- $P_{ab}$  est la pression absolue régnant dans la tubulure d'admission en hPa,
- $x$  est la valeur de tension  $U_s$  de sortie du capteur,
- $a$  est le gain ou gradient en hPa/Volt, c'est à dire la pente de la droite représentant le lien entre la pression et le signal de tension capteur,
- $b$  est un offset en hPa.

### Calcul de a et b

pour 100 hPa, on a : 0,4V,

pour 1150 hPa, on a : 4,65V,

$$\Rightarrow a = \frac{\Delta P_{ab}}{\Delta U_s} = \frac{1150 - 100}{4,65 - 0,4} = 247 \text{ hPa / V}$$

$$\Rightarrow b = P_{ab} - a \cdot U_s = 100 - 0,4 \times 247 = 1,2 \text{ hPa}.$$

### Calcul de la pression

- Tant que  $N < 50$  tr/mn, la pression est calculée chaque milliseconde à partir de  $U_s$ .
- Lorsque  $N = 50$  tr/mn et tant que  $N \leq 400$  tr/mn, la pression est calculée à partir de la dernière valeur de  $U_s$  qui est figée au moment où  $N = 50$  tr/mn.
- Au delà de 400 tr/mn, la pression est calculée à partir de la moyenne de  $U_s$  calculée sur un segment : soit un segment S d'évolution du vilebrequin d'une valeur de  $120^\circ$ . Toutes les valeurs de  $U_s$  reçues et lues chaque milliseconde sont additionnées sur le segment S. A l'issue du segment, le calculateur détermine une valeur moyenne  $U_{s \text{ moy}}$ , c'est à dire la somme obtenue divisée par le nombre de valeurs de  $U_s$  accumulées durant le segment. En fonctionnement normal ( $N > 400$  tr/mn), on utilise donc  $U_{s \text{ moy}}$  pour déterminer la charge du moteur.  $U_{s \text{ moy}}$  est renouvelée

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

souvent, puisque sur un tour, il y a trois segments (6 cylindres  $\Rightarrow 360^\circ = 3 \times 120^\circ$ ).

**Remarque :** Pour tout défaut concernant le circuit du capteur de pression (défaut mécanique ou électrique), on fixe  $P_{ab}$  à 1013 hPa.

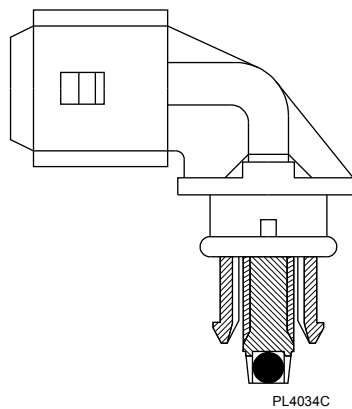


#### IV - SONDE DE TEMPERATURE D'AIR

La densité de l'air varie avec la température, si bien que l'information "quantité d'air aspirée" se trouve faussée pour des variations de températures importantes.

##### A - ROLE

Elle informe donc le calculateur de la température de l'air admis afin que celui-ci corrige l'évaluation de la masse d'air aspirée par le moteur. Lorsque la température de l'air baisse, sa densité augmente et le calculateur accroît la quantité d'essence injectée pour rétablir le rapport air/essence prévu. Elle est implantée sur le conduit d'admission du filtre à air.



## B - FONCTIONNEMENT

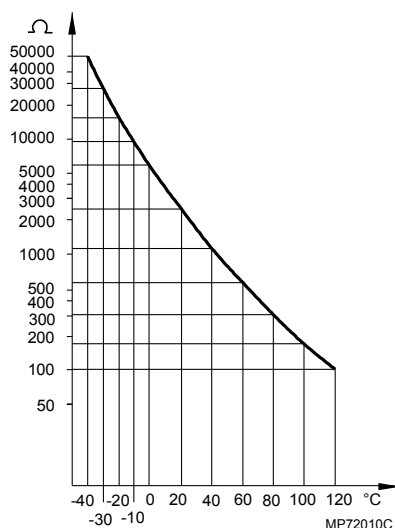
C'est une thermistance de type CTN (résistance à coefficient de température négatif) ce qui signifie que lorsque la température de l'air admis diminue, la valeur de résistance augmente, et inversement.

$$U_{\text{sonde}} = ae^{b/T}$$

Le circuit de la sonde est alimenté sous cinq volts continu. Entre ses voies D4 et C4 du connecteur CLM2, le calculateur mesure la tension aux bornes de la sonde, qui varie en fonction de la résistance de celle-ci.

## Caractéristiques

TEMP. °C	R. Nom. Ω	TEMP. °C	R. Nom. Ω
- 40°	49932,9	60°	577,6
- 30°	26628,4	70°	419,1
# - 20°	15701,2	# 80°	309,0
- 10°	9538,8	90°	231,4
0°	5958,7	100°	175,7
10°	3820,2	110°	135,2
20°	2509,3	120°	105,4
# 25°	2051,3	130°	83,1
30°	1686,0	140°	66,2
40°	1157,1	150°	53,3
# 50°	810,0		

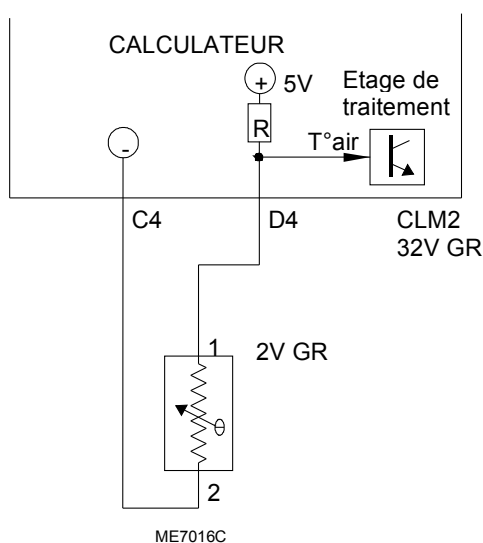


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## C - TRAITEMENT PAR LE CALCULATEUR

La valeur brute en tension est lue par le calculateur toutes les 100 ms.

Pour faciliter l'interprétation de la température, le signal est linéarisé par une cartographie permettant de dire quelle température réelle correspond au signal de tension en provenance du capteur. Cette valeur est ensuite filtrée avant d'être exploitée pour les différentes stratégies. Le filtrage est de la forme  $T^{\circ}\text{air}(t) = T^{\circ}\text{air brut fil}(t) = T^{\circ}\text{air}(t-1) + K (T^{\circ}\text{air brut}(t) - T^{\circ}\text{air}(t-1))$ .



**V - SONDE DE TEMPERATURE D'EAU****A - ROLE**

Elle informe le calculateur de la température du liquide de refroidissement moteur. Elle lui permet d'apporter des corrections au niveau du calcul du couple, de l'injection et de l'allumage. Elle est implantée sur le boîtier de sortie d'eau.

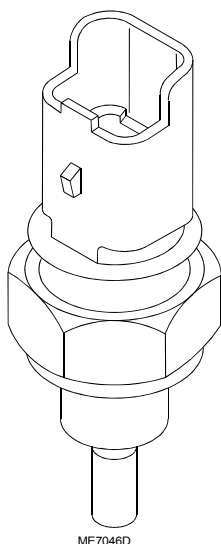
**B - FONCTIONNEMENT**

La valeur de la résistance diminue au fur et à mesure que la température moteur augmente. C'est une thermistance du type CTN (résistance à coefficient de température négatif).

$$U_{\text{sonde}} = ae^{b/t}$$

Le circuit de la sonde est alimenté sous cinq volts continu.

Entre ses voies D3 et D2 du connecteur CLM2, le calculateur mesure la tension aux bornes de la sonde, qui varie en fonction de la résistance de celle-ci.



°C	RESISTANCE (Ω)
-30	88500
-25	65200
-20	48540
-15	36480
-10	27670
-5	21160
0	16330
5	12700
10	9950
15	7855
20	6245
25	5000
30	4029
35	3266
40	2664
45	2185
50	1802
55	1493
60	1244
70	876
80	629
90	459
100	340
110	256
120	195
130	150

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**



## VI - CAPTEUR PEDALE D'ACCELERATEUR

### A - ROLE

De type sans contact, et relié à la pédale d'accélérateur par un câble, ce capteur donne au calculateur l'information position pédale d'accélérateur ; ainsi, dans le cadre du calcul du couple total que le moteur doit fournir, le calculateur peut déterminer le couple demandé par le conducteur.

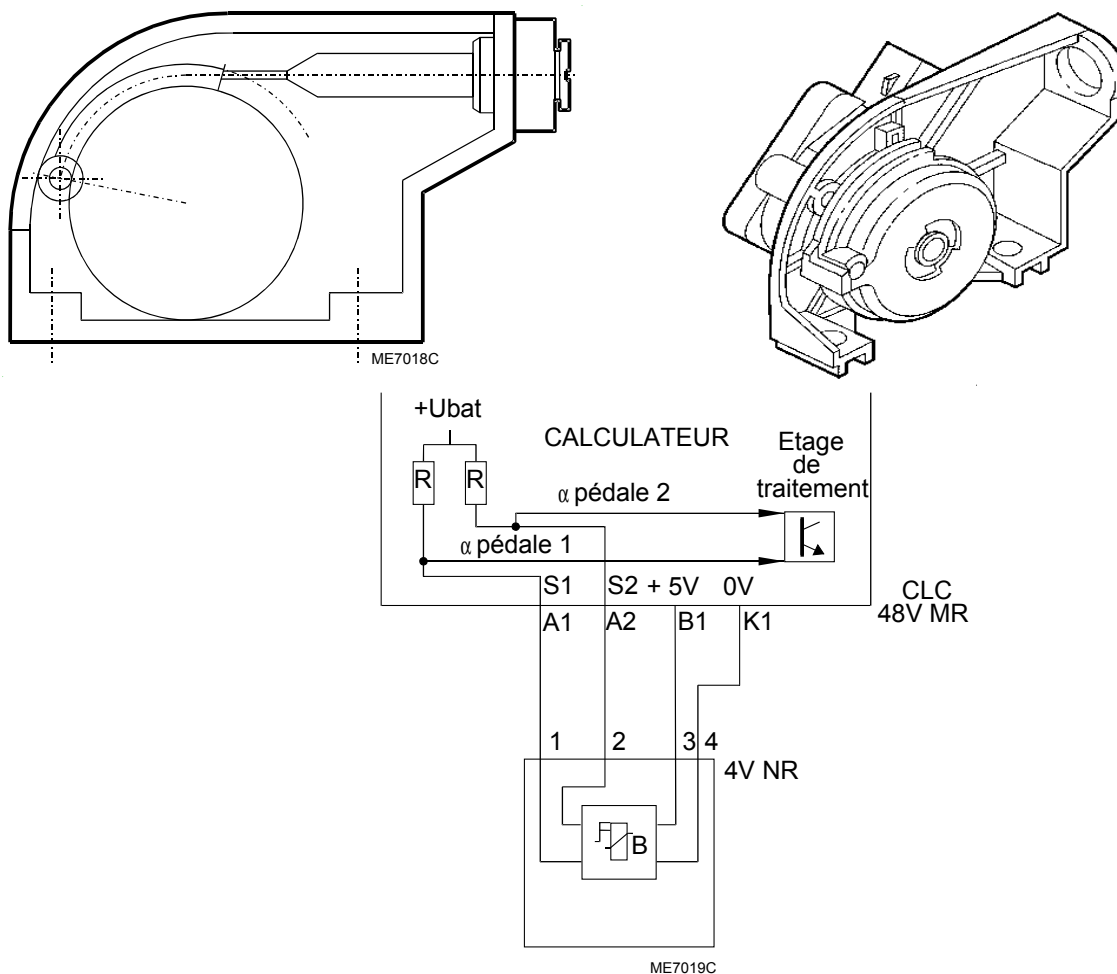
Par ailleurs, cette information est utilisée pour la reconnaissance des positions caractéristiques "pied levé", "pied à fond" et transitoires".

En fonction de celle-ci, le calculateur peut :

- appliquer les stratégie d'avance et d'injection au ralenti, en pleine charge, ainsi que lors d'accélération et de décélérations,
- assurer la coupure en décélération,
- entrer en régulation de ralenti.

**Implantation** : Dans le compartiment moteur.

### B - FONCTIONNEMENT



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

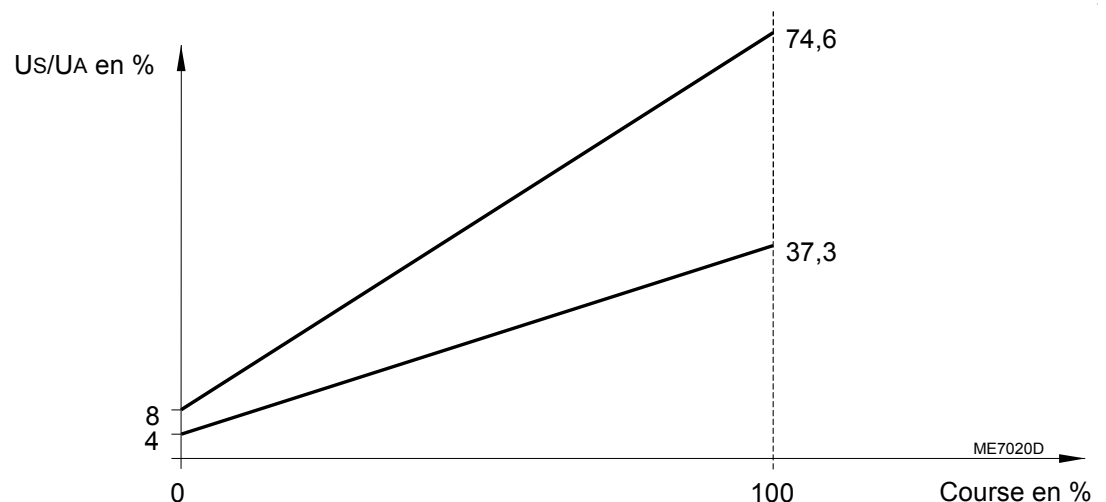
Ce capteur est de type à effet Hall. Son fonctionnement repose sur un principe magnétique sans contact. La rotation du secteur tournant, relié au câble de la pédale d'accélérateur, modifie la position relative d'un aimant par rapport à des collecteurs de flux. Ainsi, plus d'angle d'enfoncement de l'accélérateur est important, plus la plaquette Hall est transpercée d'un faisceau important de lignes de champ.

L'importance du nombre de lignes de champ traversant la plaquette Hall est assimilable à une surface soumise à un champ magnétique ; la tension de Hall est donc proportionnelle au flux auquel est soumise la plaquette ( $\phi = BS$ ).

Un étage électronique amplifie et met en forme la tension de Hall ; le capteur délivre ainsi deux signaux linéaires  $U_{s1}$  et  $U_{s2}$  de la forme  $U_s = a \times x + b$ , tels que :

- $U_{s1}/U_{s2} = 2,$
- $a_1 = 0,67$  et  $b_1 = 8,$
- $a_2 = 0,33$  et  $b_2 = 4.$

D'avoir deux signaux dont le rapport est connu permet de détecter un défaut capteur par le biais d'un test de plausibilité entre les deux signaux.



Les valeurs de contrôle sont les suivantes :

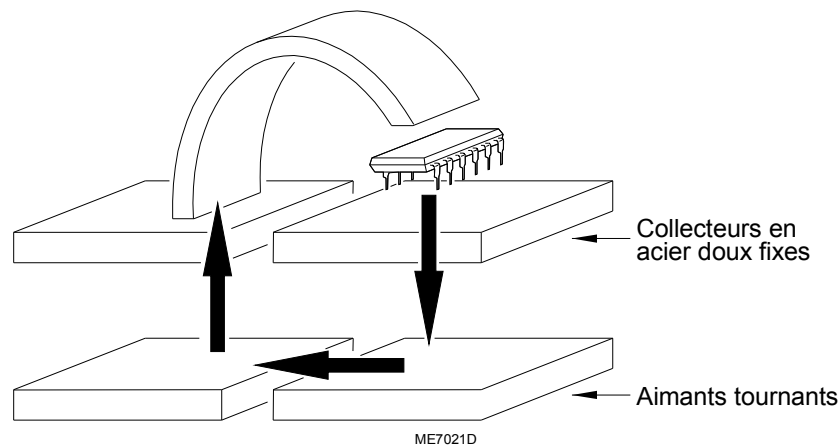
- signal S1 → entre voies 15 et 22 : de 0,4V (PL) à 3,373V (PF),
- signal S2 → entre voies 68 et 22 : de 0,2V (PL) à 1,87V (PF),
- tension d'alimentation délivrée par le calculateur à l'électronique du capteur → entre voies 44 et 22 : 5V.

D'un point de vue mécanique, le capteur possède des ressorts de rappel pour ramener la pédale en position de repos, ainsi que pour fournir un effort sous le pied du conducteur et d'assurer ainsi un certain confort. L'ensemble se présente comme un système indémontable.

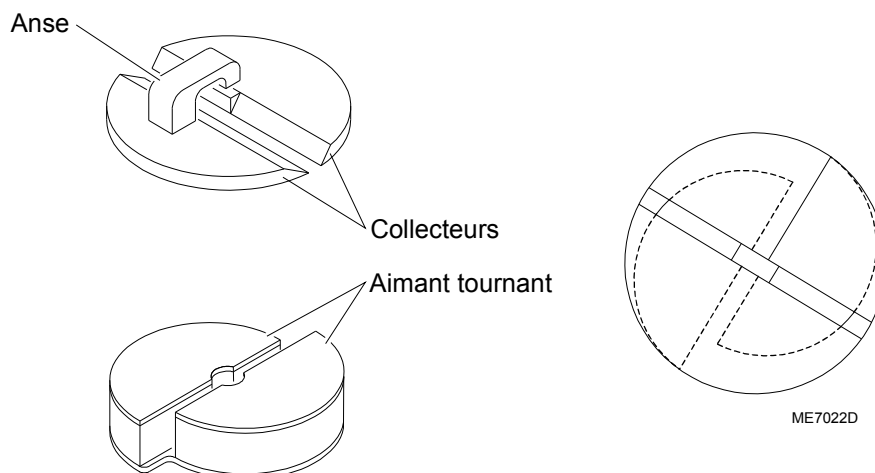
*Nota : Le capteur n'est pas réglable. En cas de remplacement, pratiquer obligatoirement à un recentrage des auto adaptatifs.*

### Description de la partie sensible (capteur)

#### Principe



#### Dans la réalité

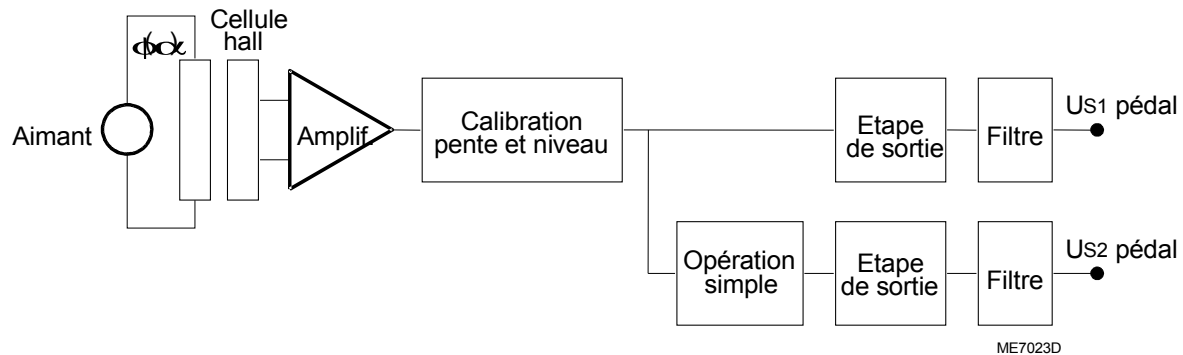


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE



On constate que le dispositif adopté permet un bouclage du champ magnétique comme dans un aimant en fer à cheval. Cela permet à la plaquette de Hall d'être transpercée par les lignes de champ.

### Description de la partie traitement (étage électronique)



### C - INTERPRETATION PAR LE CALCULATEUR

Le calculateur relève toutes les 10 ms chaque signal de sortie du capteur  $Us_1$  pédal et  $Us_2$  pédal, puis en déduit à partir du rapport  $Us/UA$  une position en pourcentage de la pédale d'accélérateur ;  $\alpha$  pédal instant 1 =  $\frac{Us_1 \text{ pédal}}{5} \times 100\%$  et  $\alpha$  pédal instant 2 =  $\frac{Us_2 \text{ pédal}}{5} \times 100\%$ .

Ensuite le calculateur détermine (ou "adapte") les butées basses et hautes  $\alpha$  pédal min 1,  $\alpha$  pédal min 2,  $\alpha$  pédal max 1, et  $\alpha$  pédal max 2 ; il doit alors choisir l'angle pédale instantané – et ses butée correspondantes – qui convient, le limiter suivant la fonction d'antibatteement, et enfin le normaliser.

On obtient alors  $\alpha$  pédal norm (angle pédale normalisé).

**Attention :**  $\alpha$  pédale instant 1 ou 2 = 0 si UA se trouve en dehors d'une plage admissible de 4,75 à 5,25 volts.

#### 1 - Apprentissage des butées

Il s'effectue toutes les 100 ms. L'apprentissage est stoppé lorsque le régime moteur est supérieur ou égal à un seuil calibré.

##### a - Butée basse

La valeur initiale est :

- une valeur constante initiale d'apprentissage  $\alpha$  min apprent init suite à la première mise en service du calculateur, ou à un recentrage des apprentissages,
- la valeur mémorisée en EEPROM lors du dernier power latch à la mise sous tension du calculateur.

La mise à jour s'effectue ainsi :

Si  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $>$   $\alpha$  min apprent init

alors  $\alpha$  min 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  min apprent init.

Si  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $<$   $\alpha$  min apprent init, alors :

- $\alpha$  min 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2 avec en limitation une valeur calibrée de butée basse maxi admissible  $\alpha$  min max,
- par la suite :
  - pour  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $>$   $\alpha$  min 1 ou 2 ancien alors,  $\alpha$  min 1 ou 2 ancien est incrémenté d'une valeur calibrée toutes les x ms (valeur calibrée) jusqu'à ce que  $\alpha$  min 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2,
  - pour  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $<$   $\alpha$  min 1 ou 2 ancien alors,  $\alpha$  min 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2 avec comme limite imposée  $\alpha$  min max.

*Nota : L'apprentissage de la butée basse s'effectue véhicule à l'arrêt.*

#### b - Butée haute

La valeur initiale est :

- une valeur constante initiale d'apprentissage  $\alpha$  max apprent init suite à la première mise en service du calculateur, ou à un recentrage des apprentissages,
- la valeur mémorisée en EEPROM lors du dernier power latch à la mise sous tension du calculateur.

La mise à jour s'effectue ainsi :

Si  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $<$   $\alpha$  max apprent init

alors,  $\alpha$  max 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  max apprent init.

Si  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $>$   $\alpha$  max apprent init, alors :

- $\alpha$  max 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2 avec en limitation une valeur calibrée de butée haute maxi admissible  $\alpha$  max max,
- par la suite :
  - pour  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $<$   $\alpha$  max 1 ou 2 ancien alors,  $\alpha$  max 1 ou 2 ancien est décrémenté d'une valeur calibrée toutes les x ms (valeur calibrée) jusqu'à ce que  $\alpha$  max 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2,
  - pour  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2  $>$   $\alpha$  max 1 ou 2 ancien alors,  $\alpha$  max 1 ou 2 nouveau =  $\alpha$  pédal instant 1 ou 2 avec comme limite imposée  $\alpha$  max max.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

**Attention :** Le capteur n'étant pas réglable, le calculateur procède à un apprentissage automatique comme on vient de le voir. L'après-vente préconise néanmoins, suite à une intervention en garage, de procéder à un apprentissage des butées. En effet, la butée haute est rarement atteinte par le client et si le calculateur ne connaît pas précisément les positions PL et PF, on ne bénéficiera pas d'un fonctionnement optimal du système ME7.4.6.

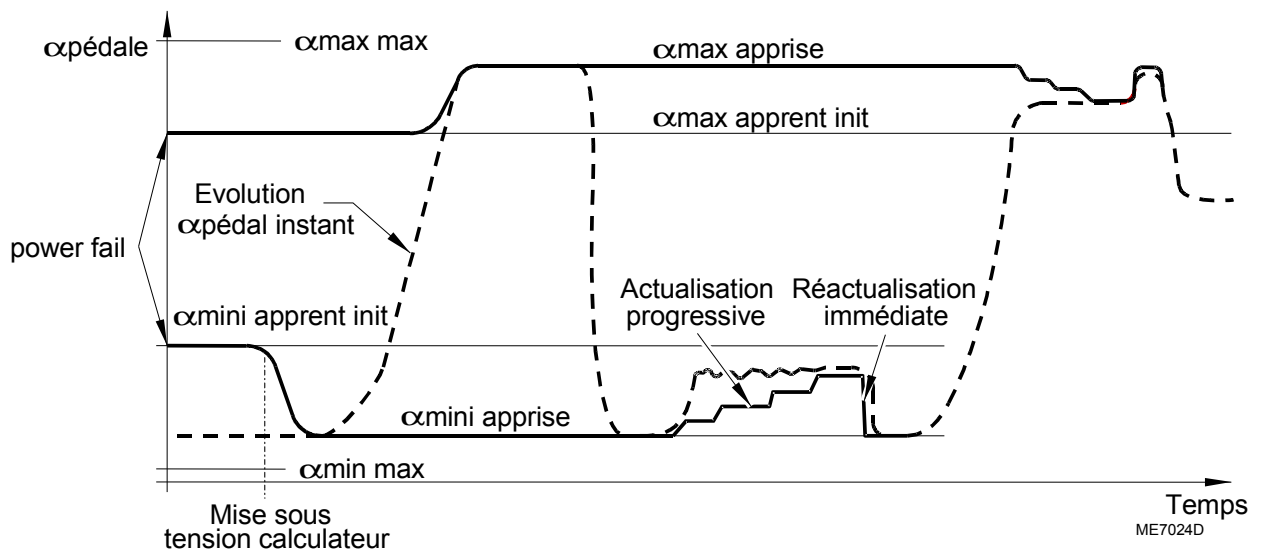
L'apprentissage est à pratiquer dans les cas suivants :

- échange du capteur pédale,
- échange du calculateur ME7.4.6,
- réparation du capteur pédale,
- téléchargement ou télécodage du calculateur ME7.4.6.

La procédure d'apprentissage est la suivante :

- pédale d'accélérateur au repos,
- mettre le contact,
- appuyer à fond sur la pédale d'accélérateur,
- relâcher la pédale d'accélérateur,
- démarrer le moteur sans accélérer.

### Illustration de l'apprentissage des butées (exemple)



## 2 - Choix de la position pédale et de ses butées

En cas de fonctionnement normal du capteur pédale, on utilise le signal 1 ;  
donc :  $\alpha \text{ pédal instant} = \alpha \text{ pédal instant } 1$   
 $\alpha \text{ min} = \alpha \text{ min } 1$  et  $\alpha \text{ max} = \alpha \text{ max } 1$ .

Lorsqu'un des deux signaux est reconnu défectueux, on utilise l'autre avec ses butées associées.

Si on détecte une non plausibilité entre les deux signaux sans pouvoir identifier le signal défectueux alors,

$\alpha \text{ pédal instant} = \min [\alpha \text{ pédal instant } 1, \alpha \text{ pédal instant } 2]$  ; on utilisera aussi les butées correspondantes au signal choisi.

Si les deux signaux sont un défaut,  $\alpha \text{ pédal instant} = \alpha \text{ min } 1$  ou  $2$  ; on choisit la plus grande des deux butées basses apprises.

### Diagnostic :

Il consiste pour le calculateur à vérifier :

- que chaque signal ne dépasse pas des limites inférieure et supérieure tolérables,
- qu'il y a une bonne corrélation entre les deux signaux, en vérifiant que l'écart entre les deux signaux ne dépasse pas un seuil calibré.

### 3 - Traitement anti battement

Les positions "pied levé" et "pied à fond" sont très importantes ; pour être sûr qu'elles sont atteintes, on a recours à une fonction de filtrage.

Le principe est le suivant :

- soit la valeur absolue  $|\alpha_{\text{pédal instant } (t)} - \alpha_{\text{pédal instant } (t-10 \text{ ms})}|$ ,
- soit un hystéresis constant  $\text{hyst } \Delta\alpha_{\text{pédal instant}}$ .

Si la valeur absolue est inférieure à  $\text{hyst } \Delta\alpha_{\text{pédal instant}}$ , on conserve l'ancienne valeur.

Si la valeur absolue est comprise entre l'hystéresis et le double de l'hystéresis, alors la nouvelle valeur est égale à l'ancienne + ou – (selon le sens de l'évolution pédale) l'hystéresis.

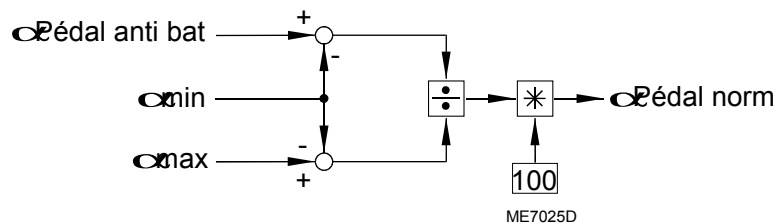
Si la valeur absolue dépasse le double de l'hystéresis, alors on prend telle quelle la nouvelle valeur.

La valeur de sortie de cette fonction est  $\alpha_{\text{pédal anti bat}}$ .

#### 4 - Normalisation

La valeur  $\alpha$  pédal instant en% est un rapport de tension ;  $\alpha$  pédale anti bat aussi ; la normalisation consiste à convertir ce rapport pouvant évoluer entre  $\alpha$  min et  $\alpha$  max, en une position pédale pouvant évoluer de 0 à 100%, et ce linéairement.

La formule est la suivante :



**Remarque :**  $\alpha$  pédal anti bat est limité aux valeurs d'apprentissage des butées  $\alpha$  min et  $\alpha$  max ; par ailleurs, on utilise une valeur de secours de  $\alpha$  min si on n'a pas reconnu un mouvement de la pédale à partir du "pied levé".

#### Cas particulier en cas de mode dégradé du capteur pédale

En mode dégradé,  $\alpha$  pédal norm est limitée à une valeur maxi  $\alpha$  pédal norm max def, et ne doit pas faire un bond supérieur à  $\Delta\alpha$  pédal norm max def ; il s'agit de valeurs calibrées.

Si on freine alors que l'on est en mode dégradé alors,

$\alpha$  pédal norm = 0 immédiatement.

#### Calcul du gradient de pédale normé :

$$\Delta\alpha \text{ pédal norm} = \alpha \text{ pédal norm}_{(t)} - \alpha \text{ pédal norm}_{(t-10\text{ms})}$$

#### 5 - Reconnaissance de mouvement

Si  $\alpha$  pédal instant 1 a quitté franchement sa butée basse apprise  $\alpha$  min, on considère qu'après une courte tempo,  $\alpha$  pédal instant 2 doit avoir lui aussi bougé.

Si  $\alpha$  pédale instant 2<sub>(t)</sub> < [ $\alpha$  pédal instant 2 filt<sub>(t-10 ms)</sub> + Marge calibrée] on déclare un défaut dans la reconnaissance de mouvement.

## VII - CAPTEUR DE POSITION PAPILLON DES GAZ

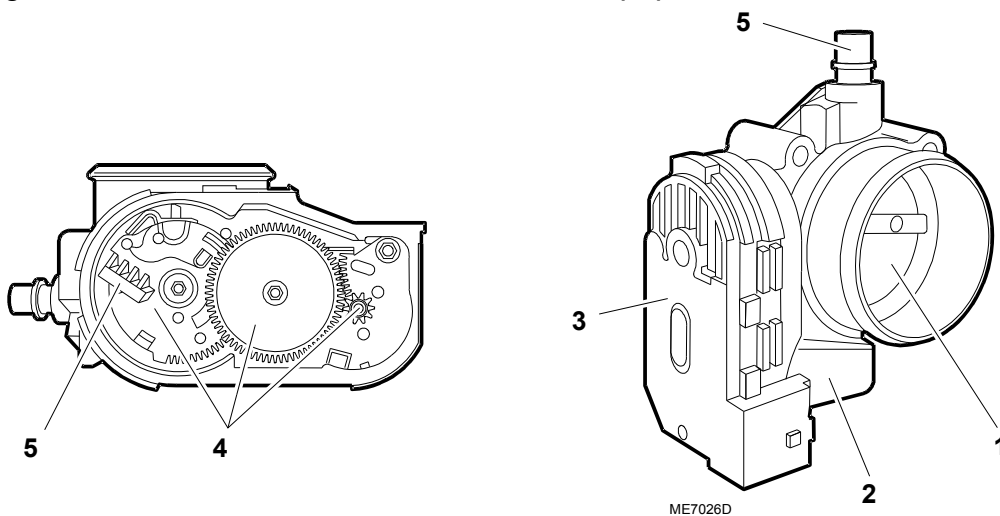
### A - ROLE

Dans un système à papillon motorisé, une partie de la consigne de couple total que le moteur doit fournir est convertie en consigne d'ouverture papillon en fin de chaîne de calcul.

L'ouverture papillon étant un paramètre fondamental dans un tel dispositif, on a recours à un capteur dont le rôle est d'informer le calculateur de la position angulaire du papillon afin de gérer celui-ci en boucle fermée.

### B - FONCTIONNEMENT

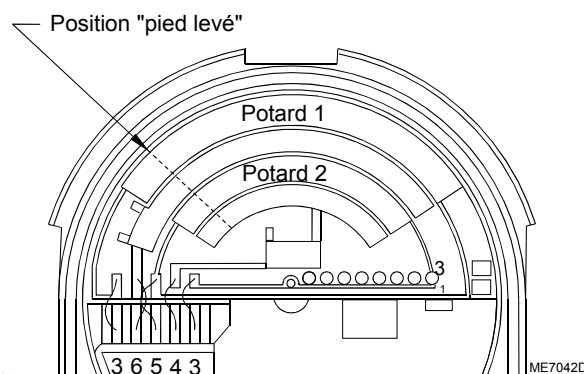
Il s'agit d'un potentiomètre double piste positionné sur l'axe du papillon, et intégré au boîtier du moteur d'actionnement du papillon.



- 1 – Papillon des gaz
- 2 – Moteur
- 3 – Potentiomètre papillon double piste
- 4 – Pignons d'entraînement
- 5 – Curseur du potentiomètre

*Nota : Le potentiomètre n'est pas réglable.*

### Vue du potentiomètre



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

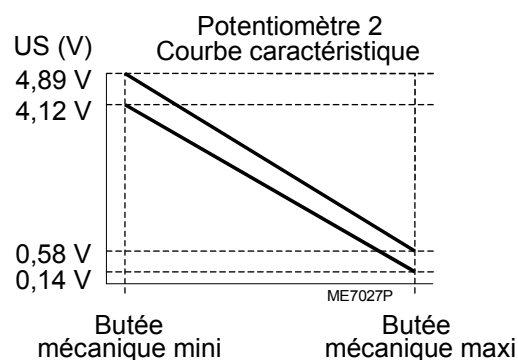
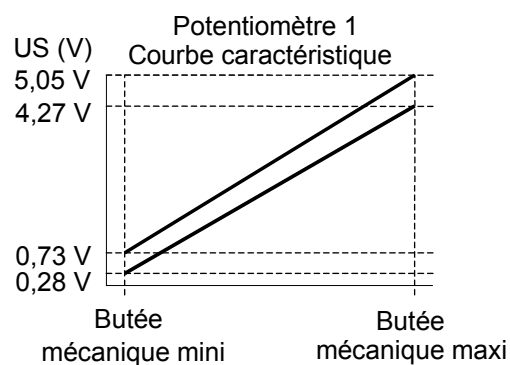
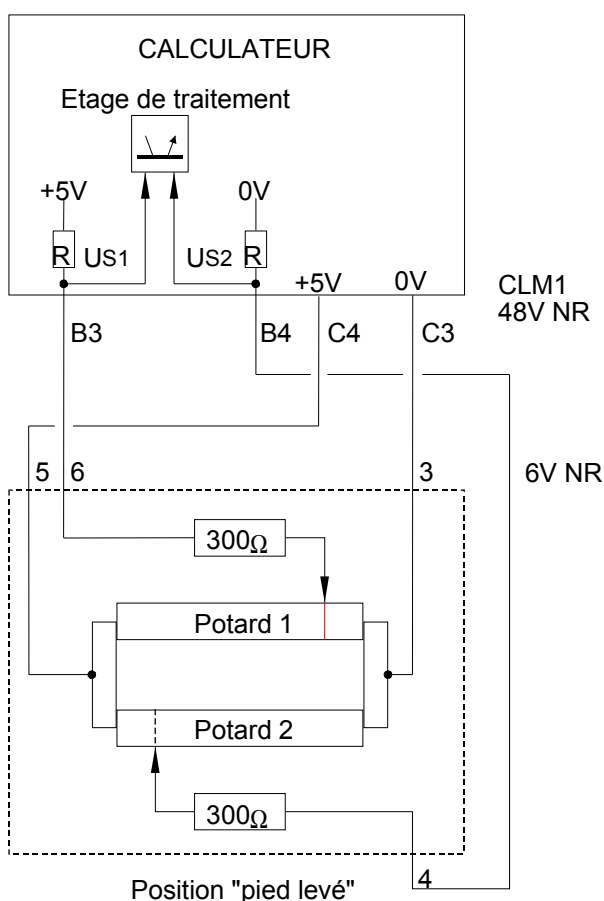


L'acquisition de l'angle papillon s'effectue à l'aide de deux potentiomètres, dont chaque piste résistive est alimentée sous une tension régulée de 5 volts par le calculateur.

En fonction du déplacement angulaire du papillon, les curseurs se déplacent sur leur piste respective et transmettent au calculateur une tension  $U_s$  qui évolue linéairement en fonction de la position papillon.

En l'absence de défauts, le potentiomètre 1 délivre une courbe croissante (Si  $\alpha$  pap  $\nearrow \Rightarrow U_{s1} \nearrow$ ), et le potentiomètre 2 une courbe décroissante (Si  $\alpha$  pap  $\nearrow \Rightarrow U_{s2} \searrow$ ). Il s'agit de courbes dites "croisées". Cette particularité permet de reconnaître un court-circuit au niveau des sorties curseur.

D'autre part, dans le cas où un fil de sortie curseur est coupé, le signal correspondant est mis par la résistance de pull-up dans le calculateur, à une valeur signalant un papillon complètement ouvert.  $U_{s1}$  est donc amené à 5V, ou  $U_{s2}$  à 0.



Chaque curseur est lié mécaniquement à l'axe papillon, et comporte une résistance talon de protection.

## C - INTERPRETATION PAR LE CALCULATEUR

En fonctionnement normal, le calculateur utilise le signal US1 pour connaître la position papillon, et le signal US2 pour effectuer le diagnostic du capteur.

Le calculateur commence par soustraire à la valeur de tension brute US1 pap la valeur de tension apprise de la butée basse US1 pap pos 0 ; la butée basse étant la position "0" du papillon, c'est à dire "papillon fermé".

On obtient alors la tension de sortie 1 par rapport à la butée basse US pap1/but bas. L'angle papillon par rapport à la butée basse s'obtient ainsi :

$$\alpha \text{ pap/but bas} = \frac{\text{US pap1/but bas} \times \text{pente}}{100 \%}$$

x  $\frac{\text{course nominale (valeur initiale fixe calibrée, adaptable par la suite)}}{100 \%}$

**Calcul du gradient de papillon :**  $\Delta\alpha \text{ pap} = \alpha \text{ pap nouveau} - \alpha \text{ pap ancien}$ .

### Particularité

Jusqu'à un certain seuil de position papillon dans le sens ouverture ( $\alpha \text{ pap/but bas} < \text{Seuil}$ ), on utilise une valeur amplifiée de US1 pap ; cette amplification est assurée par le hardware de traitement du signal. Ainsi, dans la plage des petits angles, une variation d'ouverture du papillon sera détectée car la nouvelle valeur d'angle papillon, même faible pourra être convertie par le convertisseur A/N. Cette précision est indispensable pour pouvoir réguler très exactement le régime de ralenti.

Une fois que US1 pap est convertie en numérique il convient d'enlever un offset à cette valeur puis de la diviser par l'amplification afin d'obtenir une valeur correcte d'angle papillon.

### Diagnostic

Il est primordial, au vu de l'importance de ce capteur dans un système à papillon motorisé.

Le calculateur vérifie :

- que le signal de chaque potentiomètre ne dépasse pas des limites inférieure et supérieure tolérables,
- que les deux signaux sont synchronisés par comparaison ; si ce n'est pas le cas on détermine quel est le signal défectueux. La méthode consiste à comparer chaque signal filtré en fonction du régime (prise en compte de la dynamique collecteur) avec une valeur de remplacement fonction du régime, et du remplissage de base ; celui-ci étant corrigé selon la pression ambiante et la température ambiante en amont papillon.

**Important :** L'apprentissage de la butée basse est fait par le calculateur lors de sa première mise en service, et lorsqu'il est laissé sous tension, moteur arrêté, au rythme de toutes les 30 secondes. Dans les mêmes cas que pour le capteur pédale, il convient d'effectuer un apprentissage de la butée basse en mettant le contact pendant 10s minimum, puis en le coupant pendant 15s (transfert des données en EEPROM lors du powerlatch).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## VII - SONDES A OXYGENE

Type : LSF 4.7.

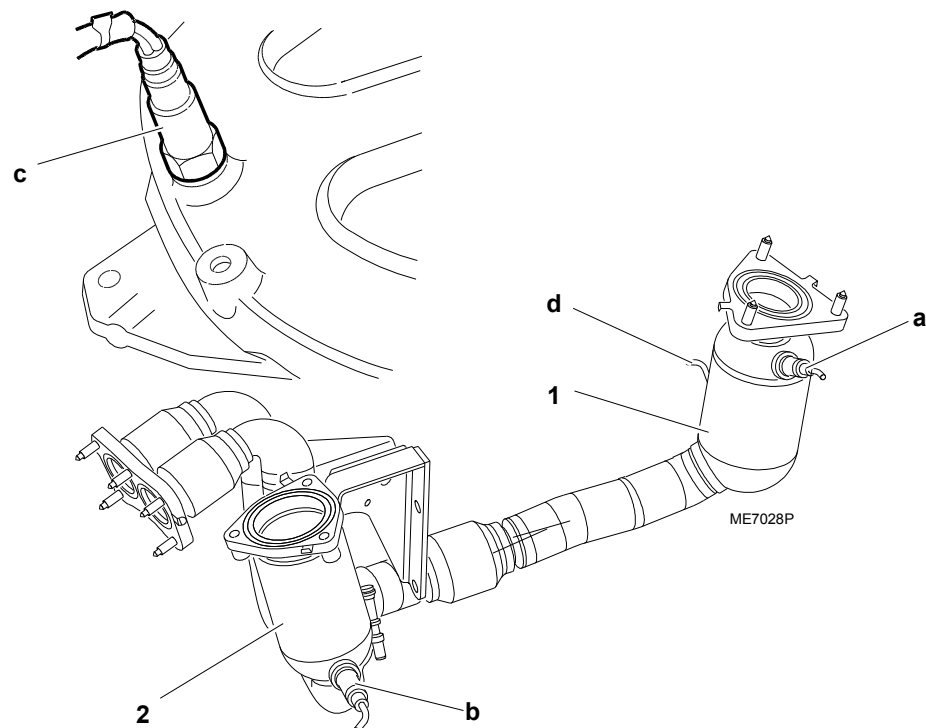
### A - IMPLANTATION

Quatre sondes : Deux par rangée de cylindres ou "banc"

→ banc 1 = rangée avant,

→ banc 2 = rangée arrière.

Pour un banc, les deux sondes à oxygène sont implantées sur la ligne d'échappement, une juste avant le pré catalyseur d'où son appellation de "sonde amont", l'autre juste après le précatalyseur, d'où son nom de "sonde aval".

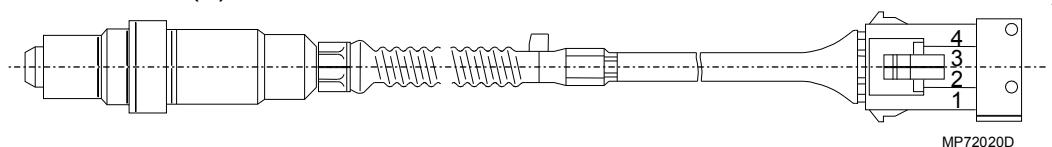


1 - Précatalyseur avant avec

- Sonde amont (a),
- Sonde aval (b).

2 - Précatalyseur arrière avec

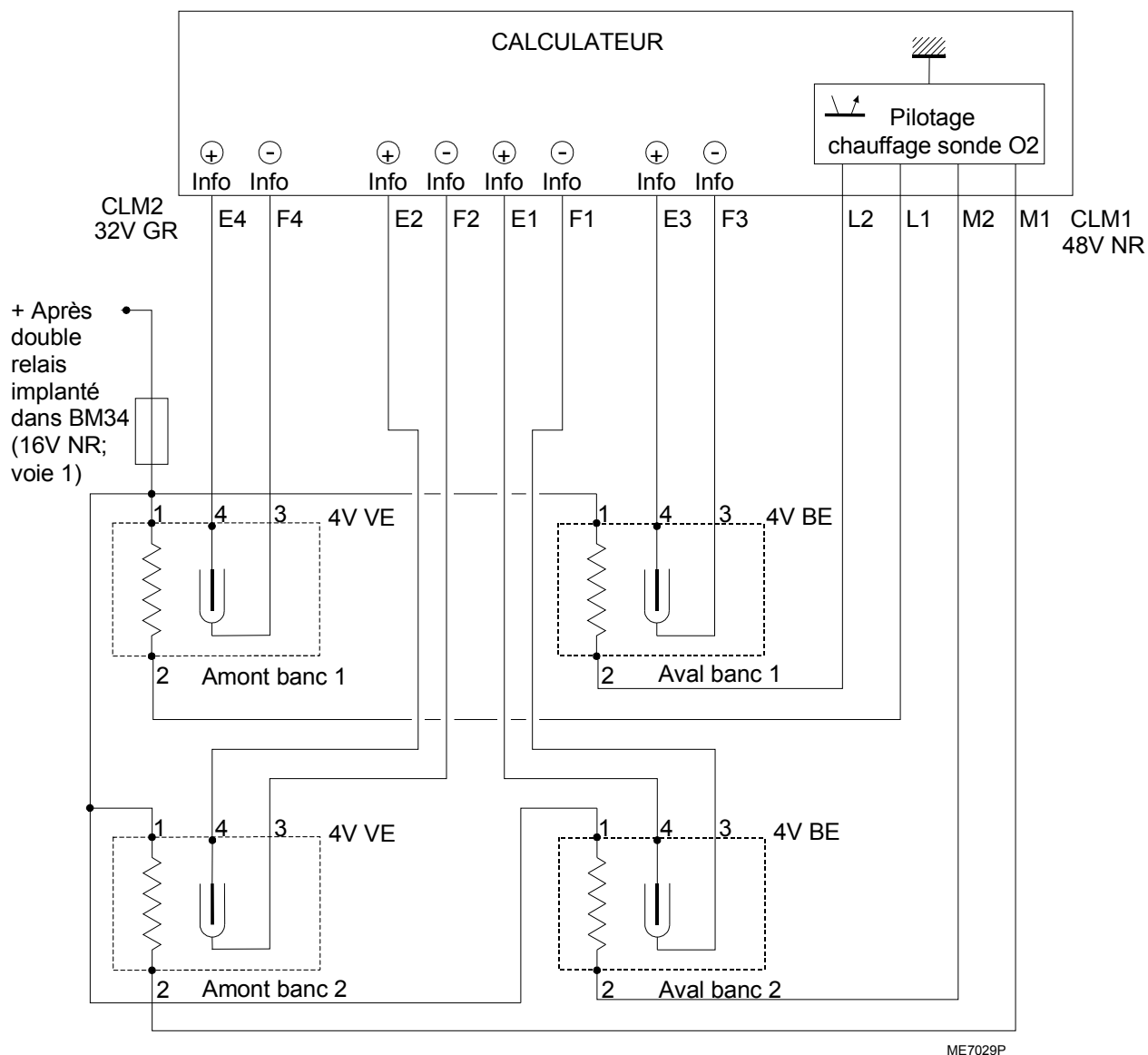
- Sonde amont (c) montée sur le collecteur,
- Sonde aval (d).



**Remarque :** Les précatalyseurs ont pour vocation d'accélérer le phénomène de catalyse ; leur emploi se justifie par l'absence de la fonction Injection d'Air à l'Echappement. Par ailleurs, ils traitent à eux seuls la quasi totalité des gaz polluants, ceci expliquant l'implantation des sondes a oxygène.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - BRANCHEMENT ELECTRIQUE

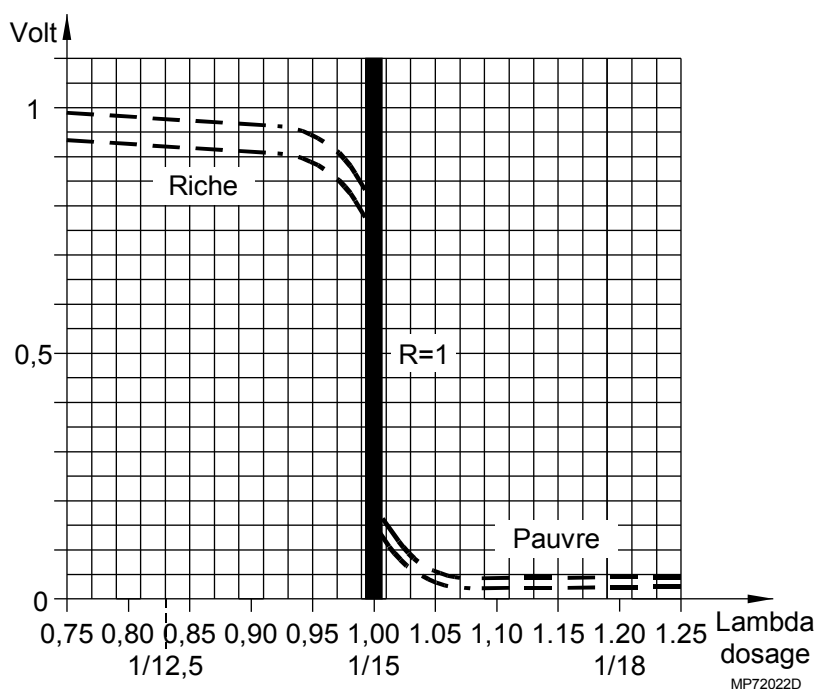


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## C - SONDE A OXYGENE AMONT

## 1 - Rôle

Elle délivre pratiquement en permanence au calculateur une information sur le dosage (air/essence) du mélange carburé. Elle prend deux états possibles pour donner une information dosage riche ou pauvre reflétée par des tensions respectivement de 1 volt ou 0 (zéro) volt.



Cette tension analysée par le boîtier électronique permet de corriger le temps d'injection afin de maintenir constante la composition des gaz d'échappement, condition indispensable à leur traitement par le pot catalytique.

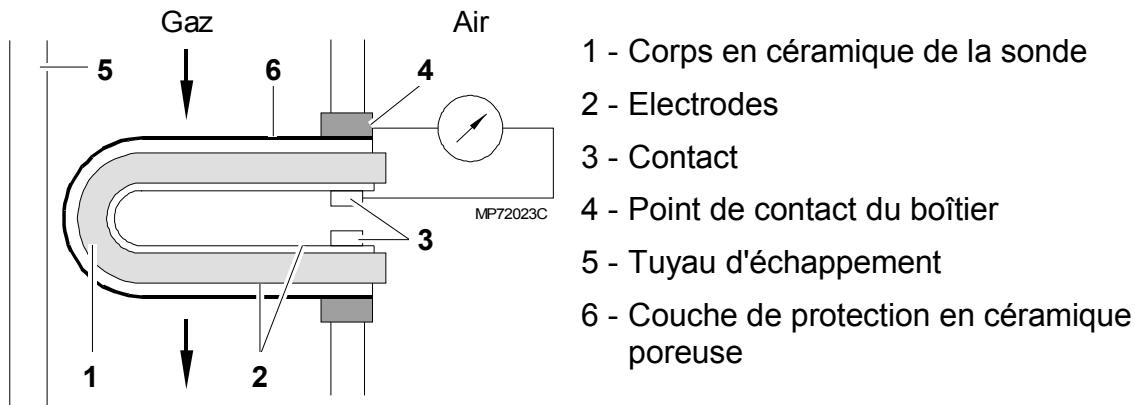
## 2 - Nécessité

Les réactions ne sont pas toutes optimum pour la même richesse. En effet, le taux de conversion (ou l'efficacité) de réduction des  $\text{No}_x$  est maximum en absence d'oxygène, donc pour des mélanges riches ( $\lambda < 1$ ) alors que l'efficacité maximum d'oxydation du CO et HC est maximum en présence d'oxygène, donc pour des mélanges pauvres ( $\lambda > 1$ ).

Il en résulte que pour que ces réactions d'oxydation et de réduction soient en même temps proches de leur optimum, le moteur doit fonctionner dans une fenêtre étroite de richesse entre  $\lambda = 0,995$  et  $\lambda = 1,005$ .

### 3 - Conception et principe de fonctionnement

#### a - Conception



Une sonde à oxygène est constituée d'un corps en céramique en dioxyde de zirconium, stabilisé à l'oxyde d'yttrium, imperméable aux gaz et fermé d'un côté. Des deux côtés, la surface est munie d'électrodes constituées d'une fine couche de platine perméable aux gaz. Une couche de céramique adhérente extra poreuse, est superposée à la couche de platine externe (côté gaz d'échappement). Cette couche protectrice empêche la corrosion et l'érosion de la couche de platine externe par les résidus de combustion contenus dans les gaz d'échappement. Un tube en métal, comportant des ouvertures, protège le corps de céramique contre les sollicitations mécaniques et les chocs thermiques.

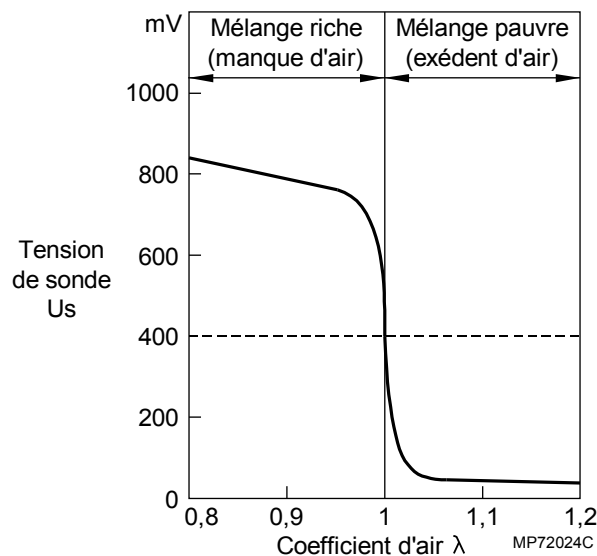
#### b - Fonctionnement

Les gaz d'échappement contiennent toujours de l'oxygène résiduel dont le taux dépend en grande partie du rapport air/essence du mélange. Même avec un mélange riche, les gaz d'échappement contiennent encore de l'oxygène résiduel, par exemple 0,2 à 0,3% en volume d'oxygène pour  $\lambda = 0,95$ .

La sonde à oxygène sensible à la concentration d'oxygène dans les gaz d'échappement permet de renseigner le calculateur sur le rapport air/essence, donc sa richesse.

L'électrode externe est en contact avec les gaz d'échappement, car la sonde plonge dans leur courant ; l'électrode interne est en contact avec l'air ambiant, celui-ci pénétrant dans la sonde par l'âme des fils électriques.

Le mode de fonctionnement de la sonde repose sur le fait que la céramique utilisée conduit les ions d'oxygène à des températures minimales de 300°C environ. Si la teneur en oxygène est différente des deux côtés de la sonde, il se produit une différence de potentiel entre les deux électrodes, qui constitue le signal électrique. Cette tension permet de déterminer la différence de concentration d'oxygène des deux côtés de la sonde ; ainsi, pour un mélange riche ( $\lambda < 1$ ) la tension fournie est de l'ordre de 800 à 1000 mV, alors que pour un mélange pauvre ( $\lambda > 1$ ), elle est seulement de 100 mV. Le passage de la plage riche à la plage pauvre se situe entre 450 et 500 mV.



Courbe caractéristique de la tension de la sonde Lambda en fonction du coefficient d'air à une température de fonctionnement de 600 °C.

**Remarque :** L'électrode externe, étant en platine, exerce un effet catalytique sur les gaz d'échappement. Cette catalyse agit sur la caractéristique de la sonde ; c'est elle qui induit les passages brusques de la tension dans le domaine riche ou le domaine pauvre, à partir de la zone d'équilibre stoechiométrique  $\lambda = 1$ . Une fois l'oxygène nécessaire à la réaction catalytique avec le CO, les HC et l'hydrogène contenus dans les gaz d'échappement consommé, le taux d'oxygène restant mesuré par la sonde est bien représentatif de la richesse du mélange fourni au moteur.

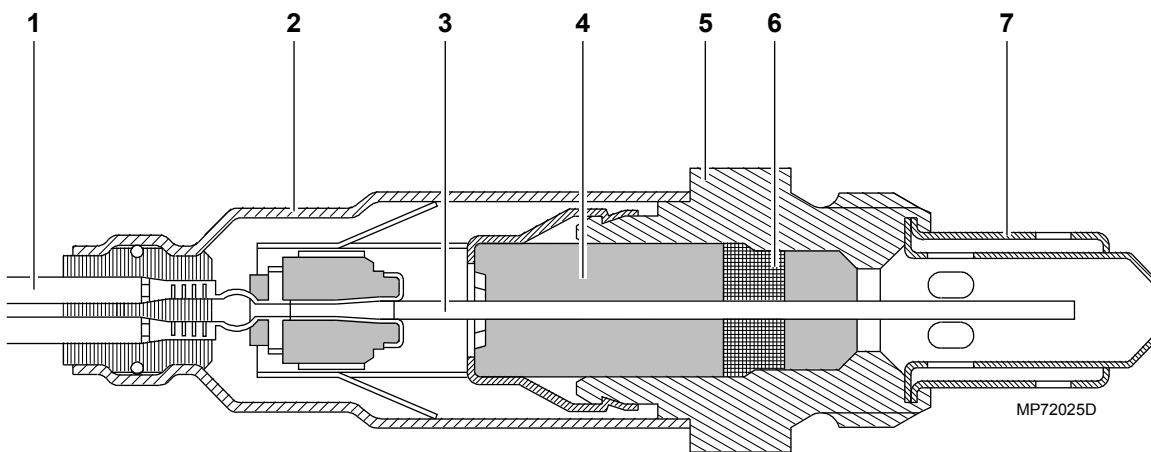
**Particularité : Chauffage de la sonde**

Une résistance chauffante autorégulée (CTP) est intégrée à la sonde ; elle maintient en permanence une température supérieure au seuil de fonctionnement ( $350^{\circ}\text{C}$ ) indépendamment de la température des gaz d'échappement. La température est très importante, car elle influence la conductibilité des ions d'oxygène, et le temps de réponse de la sonde.

(temps de réponse  $\approx 1\text{s}$  pour  $T^{\circ} < 300^{\circ}\text{C}$  ; temps de réponse  $< 50\text{ ms}$  pour  $T^{\circ} = 600^{\circ}\text{C}$ )

**Avantages de la sonde chauffée :**

- régulation efficace aux basses températures des gaz d'échappement,
- sensibilité moins marquée aux variations de température des gaz,
- réduction du temps d'intervention de la régulation lambda après le démarrage,
- amélioration de la dynamique de la sonde  $\rightarrow$  faibles valeurs d'émission,
- risque d'encrassement moindre  $\rightarrow$  longévité accrue,
- plus de liberté pour le lieu d'implantation de la sonde.

**4 - Description d'une sonde LSF**

- 1 - Câble de connexion
- 2 - Enveloppe protectrice
- 3 - Élément détecteur planaire
- 4 - Tube-support en céramique
- 5 - Culot
- 6 - Garniture d'étanchéité en céramique
- 7 - Tube de protection



Cette sonde est dite planaire ; son mode de fonctionnement est identique à celui d'une sonde en forme de doigt LSH.

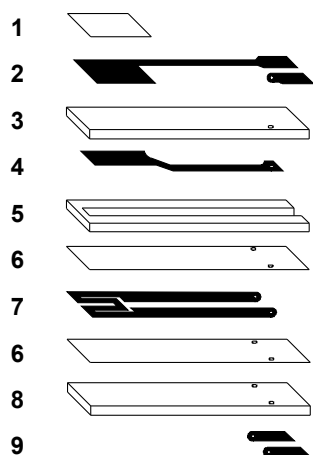
Sa technologie est par contre fort différente. En effet, des feuilles céramique constituent l'électrolyte solide. Chacune des couches fonctionnelle (électrodes, couches protectrices, ....) est réalisée par sérigraphie. La superposition par laminage des différentes feuilles sérigraphiées facilite l'intégration d'un réchauffeur dans l'élément de détection.

**Avantages principaux :**

- Courte durée d'intervention de la régulation lambda.
- Réactions rapides aux variations de richesse du mélange.
- Longévité accrue ( $\geq 160\,000$  Km)
- Très résistante aux températures élevées ( $1000^{\circ}\text{C}$ )

**Technologie****Sonde lambda planaire LSF  
(couches fonctionnelles)**

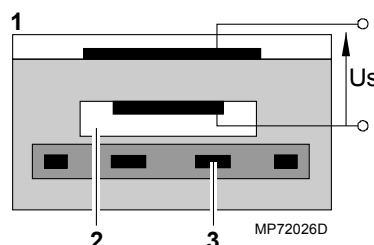
- 1 - Couche protectrice poreuse
- 2 - Electrodes externe
- 3 - Feuille détectrice
- 4 - Electrode interne
- 5 - Feuille à canal d'air de référence
- 6 - Couche isolante
- 7 - Réchauffeur
- 8 - Feuille chauffante
- 9 - Contacts de connexion



Caractéristiques :

**Sonde lambda planaire LSF  
(stratification)**

- 1 - Gaz d'échappement
  - 2 - Canal d'air de référence
  - 3 - Réchauffeur
- Us tension de sonde



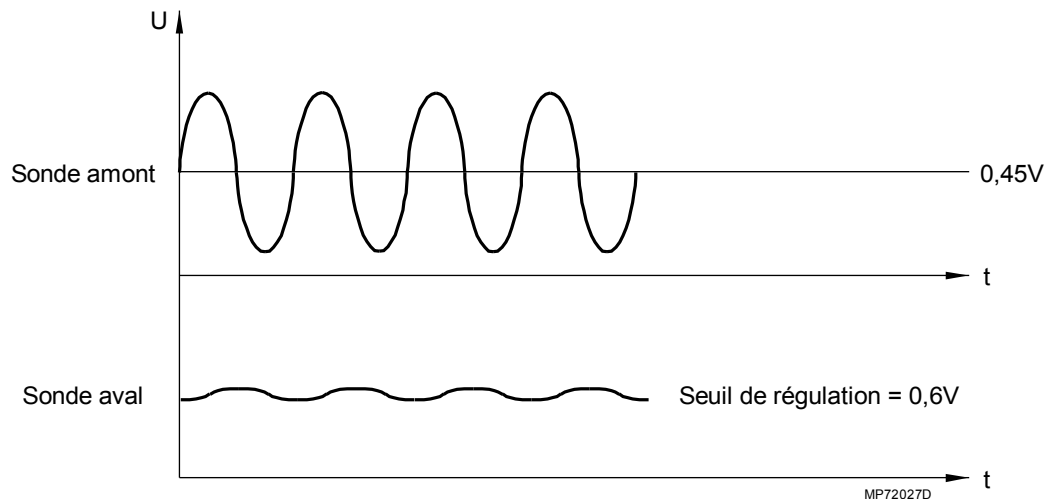
	A L'ÉTAT NEUF		A L'ÉTAT USAGE	
	de	à	de	à
Température des gaz d'échappement °C	350	850	350	850
Tension de sonde (mV) pour $\lambda = 0,97$ (CO = 1%)	800 ± 35	690 ± 55	800 ± 40	690 ± 60
Tension de sonde (mV) pour $\lambda = 1,10$	50 ± 30	50 ± 30	50 ± 40	50 ± 40
Résistance interne (kΩ)	≤ 0,5	≤ 0,25	≤ 1,0	≤ 0,5
Temps de réponse (ms) riche-pauvre 600mv....300mV	< 125	< 125	< 125	< 125
Temps de réponse (ms) pauvre-riche 300mv....600mV	< 60	< 60	< 60	< 60
Courant du réchauffeur (A)	0,48 ± 0,10	0,40 ± 0,07	0,48 ± 0,10	0,40 ± 0,07
Résistance du réchauffeur à 20°C (Ω)	9			
Puissance nominale réchauffeur (W)	71 pour T° = 350°C et vitesse flux $\simeq$ 0,7 m/s des gaz d'échappement			

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

## D - SONDE A OXYGENE AVAL

La sonde à oxygène aval est destinée à informer le calculateur sur l'état de fonctionnement du catalyseur.

Son signal est représentatif du travail du catalyseur. Elle est de conception identique à la sonde amont.



Le signal de la sonde aval est légèrement décalé par rapport à celui de la sonde amont, puisque les gaz d'échappement doivent traverser le catalyseur avant de parvenir à la hauteur de la sonde aval. Par ailleurs, dans un catalyseur neuf, les réactions chimiques sont théoriquement complètes. L'oxygène étant entièrement utilisé dans le cadre des recombinaisons chimiques, la sonde aval ne peut pas réagir. Inversement, si nous raisonnons dans l'absurde, que le catalyseur est totalement inefficace ou inexistant, la sonde aval délivrera logiquement le même signal que celui de la sonde amont, au décalage temporel près. En réalité, le signal présente quand même une légère ondulation malgré un catalyseur en bon état, puis se détériore dans le temps, en suivant les baisses de performances du catalyseur.

Le signal de la sonde aval a pour but, une fois traité et interprété, de modifier l'action du régulateur électronique de richesse.

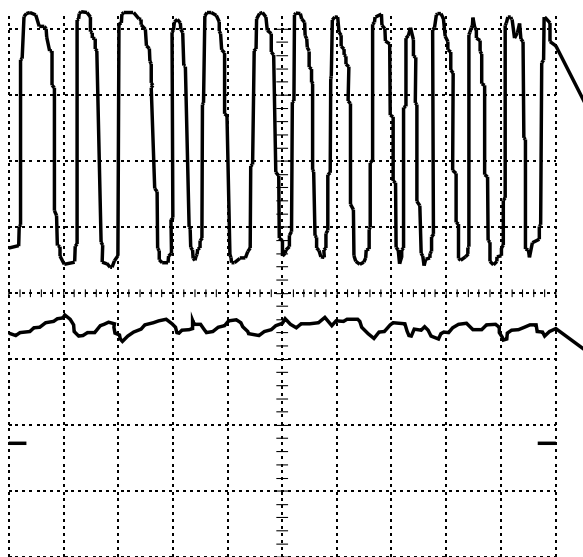
**Signaux des deux sondes relevés en réel**

Régime moteur : 2000 tr/mn

Sonde amont -----&gt;

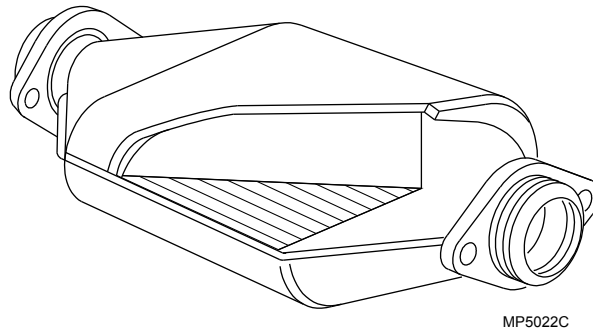
Sonde aval -----&gt;

(La tension varie autour de 0,6 - 0,7V)



MP72136D

### Le pot catalytique



Appelé "trifonctionnel" ou "3 voies", il permet de réduire 3 polluants par catalyse :

- CO : monoxyde de carbone
- HC : hydrocarbures
- NOx : oxydes d'azote

La catalyse étant un phénomène qui, par l'intermédiaire d'un catalyseur, favorise des réactions chimiques sans participation ou combustion de ce dernier.

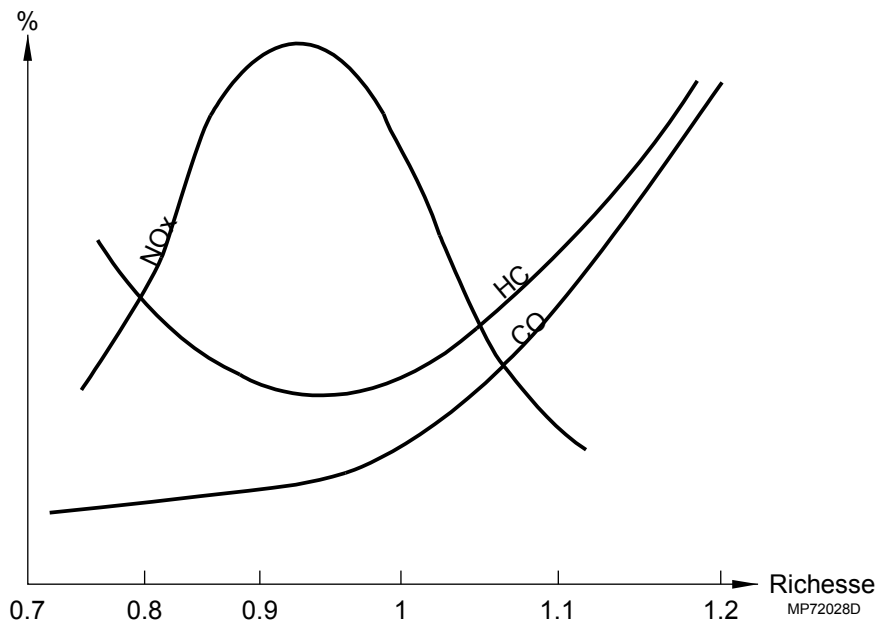
Il est constitué d'une enveloppe en acier inoxydable, d'un isolant thermique et d'un monolithe céramique en nid d'abeille imprégné de métaux précieux tels que le platine et le rhodium.

Pour assurer une réaction efficace, la température du catalyseur doit être comprise entre 600 et 800 °C ; supérieure à 1000 °C, elle peut entraîner sa destruction.

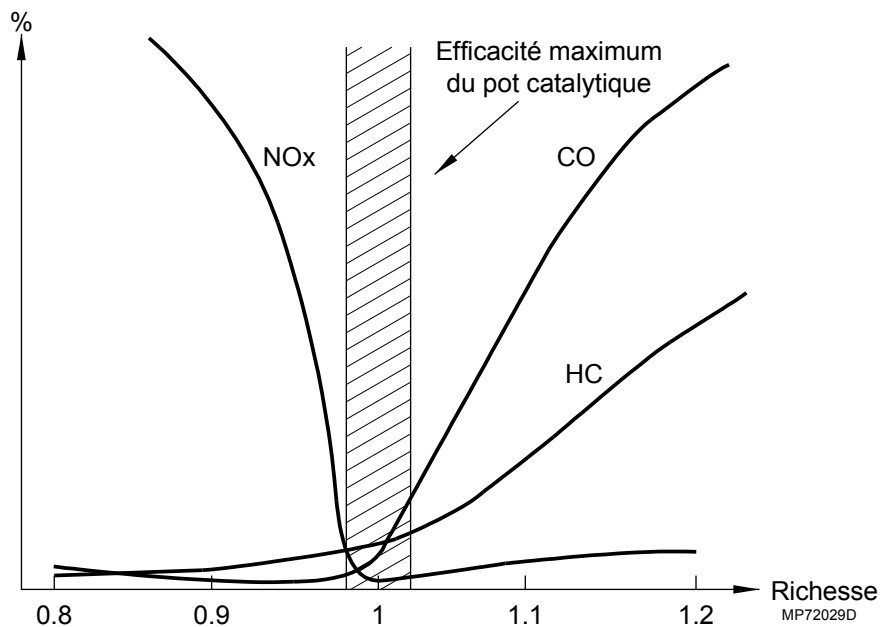
Cette température est déterminée par la richesse du mélange et l'avance à l'allumage, d'où la nécessité d'une régulation très précise de la richesse par une sonde à oxygène, ainsi que du point d'avance.

*Nota : Il est nécessaire d'utiliser du carburant sans plomb pour éviter la dégradation du catalyseur et de la sonde à oxygène.*

**Remarque :** Sur cette application, on dispose de deux catalyseurs identiques, un par rangée de cylindres. En aval, la ligne d'échappement devient unique.

**Action du pot catalytique "Trifonctionnel"**

Emission des polluants en fonction de la richesse du mélange AIR/ESSENCE



Emission des polluants en fonction de la richesse du mélange après catalyse.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

## E - TRAITEMENT PAR LE CALCULATEUR

L'analyse du signal pour déterminer l'état de richesse du mélange air – essence sera traitée dans le chapitre consacré à la régulation de richesse.

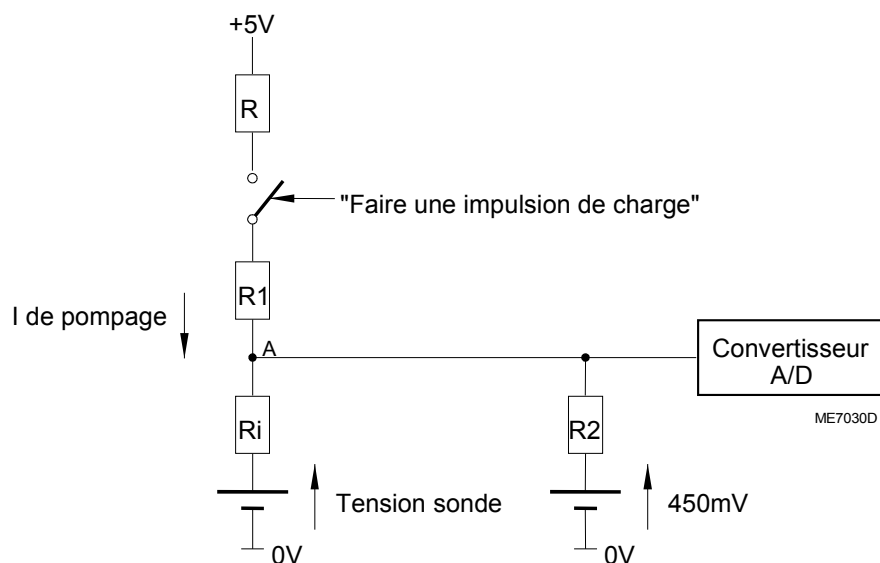
Nous n'aborderons ici qu'une particularité : la mesure de la résistance interne  $R_i$  de la sonde.

### 1 - Justification

L'élément sensible de la sonde est un générateur de tension possédant une résistance interne  $R_i$ . Le fonctionnement d'une telle sonde repose sur le fait qu'à haute température la céramique devient conductrice ; si il y a une différence de concentration d'oxygène entre les gaz brûlés et l'air, les ions d'oxygène se déplacent pour créer un équilibre. C'est ainsi qu'est créé un champ électrique et par suite une tension.

On en déduit que si l'on est capable de calculer  $R_i$ , on peut aussi juger de l'état du chauffage de la sonde. En effet, si ce dernier est défaillant, la céramique active sera nettement moins conductrice, sa résistance  $R_i$  augmentant sensiblement.

### 2 - Principe de mesure



La mesure de la résistance interne  $R_i$  de la sonde repose sur la différence entre la tension sonde normale, et la tension sonde lorsque celle-ci est "chargée". La charge consiste à la génération d'un "courant de pompage" de 0,5 mA pendant 10 ms. En charge, le potentiel au point A sera plus important :

$$U_A = U_{\text{sonde}} + U_{R_i}$$

Le déroulement est le suivant :

- la cadence de la charge consiste en une génération d'impulsions de commande d'une durée de 10 ms toutes les 2 secondes,

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

- le courant de pompage est vraiment appliqué si :
  - la sonde est considérée chaude (son chauffage est actif et sa température a dépassé le "point de rosée") et,
  - la tension sonde est supérieure à 490 mV dans le domaine riche ou comprise entre 60 et 410 mV dans le domaine pauvre et,
  - la différence de tension sonde en 10 ms est inférieure à 25 mV  
 $\Rightarrow$  l'interrupteur "Faire une impulsion de charge" est activé ; par ailleurs, la tension sonde normale utilisable pour la régulation de richesse et le diagnostic est maintenue à disposition pendant 60 ms. On est sûr, ainsi, que l'on ne va pas réguler à partir de la tension sonde chargée.
- la tension sonde convertie en numérique est lue toutes les 1 ms et stockée en RAM. Dès que la demande de charge est générée, un flag qui est déclenché pour une durée de 3 ms permet au calculateur de stocker en RAM la valeur de tension sonde normale. Ensuite, dans le délai restant de 7 ms, le calculateur stocke dans une autre cellule RAM la valeur de tension sonde chargée,
- la formule de calcul de Ri est la suivante :

$$Ri' = \frac{U_{\text{sonde chargée}} - U_{\text{sonde non chargée}}}{5 \text{ V} - U_{\text{sonde chargée}}} * R1$$

$$Ri = \frac{Ri' * R2}{R2 - Ri'}$$

Ri est ensuite limitée à 100 k $\Omega$  maxi puis filtrée selon la forme suivante  
 Ri filt nouvelle = Ri filt ancienne + K(Ri nouvelle – Ri filt ancienne).

**Remarque :** Le calcul de Ri est annulé si, lorsque l'on relève la tension sonde chargée, on détecte un saut de la sonde de riche à pauvre, ou l'inverse.

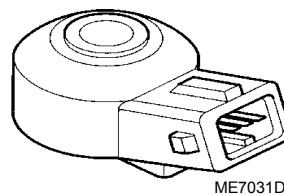


## IX - CAPTEURS DE CLIQUETIS

### A - ROLE

Le tendance des motoristes est actuellement d'accroître le rapport volumétrique pour réduire la consommation et accroître le couple moteur. L'augmentation de ce rapport risque toutefois de provoquer une combustion détonante du mélange air/carburant et le cliquetis du moteur.

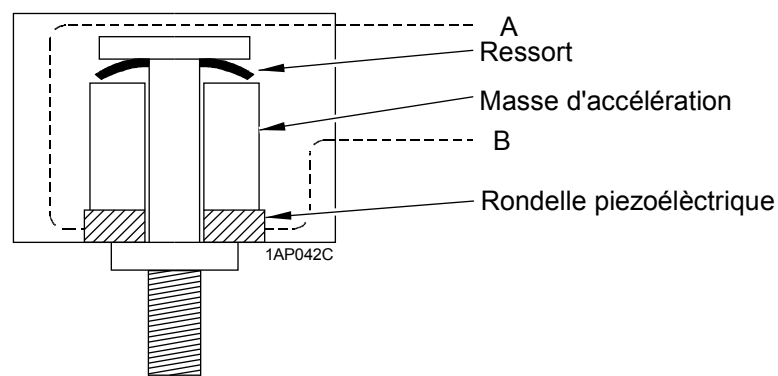
L'emploi de tels capteurs permet une détection du phénomène et grâce au traitement électronique de l'avance à l'allumage, une correction rapide et efficace.



### B - CARACTERISTIQUES

Les capteurs permettent la détection du cliquetis. Ils sont du type piézo-électrique. Ils sont implantés sur le bloc moteur, au niveau du V<sub>e</sub>, un par rangée de cylindres pour une plus grande sensibilité aux bruits moteur.

### C - FONCTIONNEMENT

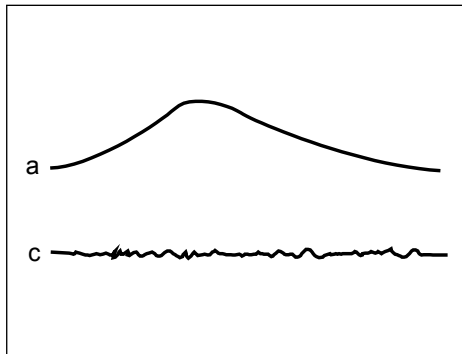


Le capteur comporte essentiellement une masse d'accélération plaquée contre une rondelle en céramique piézo-électrique. Les contraintes mécaniques communiquées par la masse sous l'effet des vibrations créent une tension variable aux bornes de la rondelle (A) et (B).

Il s'agit donc du principe même de la piézoélectricité :

regroupement des charges électriques sous l'effet de contraintes mécaniques imprimées à la céramique → circulation de courant analysé et converti en tension dans le calculateur.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE



1AP043C

**Sans cliquetis :**

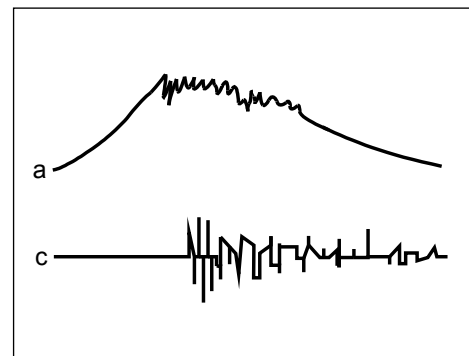
La courbe (a) est le reflet de l'évolution de la pression.

Le capteur de cliquetis émet un signal correspondant à la courbe (c).

**Avec cliquetis :**

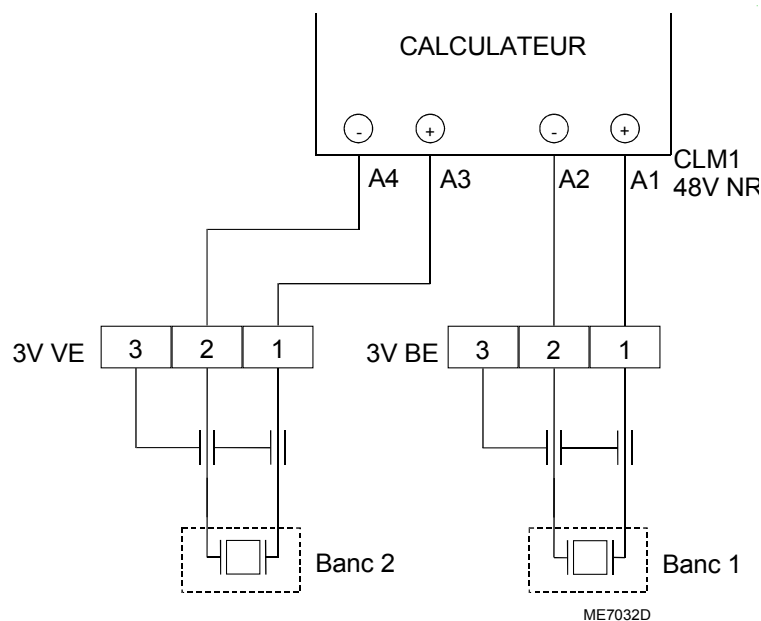
On peut voir que la pression est plus importante.

Le signal du capteur est plus élevé en intensité et en fréquence.



SL017C

**Précaution de montage :** Serrage vis de fixation à  $20 \pm 5$  mN

**D - BRANCHEMENT**

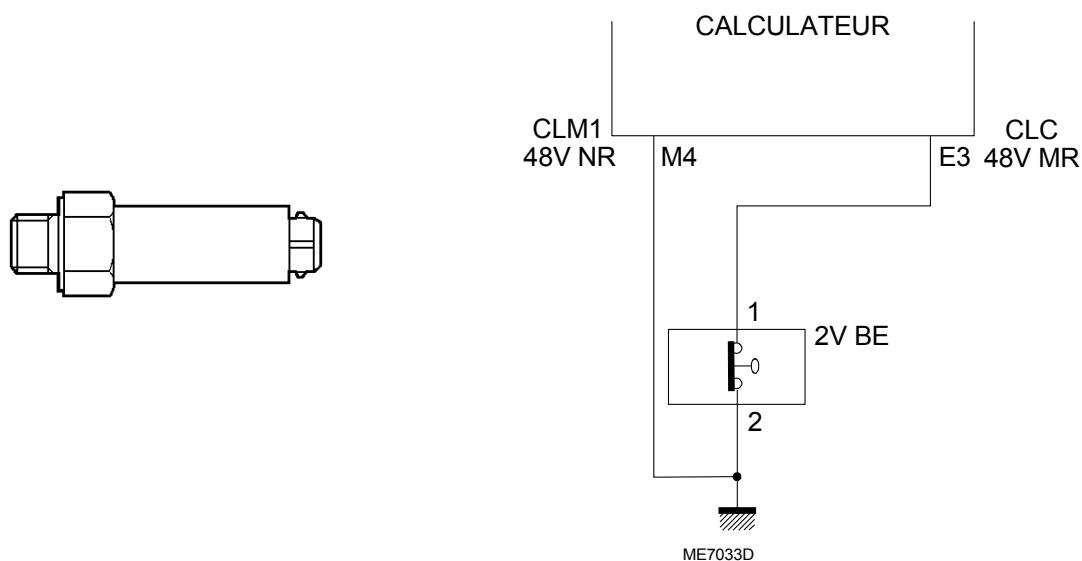
*Nota : Le traitement du signal est assuré par un ASIC ; le traitement et la détection du cliquetis ou non est à considérer comme un tout qui sera traité dans le sous chapitre allumage consacré entièrement au cliquetis.*

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

**X - MANO-CONTACT DE DIRECTION ASSISTEE**

Il informe le calculateur de la mise en butée de la direction assistée, par l'intermédiaire d'un signal électrique logique 0 ou 1. Pression d'ouverture du mano contact → 35 bar (hystérésis 10 b). Cette information permet de prendre en compte le couple absorbé par la direction assistée.

**Implantation :** Raccord hydraulique 4 voies de dirass, sous le véhicule.

**Interprétation**

La disparition de la masse est une vitesse véhicule très basse (5km/h) entraînent la mise à 1 de la condition "Dirass en butée".

Au delà d'une certaine température d'eau (- 48°C) le signal "Dirass en butée" n'est plus pris en compte (huile trop fluide).

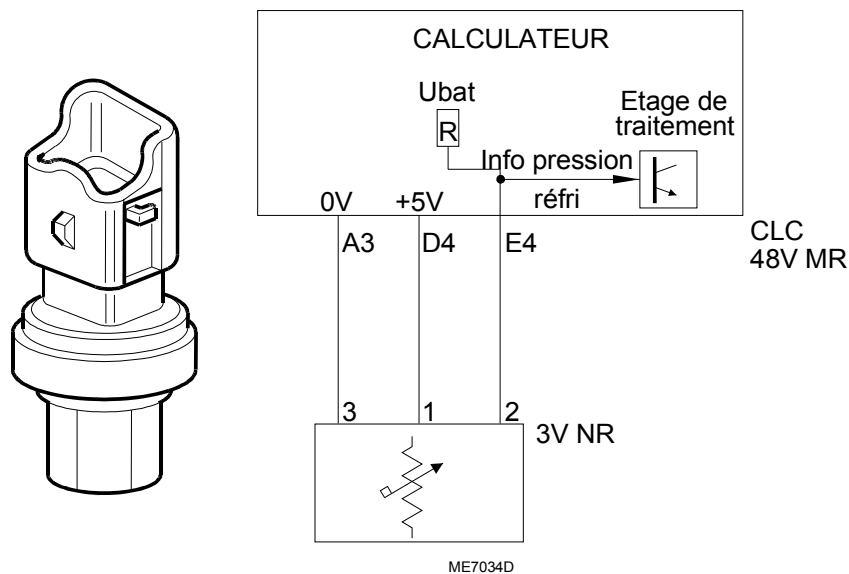
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

**XI - CAPTEUR DE PRESSION FLUIDE FRIGORIGENE****A - ROLE**

Implanté sur le réservoir déshydrateur, il transmet au calculateur une tension proportionnelle à la pression du fluide frigorigène.

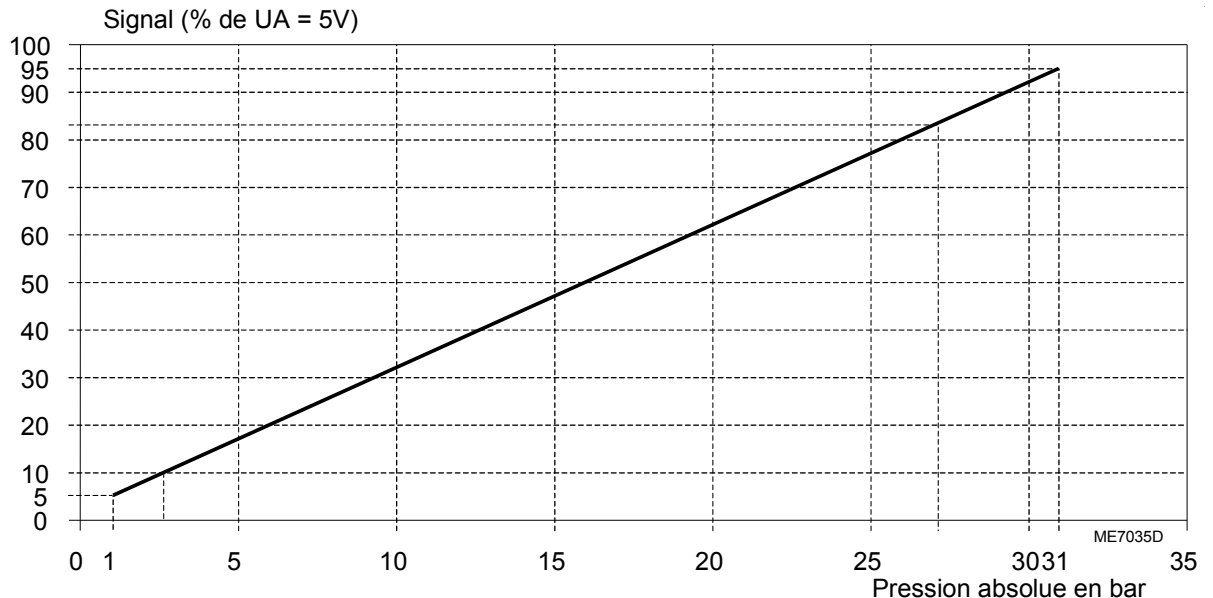
Cette information permet au calculateur :

- de gérer la vitesse de rotation du groupe moto ventilateur → Forçage grande vitesse pour améliorer le refroidissement du fluide frigorigène dans le condensateur, et entraîner ainsi une baisse de sa pression,
- de gérer l'autorisation d'enclenchement du compresseur de réfrigération (sécurité pression trop basse/trop haute),
- de calculer très précisément le couple absorbé par le compresseur de réfrigération en fonctionnement (compresseur à cylindrée variable → pression réfri =  $f(\text{cylindrée})$ ).

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

## B - FONCTIONNEMENT

C'est un capteur de pression absolue de type capacitif, sa capacité varie avec la pression. Il est monté sur le circuit de réfrigération, en amont de l'évaporateur, et mesure la pression du fluide frigorigène. Alimenté sous cinq volts, il délivre en retour une tension proportionnelle à la pression mesurée.



Fonction de transfert :

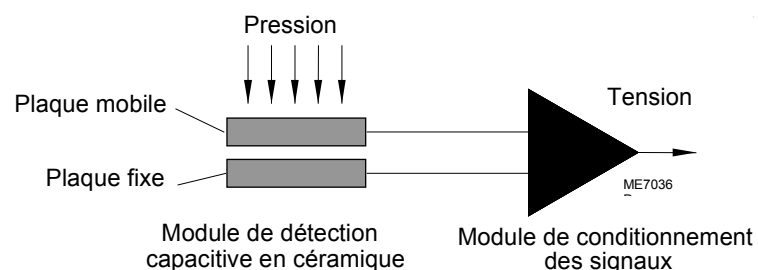
Signal en % de UA (5V) =  $2 + 0,03 \cdot P(\text{Kpa})$

**Exemple :** 5 bar = 500 Kpa  $\Rightarrow 500 \times 0,03 + 2 = 17\%$  de 5V.

Technologie du capteur de pression

### a - Principe

C'est un capteur à détection capacitive ; il mesure le changement de capacité entre deux électrodes. Comme dans un condensateur, la distance de séparation entre électrodes influe sur la valeur de la capacité. En réponse à la pression appliquée, la valeur de séparation varie, entraînant par voie de conséquence une variation de la capacité.

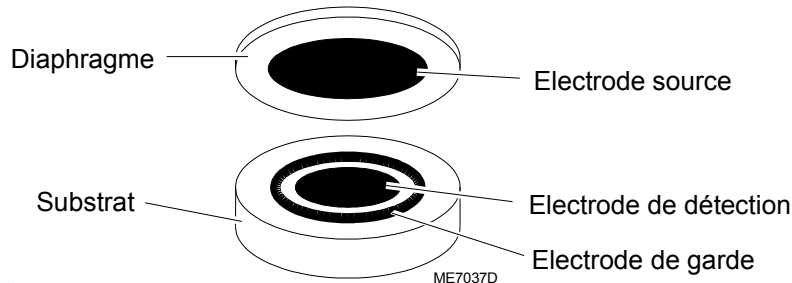


Le capteur comprend un module de détection capacitive en céramique et un module de conditionnement des signaux. Celui-ci convertit la variation de capacité en une variation de tension de sortie.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

### b - Module de détection en céramique

Le module de détection qui est l'élément sensible du capteur, doit convertir de manière précise et fiable une pression d'entrée en une capacité de sortie.



Le module de détection comprend un disque circulaire fin appelé diaphragme qui s'incurve sous l'effet de la pression, et un disque plus épais non flexible appelé substrat. Le substrat et le diaphragme sont métallisés afin de devenir des électrodes comme dans un condensateur, et sont liés ensemble de manière rigide sur la périphérie en laissant un espace précisément contrôlé entre les deux plaques électrodes.

La valeur capacitive d'un condensateur en plaques parallèles est donnée par la formule suivante :

$$C = K \cdot \frac{S}{d}$$

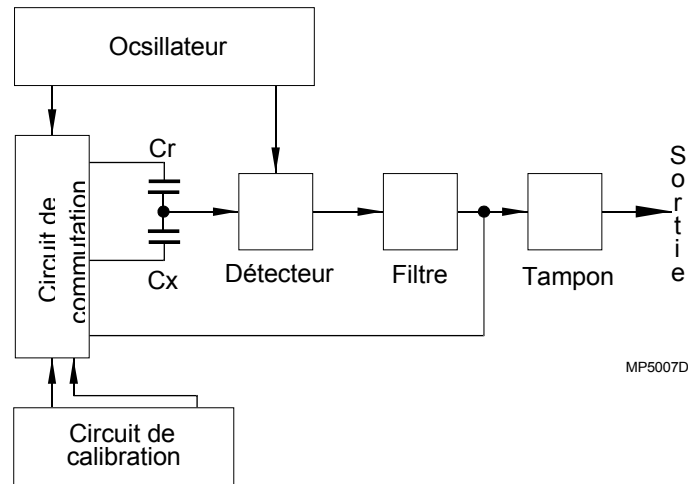
avec : C : capacité en pF ( $10^{-12}$  F)  
 K : constante diélectrique en pF/cm (permittivité)  
 d : espacement entre les deux électrodes en cm  
 S : surface des électrodes en  $\text{cm}^2$

Sous la pression, le diaphragme s'incurve et modifie ainsi l'espacement des électrodes. Cette réduction de l'espacement entraîne une augmentation de la capacité comme on peut le voir dans l'équation.

Le diaphragme et le substrat sont en céramique d'alumine, matière permettant au diaphragme de posséder un comportement élastique parfait lors de la flexion. Les électrodes sont en argent. Le diélectrique est un film de verre.

**c - Conditionneur de signal électronique**

Sa fonction première est de convertir avec précision la sortie capacitive du module de détection en un signal de tension de sortie. Il doit également compenser les variations de température et affiner le signal.



Le conditionneur comprend principalement un oscillateur, un détecteur de charge, un circuit de commutation et une boucle de contre-réaction.

L'oscillateur contrôle et synchronise le fonctionnement des circuits détecteur et de commutation.

Le circuit de commutation établit le circuit électrique.

La boucle de contre-réaction assure la précision de mesure même pour des températures extrêmes en réduisant les dérives internes des composants électroniques.

Le détecteur analyse la variation de capacité des deux condensateurs (condensateur de référence  $C_r$  et condensateur de mesure de pression  $C_x$ ).

La tension de sortie peut s'exprimer ainsi :

$$V_s = \frac{V_{cc}}{100} (K_2 P_{\text{réfri}} + K_1) = \frac{V_{cc}}{100} (0,03 P_{\text{réfri}} + 2)$$

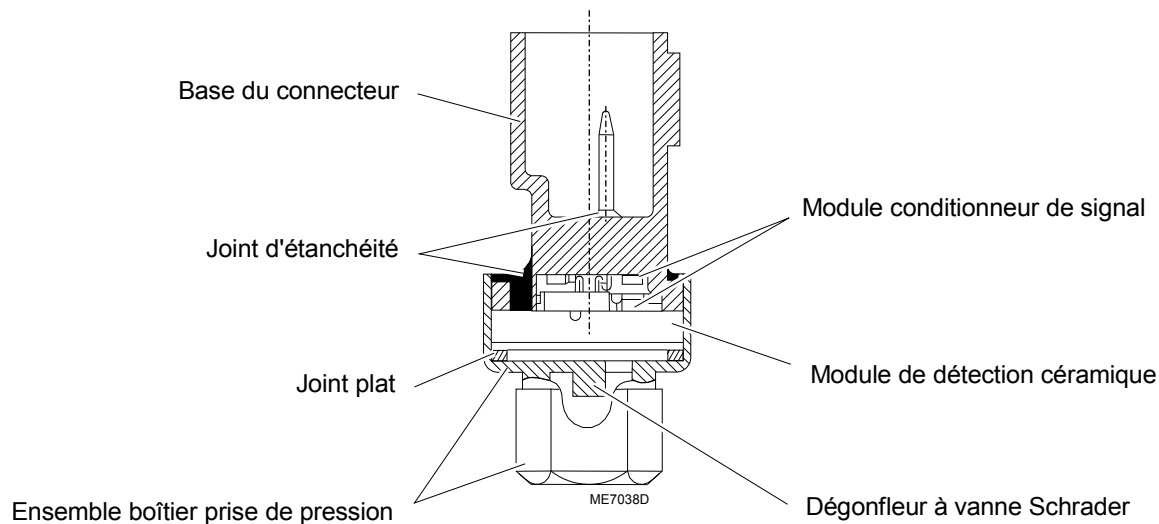
avec  $P_{\text{réfri}}$  : image du rapport Cr/Cx

$K_1$  : offset

$K_2$  : pente en  $\text{KPa}^{-1}$

*Nota : 1 bar =  $10^5$  Pascal = 1 00 000 Pascal*

*1 mbar = 0,001 bar = 1 000 Pascal = 0,1 Kpascal*



## C - TRAITEMENT PAR LE CALCULATEUR

La tension provenant du capteur est convertie en numérique puis filtrée. Le filtrage est de la forme :

$$U_{\text{réfri}} \text{ filt}_{(t)} = U_{\text{réfri}} \text{ filt}_{(t-100)} + K (U_{\text{réfri}}(t) - U_{\text{réfri}} \text{ filt}_{(t-100)}).$$

Pour trouver la pression du fluide réfrigérant, on utilise la caractéristique du capteur à l'aide d'une formule de la forme.

$P_{\text{réfri}} = a x + b$  avec :

$x = U_{\text{réfri}} \text{ filt}$  à l'instant  $t$  en volts,

$a$  = gain ou perte caractéristique du capteur (6666,67 hPa/V),

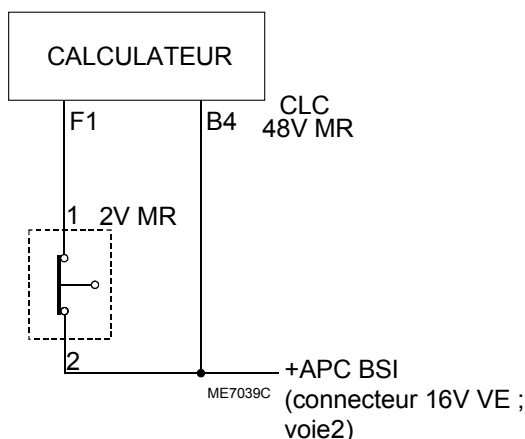
$b$  = offset caractéristique du capteur (- 666,67 hPa).



## XII - CONTACTEUR D'EMBRAYAGE

Il permet :

- d'améliorer l'agrément de conduire en phase transitoire accélération, et dans le cadre de la régulation du ralenti,
- d'annuler la fonction régulation de vitesse.



L'ouverture du contact est prise en compte après une temporisation de 0,04 s

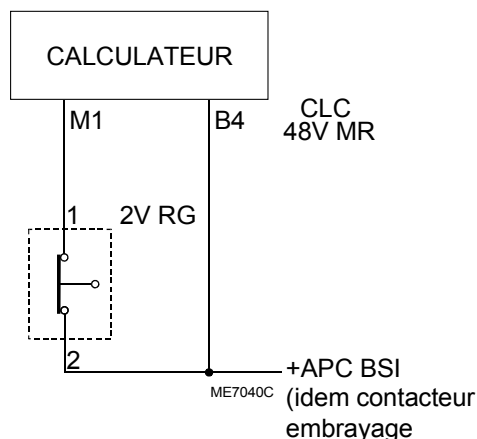
## XIII - CONTACTEUR ET INFORMATION FREIN

- Un contact de frein qui s'ouvre lorsqu'il est actionné par la pédale de frein.
- Une information "Contact de feux stop" circulant sur le réseau CAN qui sert de signal redondant.

Ces deux informations sont prises en compte après une temporisation de 0,04s.

Un seul des ces deux signaux actif valide l'information "freinage" ; par contre les deux signaux doivent annoncer en même temps une action de freinage ou non, dans le cadre du diagnostic.

L'information "freinage" est utilisée pour annuler la fonction régulation de vitesse.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## XIV - ENTREE DIAGNOSTIC GMV

Il s'agit d'un signal logique en provenance du faisceau électrique du GMV, plus particulièrement, d'une dérivation en amont du motoventilateur. Le calculateur contrôle, lors d'une commande du GMV, que le signal passe bien à l'état haut (6V).

## XV - INFORMATIONS EN PROVENANCE DU BUS CAN

### A - VITESSE VEHICULE

#### 1 - Rôle

Cette information est émise sur le bus CAN par le calculateur d'ABS/ASR. Si celui-ci est dans l'incapacité de fournir cette information, alors le calculateur de BVA se charge de l'émettre.

La vitesse véhicule est utilisée pour :

- savoir si le véhicule est roulant ou non (fonctions de diagnostic, régulation ralenti),
- déterminer le rapport de boîte de vitesses mécanique (agrément de conduite),
- assurer les fonctions "Régulation de vitesse véhicule" et "limitation de vitesse".

#### 2 - Calcul de la vitesse

Le paramètre CAN "vitesse véhicule" est converti en nombre décimal d'incrément, puis en valeur physique en km/h grâce à la formule de résolution.

Si la vitesse véhicule n'est émise ni par le calculateur d'ABS/ASR, ni par celui de BVA, alors on déclare  $V_{véh} = 0$ .

Si  $V_{véh} \text{ calculée} < 2 \text{ km/h} \rightarrow$  on déclare que le véhicule est à l'arrêt.

Si  $V_{véh} \text{ calculée} \geq 5 \text{ km/h} \rightarrow$  on déclare que le seuil de vitesse minimale est atteint.

#### 3 - Calcul de l'accélération longitudinale véhicule

- Le paramètre CAN "Accél longitudinale" en provenance de l'ABS/ASR est converti en nombre décimal d'incrément, puis en valeur physique en  $\text{m/s}^2$  grâce à la formule de résolution.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

#### 4 - Diagnostic

Le calculateur déclare qu'il y a un défaut sur l'information vitesse véhicule si la valeur reçue sur le CAN est invalide ou,  
si l'ABS est en panne et le véhicule ne dispose pas de BVA ou,  
si l'ABS et malheureusement la BVA aussi sont tous les deux en panne.

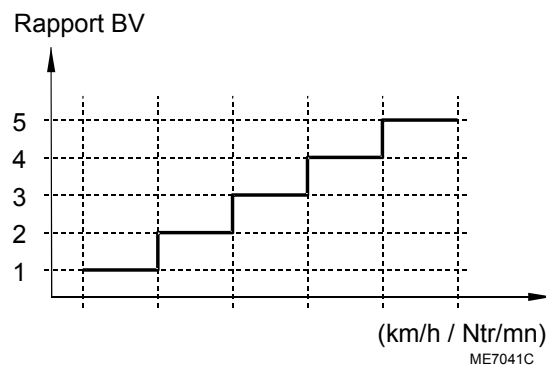
#### 5 - Détermination du rapport de boîte engagé

**BVM :** Le calculateur détermine un rapport de transmission puis le filtre :

$$\text{Rapport de transmission} = \frac{V_{véh} \text{ h CAN}}{\text{régime moteur filtré}}$$

Les filtrages du régime moteur et du rapport de transmission sont tous les deux de la forme suivante : Valeur filtrée instantanée = valeur filtrée précédente + K (valeur brute instantanée – valeur filtrée précédente).

Le rapport engagé est alors déterminé grâce à une table.

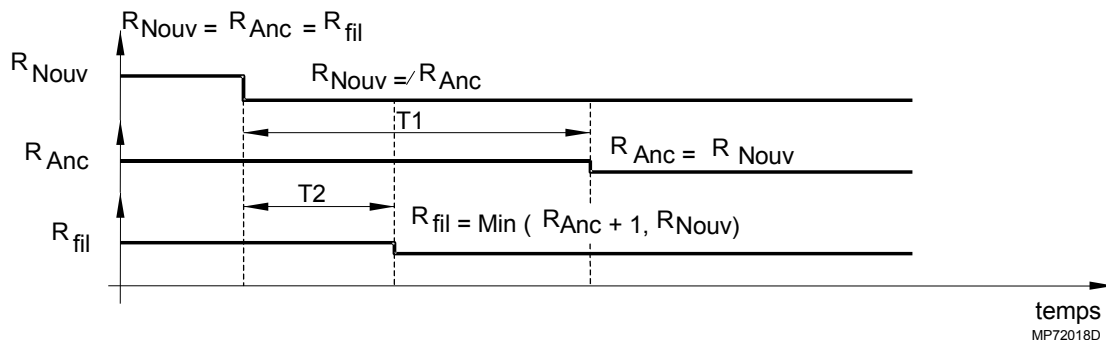


**BVA :** Le rapport est fourni au calculateur ME7.4 par le calculateur de BVA directement par le réseau CAN. Lors d'un changement de rapport, action signalée elle aussi par le calculateur de BVA sur le CAN, l'ECM utilise l'ancien rapport consigné en RAM ; il utilise le nouveau rapport qui lui est communiqué, seulement lorsqu'il est prévenu que l'opération de changement de rapport est achevée.

## 6 - Filtrage du rapport de boîte engagé

Le filtrage est assuré à l'aide de deux temporisations :

- T2 permet d'ignorer les instabilités aux changements de rapport,
- T1 permet de laisser un certain temps s'écouler entre deux changements de rapports trop rapprochés afin d'améliorer l'agrément de conduite.



$R_{nouv}$  = nouveau rapport ;  $R_{anc}$  = Ancien rapport ;  $R_{fil}$  = Rapport filtré utilisable.

$T2 = 100 \text{ ms}$

$T1 = 1 \text{ s}$  mini au ralenti ; moins d'1s dans les autres cas de fonctionnement.

## B - TEMPERATURE D'HUILE MOTEUR

Elle est utilisée dans :

- la détermination de la consigne de ralenti,
- la détermination des couples de pertes et de la limitation,
- les conditions de pilotage de la distribution variable.

Elle est fournie à l'ECM ME7.4 sous forme d'un paramètre CAN par le BSI ; il suffit donc de convertir le paramètre en nombre décimal d'incréments, puis en valeur physique en km/h grâce à la formule de résolution.

La source de cette information est la jauge à l'huile électronique qui contient une CTN en plus de l'élément "sonde de niveau".

### C - TEMPERATURE D'HUILE CONVERTISSEUR BVA

Elle est utilisée dans :

- la détermination de la consigne de ralenti,
- le calcul du couple convertisseur.

Elle est fournie à l'ECM ME7.4 par le calculateur de BVA sous forme d'un octet CAN ; il suffit donc de le convertir en nombre décimal d'incrément, puis en valeur physique en km/h grâce à la formule de résolution.

### D - NIVEAU MINIMUM DE CARBURANT

Cette information est utilisée pour :

- détecter la disponibilité des sondes à oxygène "aval",
- diagnostiquer le système d'alimentation en carburant (EOBD),
- stopper la détection des ratés d'allumage.

Elle est fournie par le BSI sur le réseau CAN sous forme d'un bit à 0 ou 1 ; celui-ci n'est pris en compte qu'après une temporisation permettant de s'affranchir des variations de l'info "réservoir au mini ou vide" lors d'un déjaugage en virage par exemple.

### E - AUTRES INFORMATIONS FOURNIES PAR LE BSI SUR LE CAN

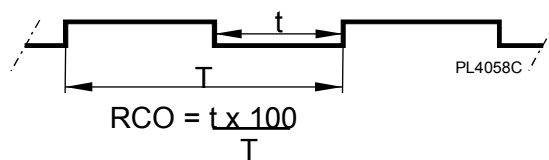
Les informations importantes parvenant sur le réseau CAN, en provenance du BSI sont les suivantes :

- la demande d'autorisation d'enclenchement du compresseur de réfrigération,
- les ordres de commandes pour la fonction "Régulation de vitesse véhicule" (Augmentation, diminution, annulation).

**Remarque :** Bien d'autres renseignements parviennent à l'ECM sur le réseau CAN, en provenance de divers calculateurs, ainsi que diverses consignes de couples.

## XVI - COUPLE CONSOMME PAR L'ALTERNATEUR

Ce signal n'est pas utilisé actuellement ; si le calculateur détecte sa présence, il en mesure la période et la durée de l'état bas, ce qui lui permet d'en calculer le RCO représentatif du couple consommé. Cette information sert à augmenter le régime de ralenti en cas de surcharge.



## XVII - INFORMATION + APC

En provenance du contacteur antivolt, cette information fondamentale sert à l'initialisation du calculateur, et à la commande du power latch.

## XVIII - INFORMATION TENSION BATTERIE

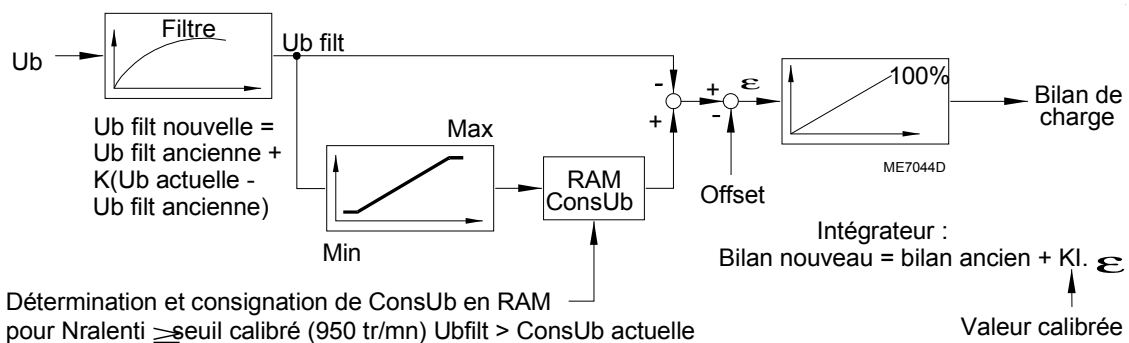
La tension batterie, mesurée par le calculateur, sert à la commande des injecteurs, à la consigne du temps de charge des bobines d'allumage, à la régulation du régime de ralenti, et à diverses fonctions de diagnostic.

### Calcul du déficit de charge de la batterie

Cette grandeur, utilisée notamment pour la régulation du ralenti, permet de déterminer si la puissance actuelle de l'alternateur est suffisamment élevée pour empêcher une décharge de la batterie.

La stratégie est la suivante : La tension batterie instantanée est filtrée et comparée à une consigne Cons Ub. A la différence [Cons Ub – Ub filt] est retranché un offset ( $\approx 0,5V$ ) pour tenir compte des tolérances.

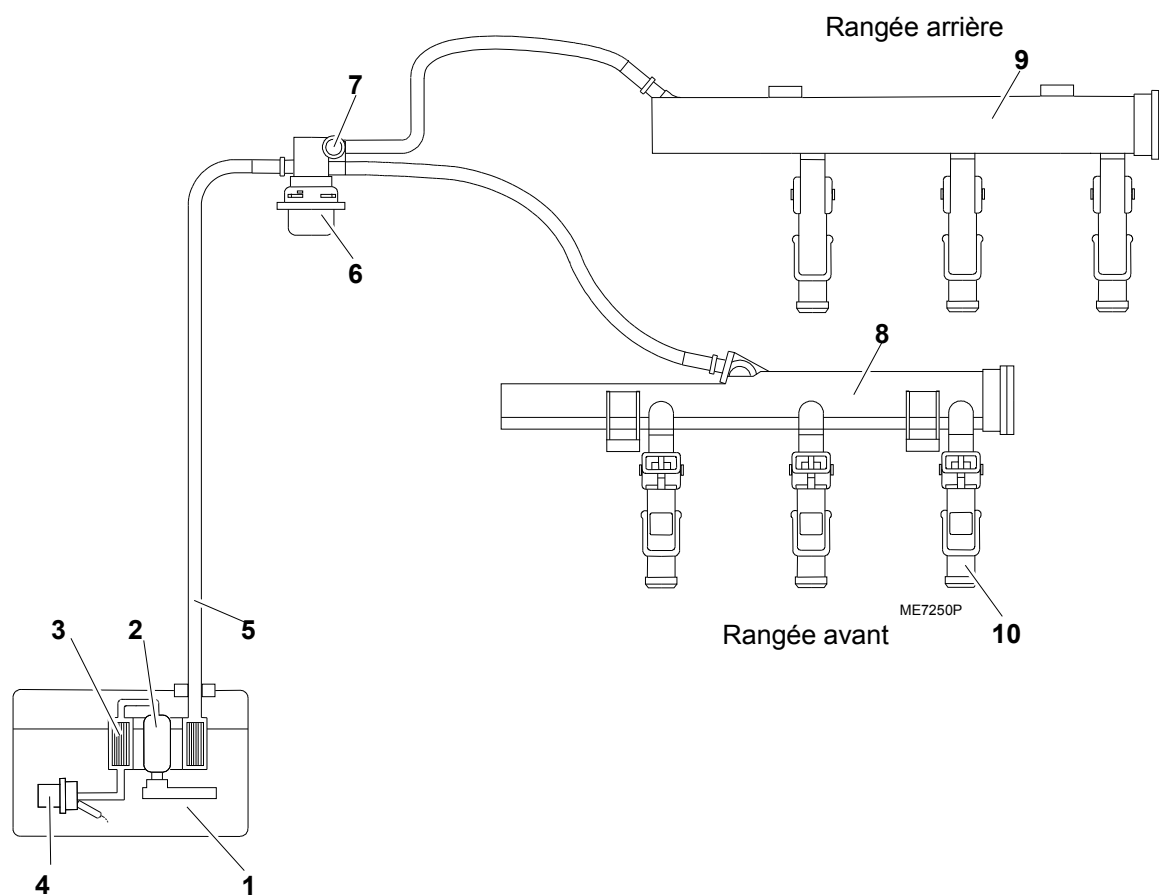
L'erreur  $\epsilon$  ainsi obtenue est intégrée sur le temps ; en sortie de l'intégrateur on obtient ce que l'on peut considérer comme étant le bilan de charge de la batterie. La valeur de consigne est la valeur instantanée de Ub filt lorsque le régime moteur instantané au ralenti garantit la puissance maximale de l'alternateur, ou quand Ub filt > Cons Ub. Cons Ub est limitée à une valeur mini et une valeur maxi, toutes deux calibrées.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## CIRCUIT DE CARBURANT

### I - PRESENTATION



- 1 – Réservoir d'essence
- 2 – Pompe à essence
- 3 – Filtre à essence
- 4 – Régulateur de pression d'essence
- 5 – Tube d'alimentation carburant
- 6 – Amortisseur de pulsations
- 7 – Valve SCHRADER pour contrôle pression carburant
- 8 – Rampe d'injection avant
- 9 – Rampe d'injecton arrière
- 10 – Injecteurs

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

L'essence du réservoir est aspirée par une pompe électrique immergée. Elle est refoulée vers les rampes d'injection via un filtre à élément papier.

La pression de l'essence est ainsi régulée à 3,5 bar constants ; l'excès d'essence retourne directement vers l'aspiration de la pompe, au niveau de la réserve statique du puits de jauge.

L'arrivée de l'essence dans le compartiment moteur comporte un amortisseur de pulsations à deux sorties, une par rampe d'injection.

### Particularités

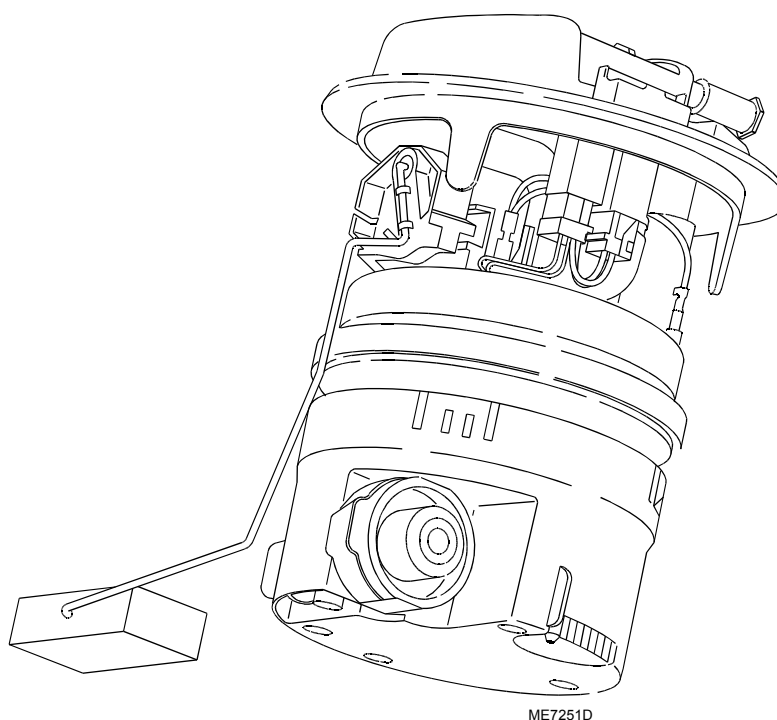
- Réservoir de capacité 65 litres en polyéthylène extrudé soufflé.
- Tubulure de remplissage plastique avec restricteur en entrée ; canalisation de dégazage intégrée.
- Canalisation de mise à l'air libre avec clapet de fermeture en cas de retournement.
- Les rampes d'injection sont en matière plastique.
- Un ensemble de puisage regroupe :
  - la pompe munie d'un pré-filtre,
  - le régulateur de pression,
  - le filtre à carburant,
  - un puits anti-déjaugage.

**Remarque :** Le régulateur étant placé en aval du filtre, et situé dans le réservoir, la rampe ne comporte plus de canalisation de retour ; le régulateur n'est plus en liaison avec le répartiteur d'admission, d'où une valeur constante de la pression d'essence.

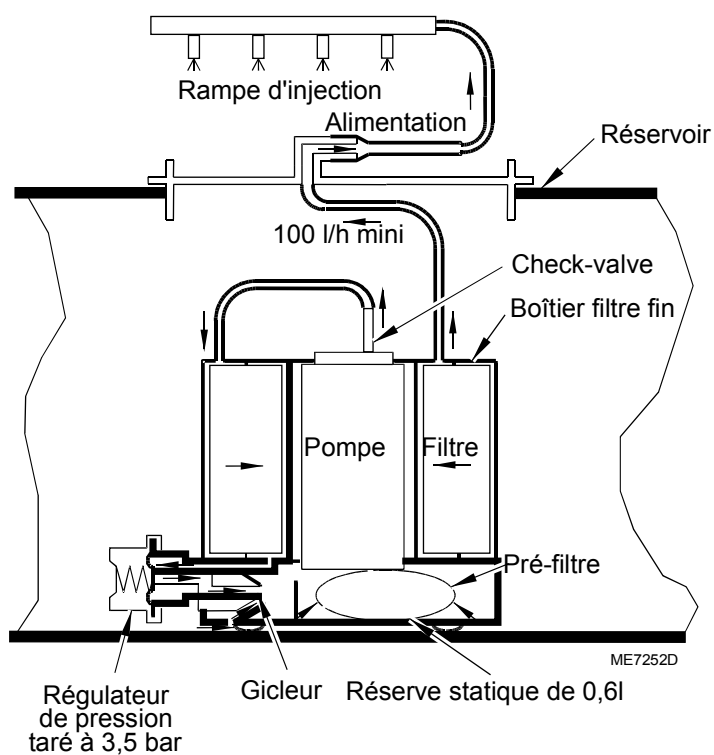


## II - ENSEMBLE DE PUISAGE

## MJP00 Ø130 MM

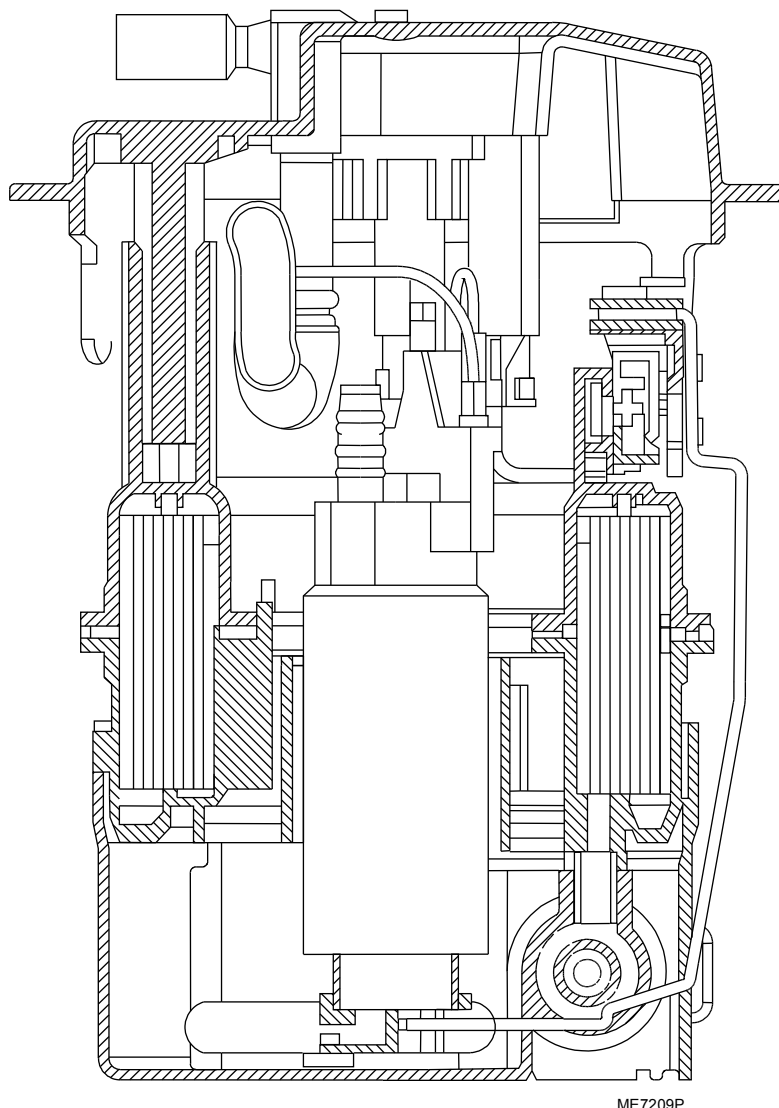


## A - SCHEMA HYDRAULIQUE – CONFIGURATION



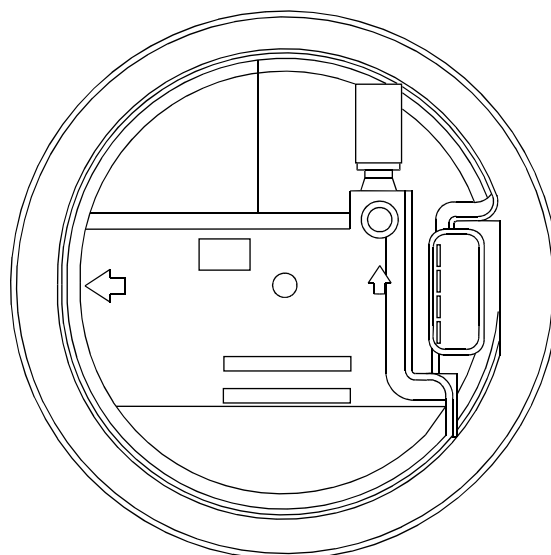
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - VUES EN COUPE DE L'ENSEMBLE

**Fonctionnement anti déjaugage de la pompe**

Le flux de carburant de retour en provenant du régulateur de pression crée au niveau du gicleur un effet d'aspiration ; de l'essence du réservoir se joint au carburant de retour pour remplir le puits d'anti-déjaugage.

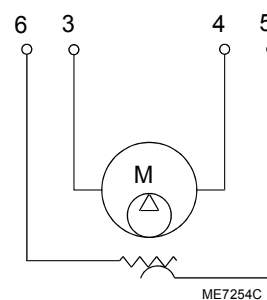
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**



ME7253D

N° VOIE	FONCTION
1	Non équipée
2	Non équipée
3	+ Pompe
4	- Pompe
5	- Jauge
6	+ Jauge

SCHEMA ELECTRIQUE



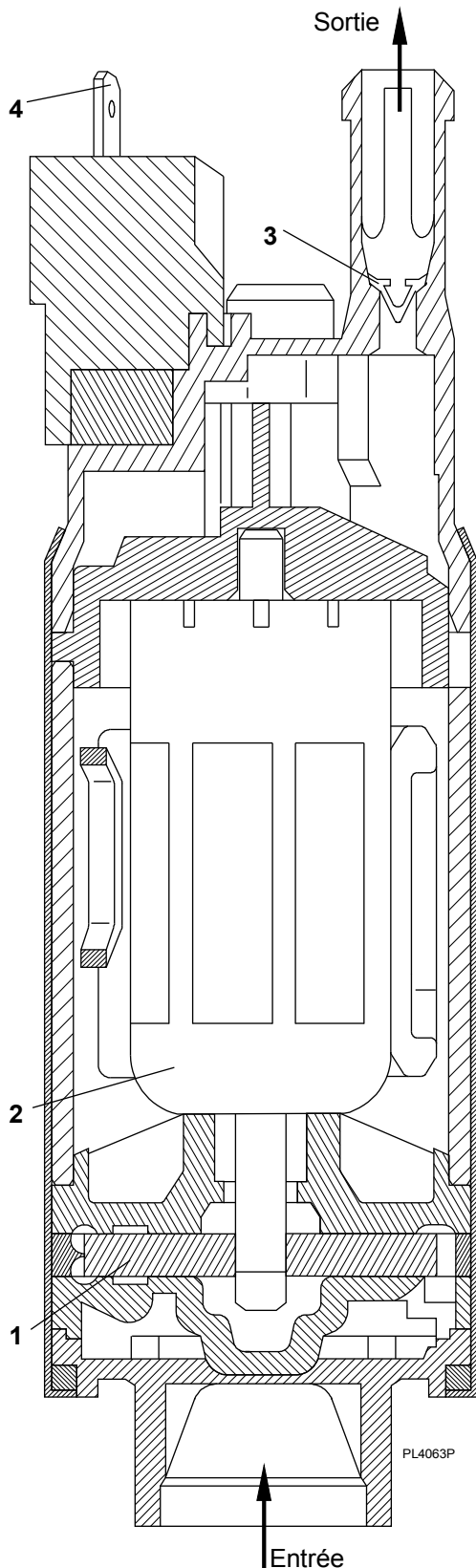
ME7254C

### Particularités du filtre

- Il est placé dans un boîtier, autour de la pompe à carburant.
- Matière : papier polymérisé.
- Seuil de filtration : efficacité de 90 %, 20  $\mu$ .
- Durée de vie : 180 000 Km.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## C - POMPE A ESSENCE (TTP 387)



Pompe à turbine immergée dans le réservoir, de fournisseur MARWAL ; elle est solidaire du puits de jauge, mais peut être changée seule.

L'élément de pompage est constitué d'une roue mobile munie de nombreuses pales à sa périphérie, entraînée par un moteur électrique à courant continu.

Un canal dans le corps de la pompe entoure la roue mobile sur toute sa périphérie. De par sa rotation, la roue mobile expulse le carburant vers l'extérieur par le canal, à l'intérieur duquel se produit une montée en pression continue.

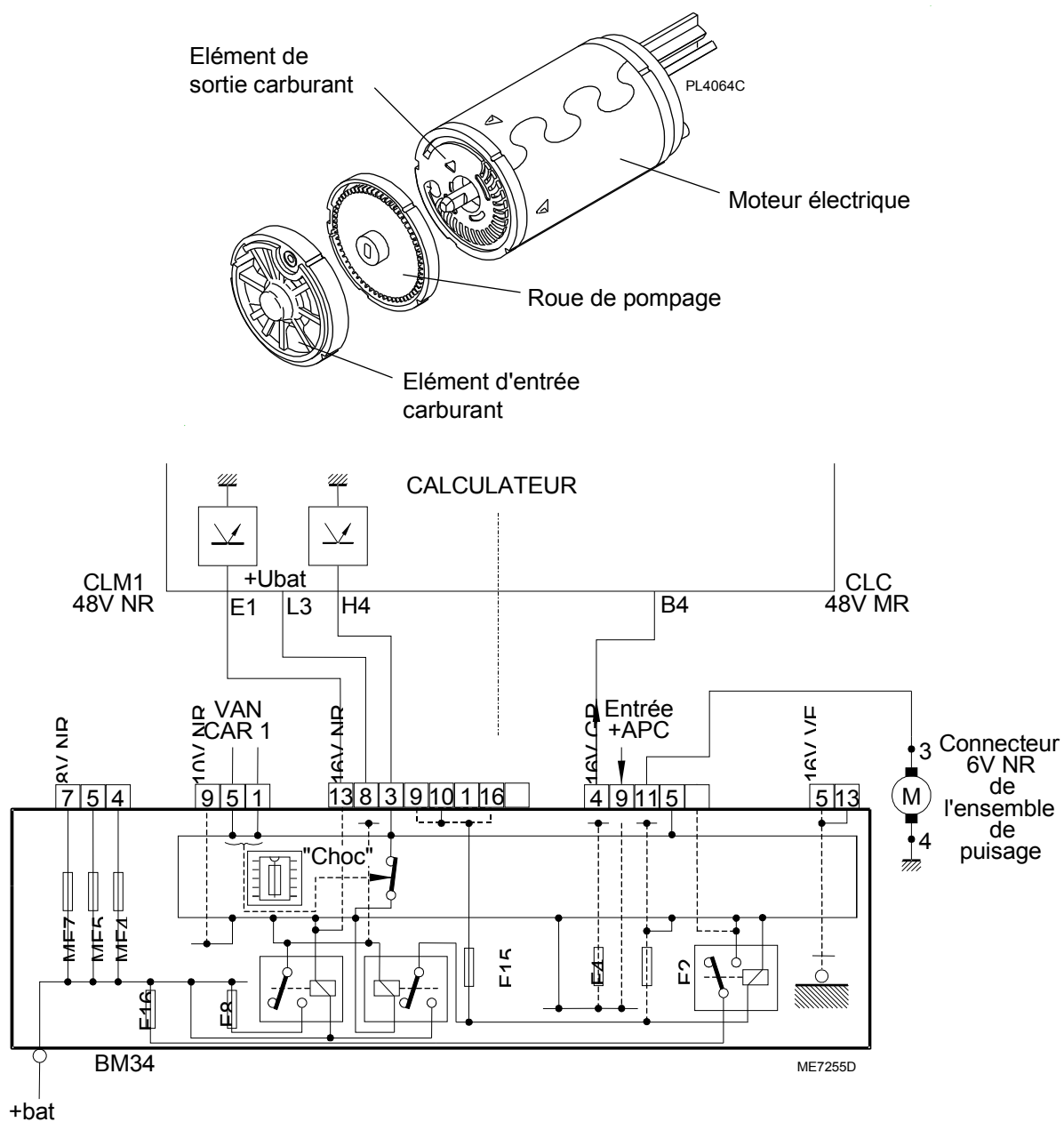
La pompe possède des trous de dégazage pour permettre, même en cas de température élevée d'éviter la formation de bulles de vapeur.

Un clapet anti-retour côté pression empêche la baisse de pression dans le système après arrêt du moteur, ce qui facilite le redémarrage.

**Légende :**

- 1 - Pompe à turbine
- 2 - Moteur
- 3 - Clapet de pression résiduelle
- 4 - Connexion électrique

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

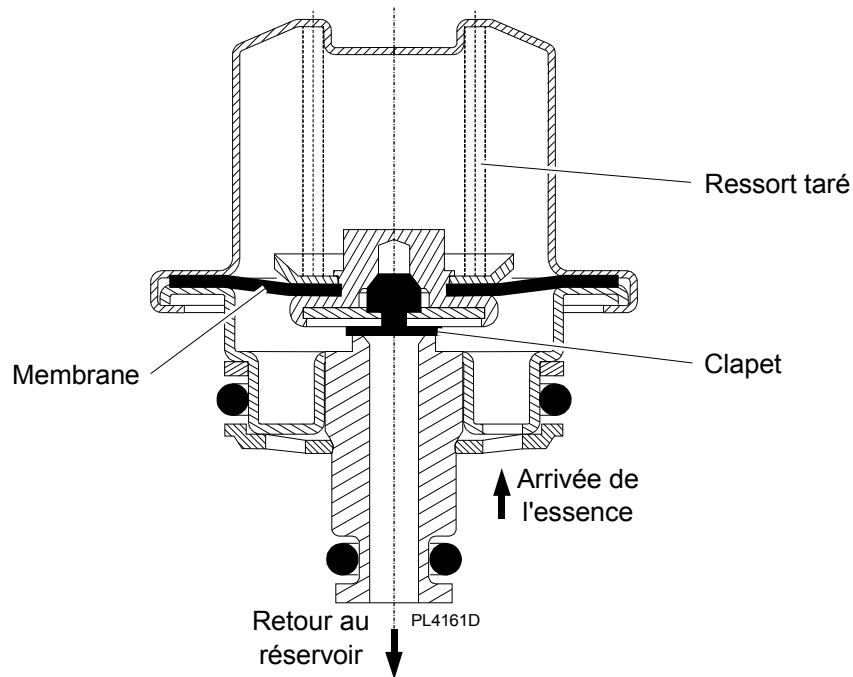


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## D - REGULATEUR DE PRESSION

Il permet de maintenir le carburant à une pression constante à l'intérieur de la rampe des injecteurs. Il participe aussi au maintien (temporaire) d'une pression résiduelle dans la canalisation.

### 1 - Description



Il se compose de deux capsules serties, renfermant une membrane sur laquelle est fixée un clapet. Le tarage de la membrane est uniquement déterminé par un ressort.

La pression de tarage est gravée sur le corps du régulateur.

### 2 - Fonctionnement

Lorsque la pression d'essence est suffisante pour déformer la membrane, le clapet se soulève et l'essence s'écoule par le conduit central vers le puits anti-déjaugage via le gicleur. La pression d'essence est régulée à une valeur constante de 3,5 bar.

Cette régulation permet de maîtriser la quantité d'essence uniquement par le temps d'injection.

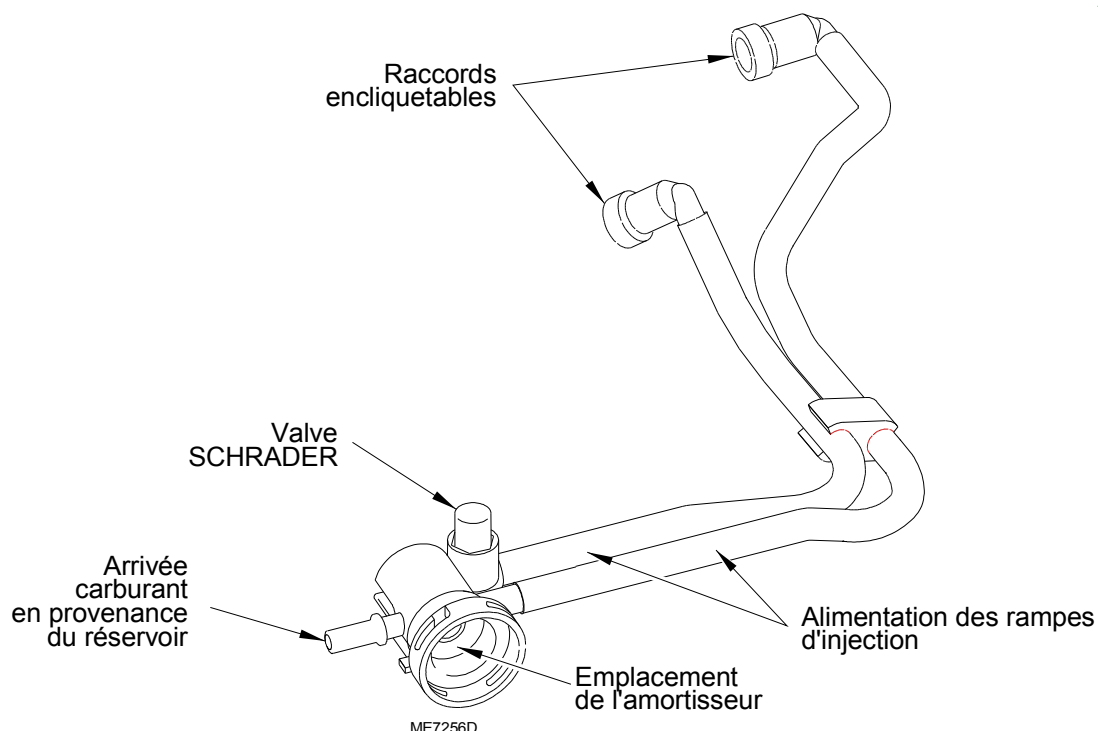
### III - RAMPES D'INJECTIONS

Outre le fait de répartir le carburant uniformément vers tous les injecteurs, elles servent également d'accumulateur. En effet, leur volume est suffisamment grand par rapport à la quantité d'essence injectée par cycle de travail moteur, pour empêcher les fluctuations de pression. Les injecteurs sont ainsi alimentés en carburant à une pression régulière et uniforme.

### IV - L'AMORTISSEUR DE PULSATIONS

#### A - ROLE

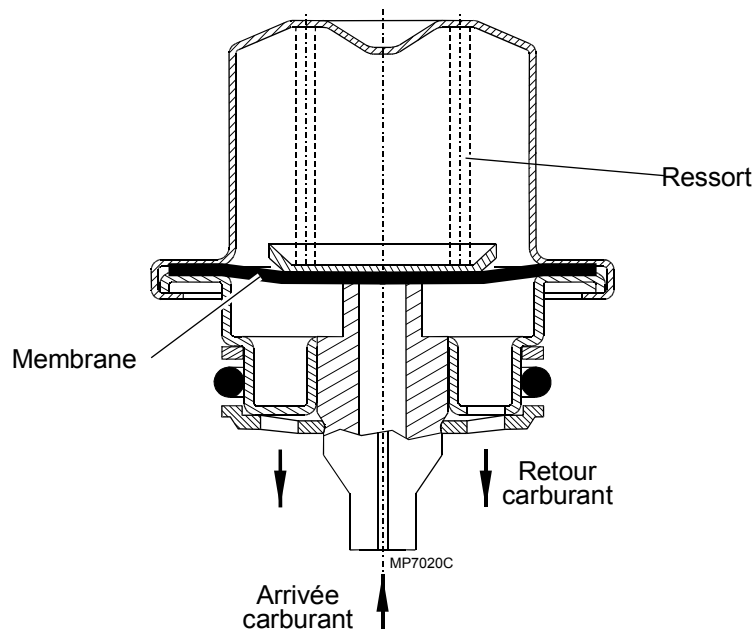
L'ouverture et la fermeture des injecteurs, ou du régulateur de pression créent des variations de pression. Ces ondulations de pression provoquent des pulsations engendrant une résonance dans le circuit. L'amortisseur de pulsations a donc pour rôle d'atténuer les ondes de pression et d'empêcher ainsi la propagation des bruits de pulsation.



### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - CONSTITUTION

C'est un régulateur de pression sans la liaison avec la tubulure d'air. Une membrane sépare une capacité en deux chambres. Une chambre est traversée par le carburant. L'autre comporte un ressort ; quand une pointe de pression apparaît, la membrane recule et absorbe l'onde de pression.



## VI - INJECTEURS

Les injecteurs BOSCH de type EV6 sont fixés et indexés en rotation sur la rampe d'injection par un coupleur, grâce à une gorge (10).

L'étanchéité et l'isolation thermique sont réalisées par les joints toriques (8) et (9). L'injecteur possède un corps (1) comprenant une aiguille (2) solidaire d'un noyau magnétique, ainsi que le siège de l'injecteur (4).

Le corps renferme l'enroulement magnétique (5) et assure le guidage de l'aiguille.

L'alimentation est réalisée par le connecteur (6).

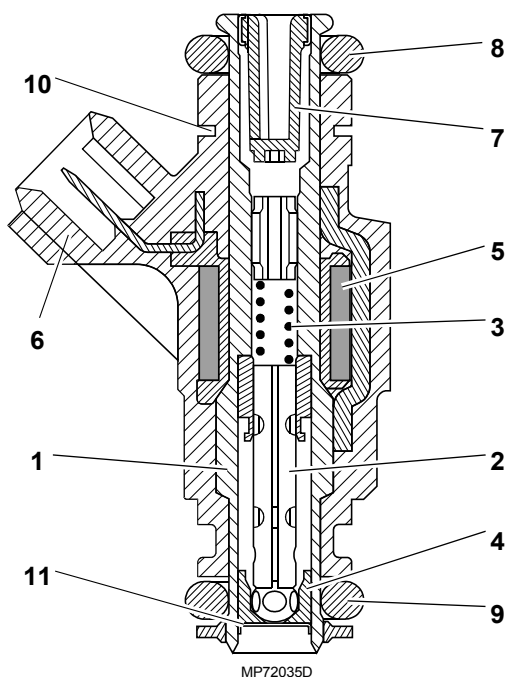
Lorsque le calculateur envoie une impulsion électrique, l'électro-aimant est excité, l'aiguille se soulève de son siège, comprimant le ressort de rappel (3).

Après avoir traversé le filtre (7), le carburant s'échappe en quatre jets fins formant un cône grâce à la pastille perforée (11) supportée par le siège (4), pour s'accumuler devant la soupape d'admission juste avant que celle-ci ne s'ouvre.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE



Dès son ouverture, le carburant est aspiré par le flux d'air jusqu'à la chambre de combustion.

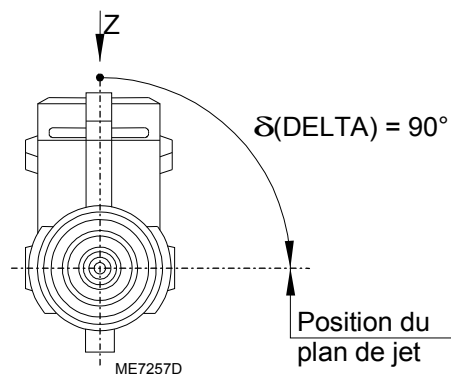
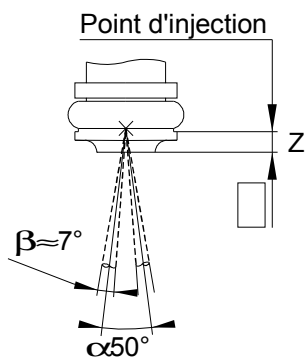


La quantité d'essence injectée est fonction du temps de levée d'aiguille d'injecteur, donc du temps de mise à la masse.

### Caractéristiques

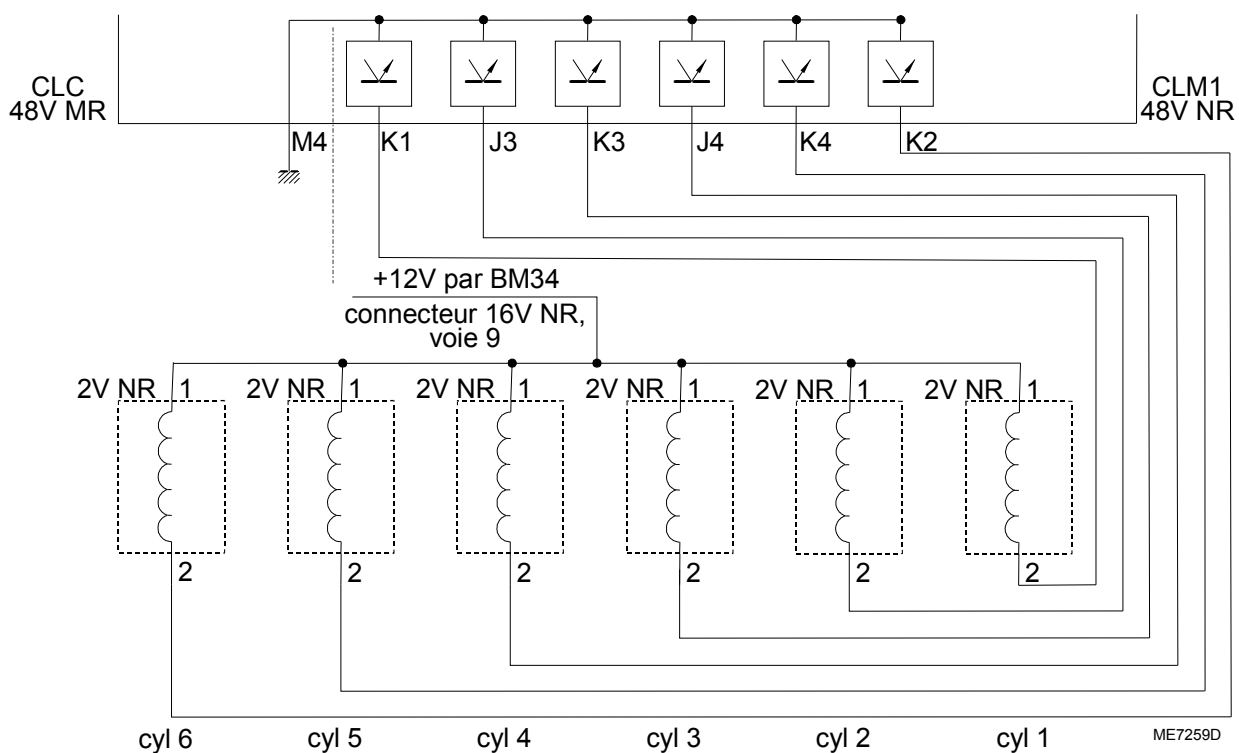
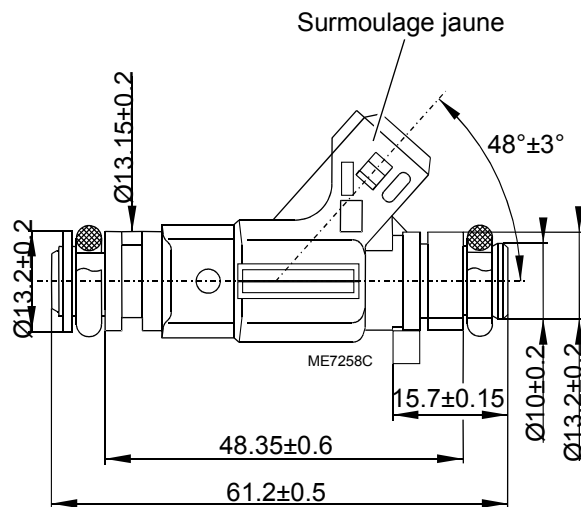
- Tension d'alimentation : 12 volts

	ES9 J4 S
Résistance	14,5 $\Omega$
Débit statique	148 g/min sous 3,5 bar
Débit dynamique sous 3,5 bar	4,6 mg/coup de 2,5 ms
Angle de jet $\alpha$	15°
Cone du jet $\beta$	$\approx 7^\circ$
Angle de jet d'orientation $\delta$	90°



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

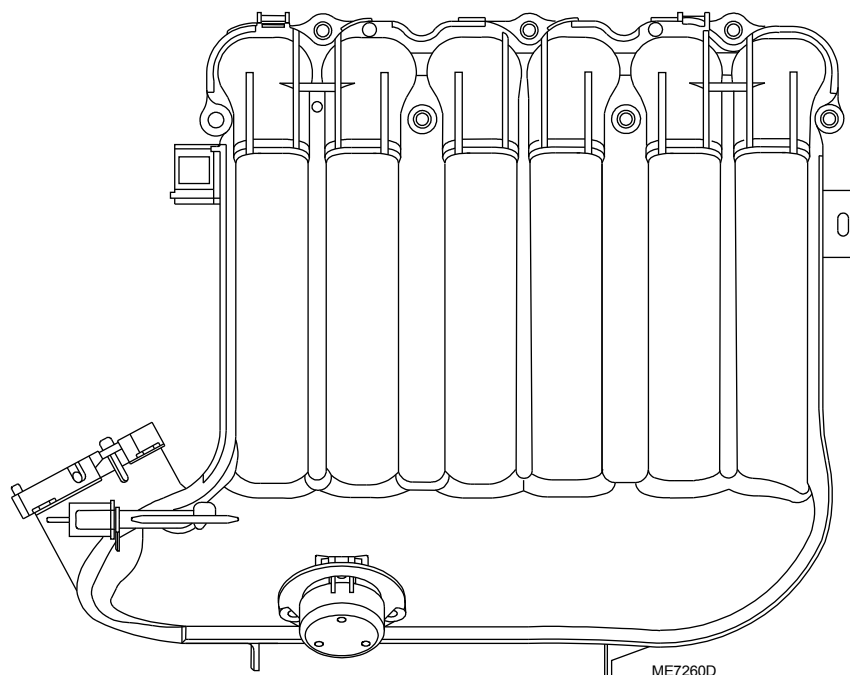
**Remarque :** La solution de monter des injecteurs bi-jet a été retenue afin de réduire l'encrassement. L'angle du jet ( $60^\circ$ ) a été déterminé pour minimiser la surface de paroi mouillée par le jet (meilleure dépollution).



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## CIRCUIT D'AIR

### I - GENERALITES



Filtre à air : Débit nominal : 450 m<sup>3</sup>/h

Capacité = 8,5l

Périodicité d'échange : Tous les 60 000 km

Le corps de filtre comprend un résonateur

Le collecteur d'admission en matériaux composites possède six conduits de longueur identique. Un clapet de décharge (taré à 1 bar) permet d'évacuer la surpression en cas de besoin.

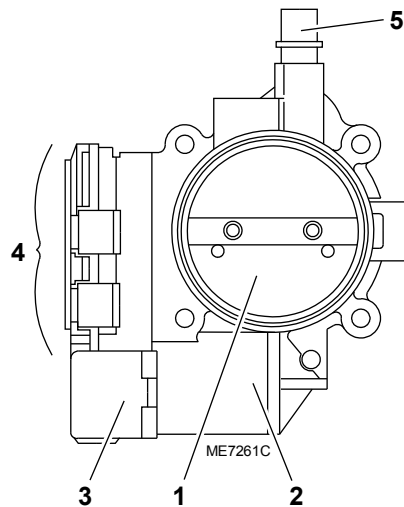
L'arrivée d'air est commandée par un boîtier papillon simple corps. Il s'agit d'un "boîtier papillon motorisé" de type DV-E5. Cet ensemble se compose du papillon, d'un actuateur de papillon, et d'un capteur de recopie de position papillon ; il est de type "passif" car il ne comprend pas d'électronique, et doit donc être piloté entièrement par le calculateur de contrôle moteur.

Dans un tel dispositif, la pédale d'accélérateur n'est plus reliée directement par câble à la commande papillon ; à la place, on trouve un capteur de position pédale qui traduit en tension la demande de couple du conducteur. Le calculateur se charge en fonction des différentes demandes de couples qui lui parviennent, de positionner le papillon en pilotant l'actuateur.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## II - BOITIER PAPILLON

### A - DESCRIPTION



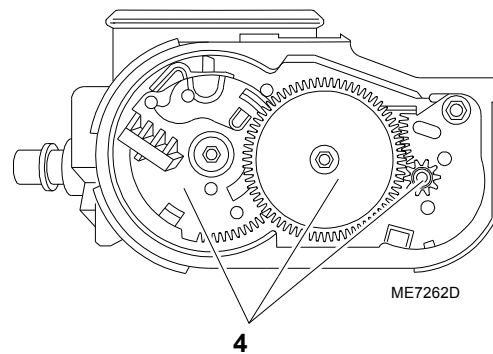
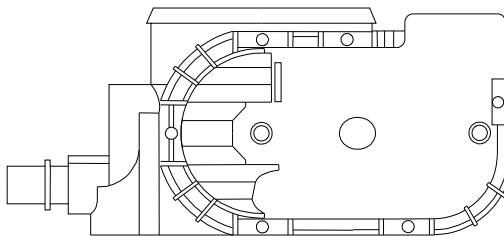
1 – Papillon

2 – Moteur (actuateur de papillon)

3 – Potentiomètre double piste = capteur de recopie position papillon

4 – Pignons d'entraînement

5 – Piquage pour le recyclage des vapeurs d'huile



### B - ROLE

Globalement, il transforme les variations de position de l'actuateur électrique en variations de débit d'air moteur, dans son intégralité. Il gère donc le remplissage du moteur et les fonctions complémentaires suivantes :

- fournie un débit d'air additionnel à froid,
- réguler le régime du ralenti,
- améliorer les phases transitoires,
- améliorer les retours au ralenti (fonctions Dash-pot et suiveur).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## C - CONCEPTION

Dans ce système de contrôle moteur, le boîtier papillon est une pièce maîtresse, puisqu'il gère le remplissage du moteur sur les ordres du calculateur.

Il est donc primordial, aussi bien pour une précision de commande que pour le diagnostic, que le calculateur connaisse la position du papillon, c'est à dire qu'il ait une recopie de sa commande.

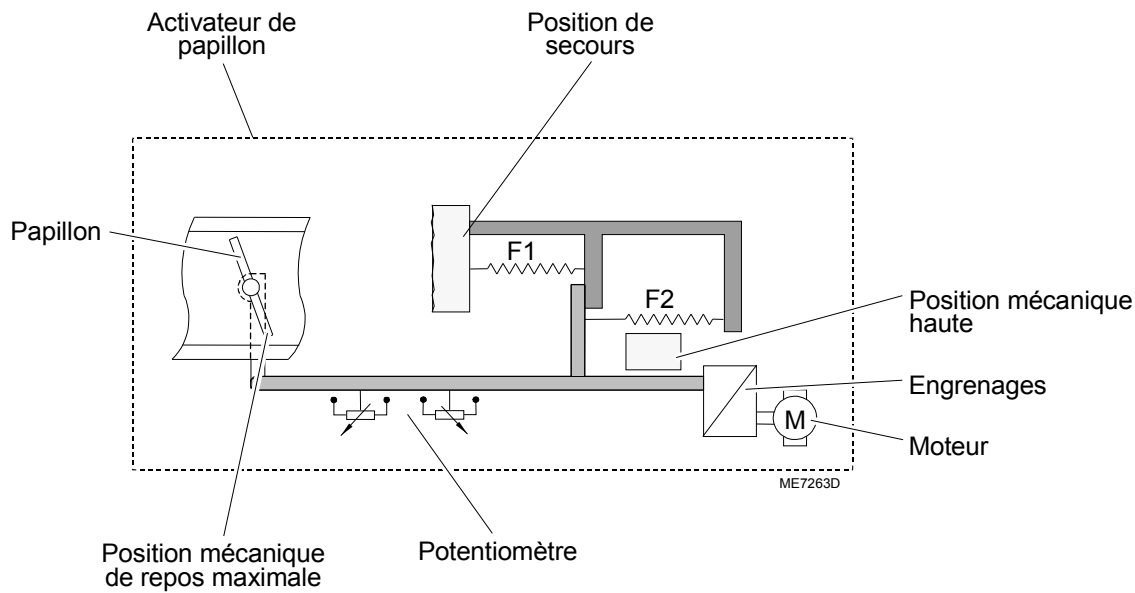
Pour cela, le boîtier papillon intègre un potentiomètre ; aussi, pour que le signal électrique qu'il génère soit exploitable, il faut que le calculateur puisse s'élaborer une référence angulaire, un point "zéro".

Le papillon possède donc une butée mécanique de fermeture maximale (avec une légère fuite quand même) qu'il ne peut atteindre que par commande électrique. En effet, ce dispositif est dépourvu de circuit d'air additionnel pour le ralenti. Celui-ci est géré par le papillon, dont la "position ralenti" est supérieure à la position de fermeture maximale. La position zéro (commande électrique du papillon dans le sens fermeture) est apprise à chaque mise sous tension du calculateur.

Mais, pour des raisons de sécurité, si un défaut grave est détecté au niveau du boîtier papillon ou de son pilotage, le calculateur peut être amené à stopper toute commande du papillon.

Pour que le conducteur puisse alors atteindre l'atelier de réparation le plus proche, il faut que mécaniquement, et automatiquement, le papillon adopte une position d'ouverture supérieure à celle du ralenti ; le remplissage qui en découle permet au moteur de délivrer un couple acceptable pour que le véhicule puisse avancer sans encombre jusqu'au garage. Cette position de repos mécanique est appelée "position de secours" pour mode dégradé "LIMPHOME".

Il faut donc recourir à deux ressorts antagonistes, dont l'équilibre mécanique des forces permet, sans aucune commande électrique, d'obtenir cette position de secours.



Le papillon est montré en position de repos sans commande électrique.

### Conséquences électriques

- Le moteur doit être alimenté électriquement dans les deux sens (ouverture et vers ralenti) ; le courant doit donc pouvoir être inversé au niveau de l'étage de puissance calculateur.
- Le pilotage, dans un sens ou dans l'autre, doit combattre l'action d'un ressort tout en donnant la possibilité d'avoir une position différente de la butée mécanique. Cette modulation ne peut être obtenue qu'en adoptant un pilotage par signal carré (impulsions de masse périodiques), dont le rapport cyclique est variable.

par exemple dans le sens ouverture : En activant et désactivant le moteur en alternance, avec un rapport précis temps d'alimentation/temps de non alimentation de son bobinage, il adopte une certaine position angulaire déterminant une certaine ouverture papillon.

## D - CARACTERISTIQUES

## 1 - Caractéristiques électriques

## a - Moteur à courant continu

- Résistance des bornes =  $1,5 \Omega \pm 0,3 \Omega$ .
- Courant au ralenti = 0,8 A.

## b - Potentiomètre

- Tension d'alimentation =  $5V \pm 0,2V$ .
- Valeur de la résistance =  $1,25 K\Omega \pm 30\%$ .
- Résistance de protection curseur =  $300\Omega \pm 30\%$
- Valeur type de courant au curseur =  $10 \mu A$ .

## 2 - Caractéristiques mécaniques

- Diamètre du corps = 64 mm.
- Rapport d'engrenage = 20/1.
- Débit de fuite (butée mécanique inférieure ou "de repos maximale")  $\leq 3,8 \text{ kg/h}$ .
- Débit en position limphone =  $39 \pm 4,7 \text{ kg/h}$

## Valeurs typiques de débit

$\alpha_{\text{papillon}}^\circ$	0	2	4	6	8	10	15	20	25	30	35	40	45
Débit d'air kg/h	3,2	15,5	30,5	48	76	94	167	290	435	595	757	939	1116

↑  
Position de butée basse

50	55	60	65	70	75
1360	1620	1870	2150	2360	2770

Les débits se mesurent pour une pression atmosphérique de 1000 mbar, une température d'air de 24°C, et une humidité relative de l'air de 40%.

**Remarque :** En position ralenti, la position papillon est d'environ 8° d'ouverture.

### 3 - Connexions électriques

Voie 1 = 0V moteur en ouverture

Voie 2 = + 12V moteur en ouverture

Voie 3 = 0V potentiomètre

Voie 4 = Signal curseur n° 2

Voie 5 = + 5V potentiomètre

Voie 6 = Signal curseur n° 1

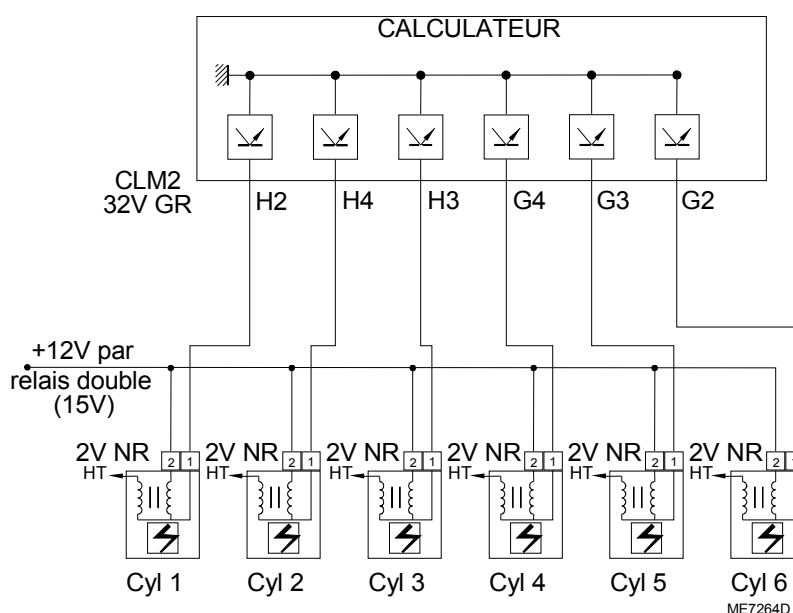
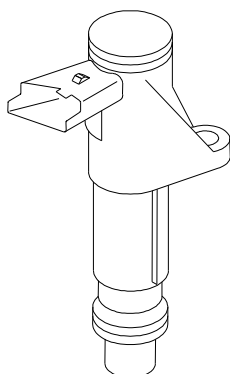


## LE CIRCUIT D'ALLUMAGE

- Les modules de puissance, au nombre de six, sont intégrés au calculateur.
- L'allumage est de type séquentiel 1-6-3-5-2-4, à distribution statique.

### I - BOBINES UNITAIRES

Type : SAGEM BAC 1



Sur ce moteur, chaque cylindre a sa propre bobine. Chaque bobine a sa sortie secondaire directement branchée sur la bougie, par l'intermédiaire d'un contact à pression.

La bobine constitue un ensemble qui comprend :

- un boîtier portant la fixation,
- un noyau magnétique,
- un bobinage primaire couplé à un bobinage secondaire,
- un connecteur basse tension.

Il y a isolation électrique entre la sortie HT et la masse.

La haute tension secondaire est négative par rapport à la masse.

Résistance primaire  $\rightarrow 0,3 \text{ à } 0,9 \Omega$ .

Le courant primaire est de 7,6A et doit être atteint normalement 2,5 ms environ après la mise en conduction du circuit primaire.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

---

Tension secondaire  $\rightarrow U \geq 24 \text{ KV}$  à 4000 tr/mn.

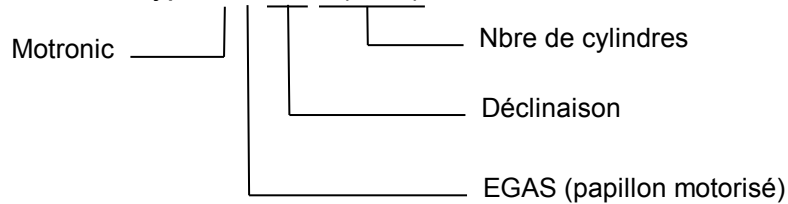
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

**II - BOUGIES**

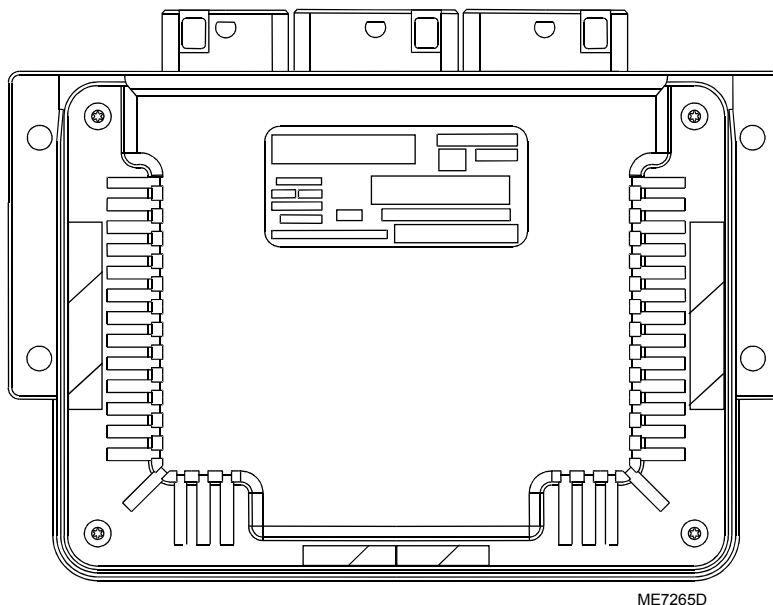
- Bougies à siège plat.
- Couple de serrage : 10 mN + serrage angulaire de 90° (= 35 mN maxi).
- Ecartement des électrodes :  $0,55 \pm 0,2$  mm entre électrode et bec isolant.
- Longueur culot : 30,5 mm
- Périodicité d'échange : Tous les 60 000 km.
- Fournisseur : BOSCH FGR 8 MQPE

## LE CALCULATEUR

Calculateur BOSCH de type ME7.4.6 (ou 4).



Il est placé dans le boîtier à calculateurs, sur le passage de roue avant droit. Les entrées et sorties du calculateur se font par l'intermédiaire d'un connecteur modulaire conforme à la norme PSA.



Ce calculateur d'injection-allumage utilise la technologie "FLASH EPROM".

Cette nouvelle technologie permet dans le cas d'une évolution de calibration du calculateur (afin de solutionner un problème d'agrément de conduite) de mettre "à jour" ce dernier sans le déposer.

En effet, au lieu d'effectuer l'échange du calculateur ou de l'EPROM, l'opération consiste à "télécharger" à partir d'un outil après-vente adéquat via la prise diagnostic, le programme du calculateur dans sa mémoire.

**Important :** Pour limiter son nombre de références, ce calculateur est valable pour tous moteurs et véhicules sur lesquels il est monté. Lors d'un échange calculateur, il est donc nécessaire de procéder à un télécodage à l'aide d'un outil de diagnostic APV. Cela revient à sélectionner les cartographies et les valeurs calibrées appropriées.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## I - ROLES

En exploitant les informations reçues par les différents capteurs et sondes, le calculateur assure les fonctions suivantes :

**Calcul de l'ouverture à donner au papillon pour obtenir le remplissage moteur voulu , en fonction des paramètres suivants :**

- de la demande conducteur
  - issue de la position pédale d'accélérateur ou de la fonction régulation de la vitesse véhicule,
  - imposée à une valeur minimale fonction :
    - . du couple résistant selon la charge et le régime,
    - . de la température d'huile moteur,
    - . de la température d'eau,
    - . de l'altitude,
    - . du couple absorbé par les accessoires (compresseur de réfrigération, GMV, alternateur),
    - . des pertes au niveau du convertisseur BVA.
  - limitée en variation.
- de l'action du régulateur de ralenti (avec prise en compte bilan charge batterie, dirass en butée, température moteur, état compresseur réfrigération),
- du couple demandé par la fonction purge canister,
- de la réserve de couple demandée pour le chauffage du catalyseur,
- des exigences de couples émanant des calculateurs ABS/ASR, BVA,
- des couples de limitation du régime moteur maxi, de la vitesse véhicule maxi et de la tenue moteur en température,
- de la position réelle du papillon des gaz afin d'en réguler la commande.

**Calcul de l'avance et commande de l'allumage en fonction des paramètres suivants :**

→ En statique

- de la charge moteur,
- du régime et position moteur,
- du lambda souhaité (Richesse du mélange désirée),
- de l'épure de distribution (position VTC),
- de la température d'eau,
- de la température d'air,
- de la détection cliquetis et de sa gestion,
- de la tension batterie.

→ En dynamique

- de la demande conducteur,
  - issue de la position pédale d'accélérateur ou de la fonction Régulation de la Vitesse Véhicule,
  - imposée à une valeur minimale fonction :
    - du couple résistant selon la charge et le régime,
    - de la température d'huile moteur,
    - de la température d'eau,
    - de l'altitude,
    - du couple absorbé par les accessoires (compresseur de réfrigération, GMV, alternateur),
    - des pertes au niveau du convertisseur BVA.

→ Limitée en variation.

- de l'action du régulateur de ralenti (avec prise en compte du bilan de charge batterie, dirass en butée, température moteur, état compresseur de réfrigération),
- du delta de couple issu de la fonction anti à coups, et estompage de couple lors des changements de rapports sur une BVA,
- des exigences de couples émanant du calculateur ABS/ASR/CdS,
- des couples de limitation du régime maxi, de la vitesse véhicule maxi, et de la tenue moteur en température,
- de la position moteur,

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

•

de la tension batterie.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

L'avance en dynamique est limitée au maximum par la valeur d'avance en statique, celle-ci étant toujours calculée.

L'avance en dynamique (issue de la structure couple) est appliquée dans les principaux cas suivants : La fonction anti à coup produit un delta de couple non nul, le chauffage catalyseur est actif, une des limitations en variation du couple demandé par le conducteur est active, régulation de ralenti active.

### **Calcul du temps d'injection et commande des injecteurs en fonction des paramètres suivants :**

→ Commande

- du niveau de coupure injecteurs demandé (coupure en décélération, ratés d'allumage, demande ASR, ...),
- de l'épure de distribution (VTC),
- du régime et position moteur,
- de la charge moteur.

→ Temps d'injection

- de la tension batterie,
- de la correction "rampe d'injection sans retour",
- du remplissage en air du moteur prédit (variable interne faisant intervenir un "angle de prédiction" et une "pression collecteur prédite"),
- des conditions de fonctionnement moteur :
  - démarrage (T°eau, régime, altitude, durée d'arrêt),
  - après démarrage (T°eau, T°air, durée d'arrêt),
  - mise en action (régime, charge moteur, T°eau),
  - coupure en décélération/réattelage, (régime, T°eau, T°air, rapport de vitesses, état compresseur de réfrigération),
  - transitoires (charge moteur prédite, régime, T°eau, altitude),
- du lambda désiré
  - en après démarrage (T°eau),
  - en mise en action (T°eau),
  - selon la volonté conducteur (position pédale d'accélérateur ou consigne RVV, et régime → pleine charge),
  - lors du réchauffage catalyseur (régime, charge moteur, T°eau),
  - en phase de purge catalyseur (suite à un réattelage),
  - selon la fonction protection des composants (T° échappement, régime et charge moteur, rendement d'avance représentatif d'une correction contre le cliquetis).



- de la régulation de richesse (signaux sondes à oxygène amont et aval),
- de l'auto adaptation de richesse,
- de la purge canister (concentration en vapeurs d'essence des gaz issus de la purge).

**Commandes des fonctions annexes suivantes :**

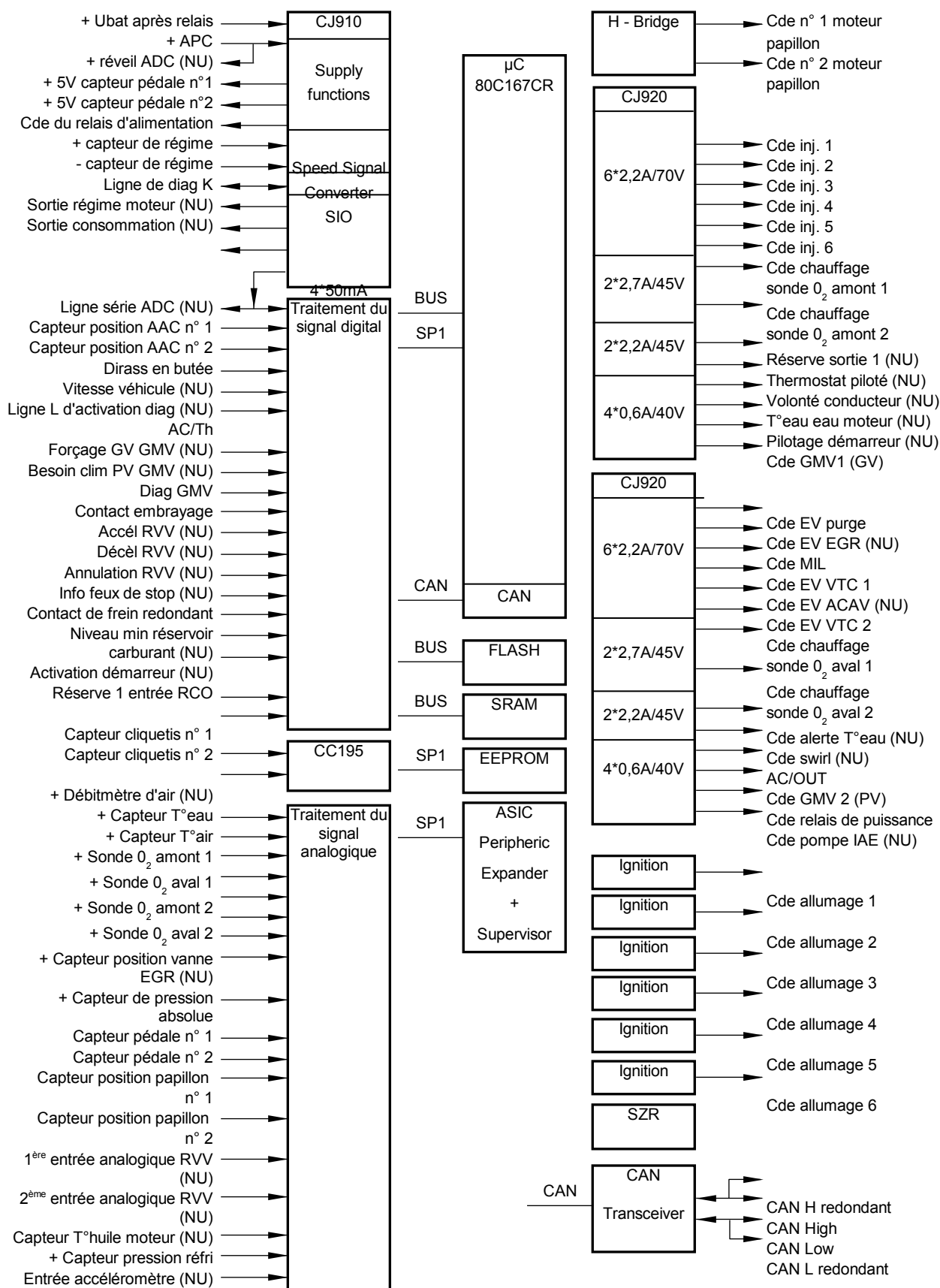
- Purge canister (calcul de l'ouverture à donner à l'electrovanne, du delta de couple à donner à la fonction remplissage, de la masse d'essence à donner à la fonction calcul du temps d'injection).
- Distribution variable
  - conditions de décalage arbre à cames d'admission en fonction de la consigne de remplissage du régime moteur, de la température d'eau, et de la température d'huile.
- Calcul du niveau de coupure des injecteurs en fonction
  - de la coupure en décélération,
  - du régime maxi dépassé,
  - de la protection BVA,
  - de l'ASR (actif),
  - de problèmes au niveau du boîtier papillon motorisé.
- Réchauffage des sondes à oxygène.
- Pilotage de la pompe à carburant.
- Pilotage du compresseur de réfrigération.
- Pilotage du groupe moto ventilateurs (FRIC), comprenant la gestion du voyant d'alerte T° moteur et du logomètre.
- Régulation de vitesse véhicule.

**Gestion des fonctions suivantes :**

- Auto diagnostic embarqué.
- EOBD (défauts fonctionnels dégradant la pollution).
- Voyant de diagnostic MIL.
- Dialogue avec outil de diagnostic après-vente.
- Pilotage électrique du papillon motorisé.
- Anti-démarrage codé 2ème génération.
- Signaux compte-tours et consommation de carburant et volonté conducteur.
- Dialogue par bus multiplexé de type CAN avec les calculateurs BVA, BSI, suspension, et ABS/ASR ou CdS.

**Remarque :** Le remplissage moteur représentatif de la "charge moteur" est calculé à partir de la pression absolue collecteur corrigée par le régime et l'ouverture papillon, l'épure de distribution, l'altitude, et la température modélisée de la soupape d'admission.

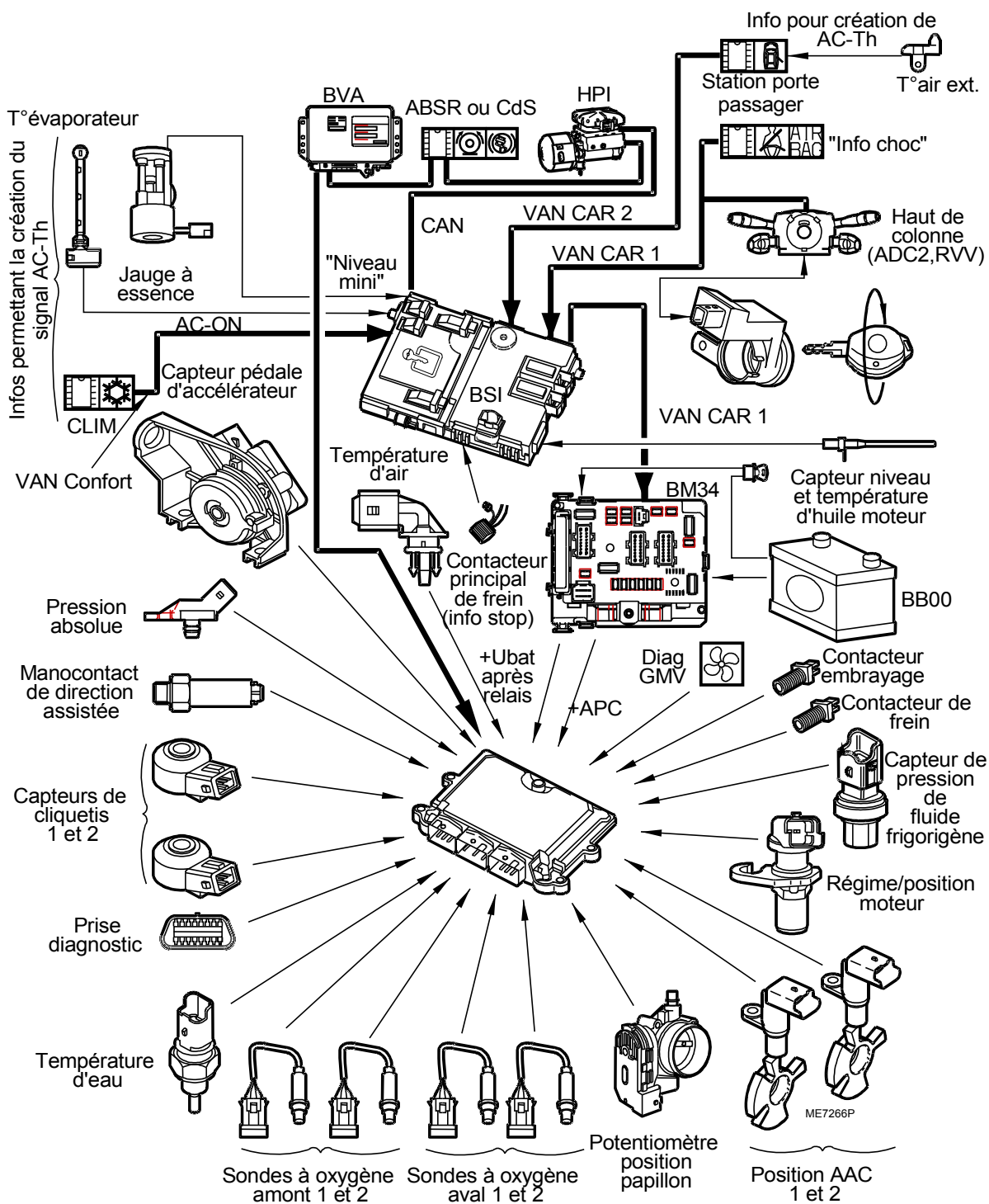
## II - SCHEMA BLOCS DU CALCULATEUR



N.U = Non utilisé

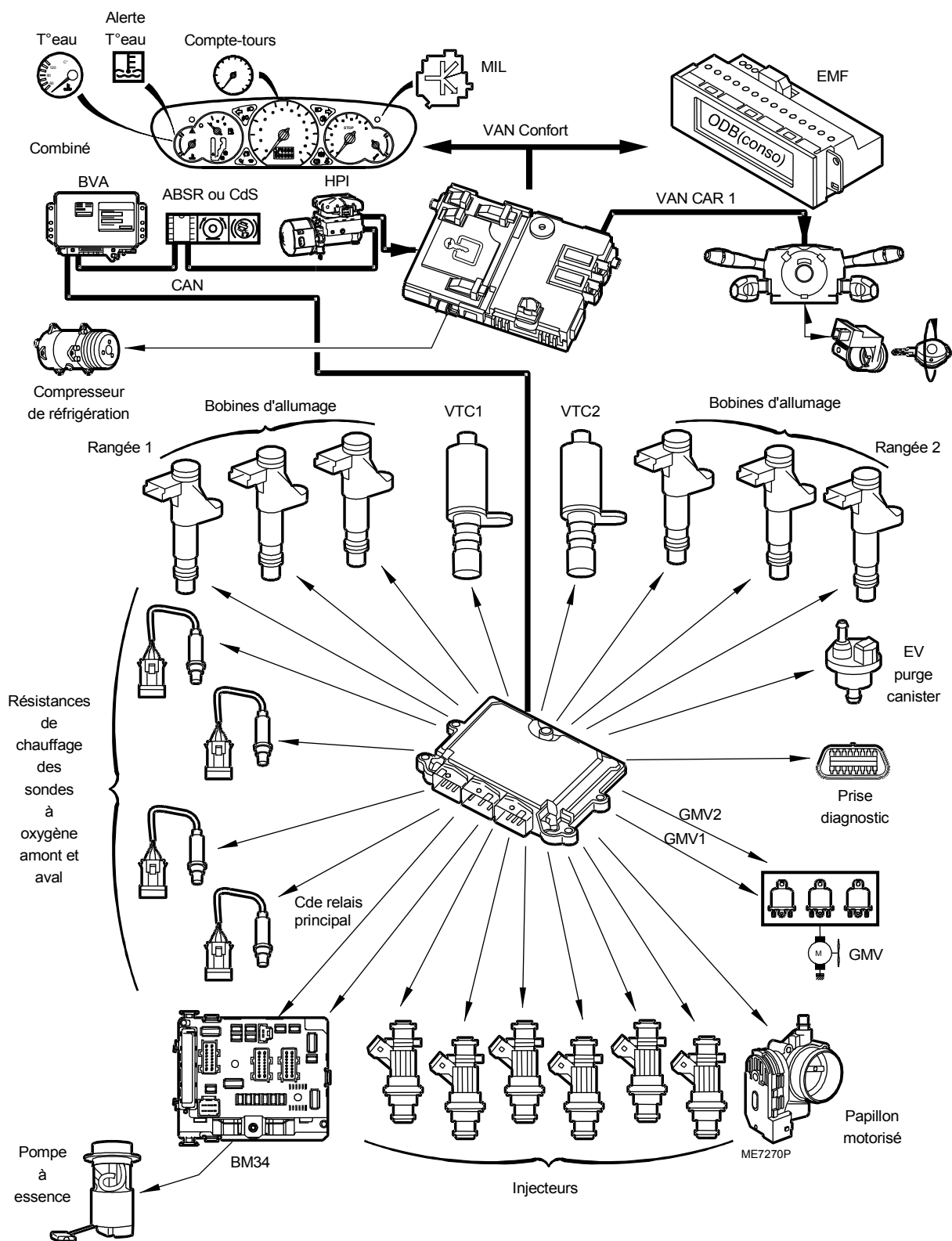
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## III - ENTREES CALCULATEUR



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## IV - SORTIES CALCULATEUR



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

**V - BROCHAGE DU CALCULATEUR**

Deux connecteurs pour les liaisons avec le moteur, et un connecteur pour les liaisons avec l'extérieur.

<b>Connecteur CLM 1 (48 voies noir)</b>	
A1	Information (+) bruits moteur n°1 (Capteur de cliquetis n°1)
A2	Information (-) bruits moteur n°1 (Capteur de cliquetis n°1)
A3	Information (+) bruits moteur n°2 (Capteur de cliquetis n°2)
A4	Information (-) bruits moteur n°2 (Capteur de cliquetis n°2)
B1	Masse logique capteurs n°2 (Capteur de position AAC)
B2	Alimentation +5V capteurs n°2 (Capteur de position AAC)
B3	Information (+) n°1 position papillon (Capteur de position papillon)
B4	Information (+) n°2 position papillon (Capteur de position papillon)
C1	Information (+) cylindre de référence n°1 (Capteur AAC n°1)
C2	Information (+) cylindre de référence n°2 (Capteur AAC n°2)
C3	Masse logique capteurs n°1 (Capteur position papillon n°1 et n°2)
C4	Alimentation +5V des capteurs n°1 (Capteur de position papillon)
D1	Réserve sortie n°1
D2	Sortie thermostat piloté (Non utilisée)
D3	Sortie commande du démarreur (Non utilisée)
D4	Non connecté
E1	Commande par le négatif du relais principal d'alimentation
E2	Information (+) régime/position moteur
E3	Information (-) régime/position moteur
E4	Réserve n°1 : Entrée RCO
F1	Commande par le négatif du VTC rangée B
F2	Commande par le négatif de l'électrovanne d'EGR (Non utilisée)
F3	Réservé
F4	Commande par le négatif de la vanne de purge canister
G1	Commande par le négatif du VTC rangée A
G2	Réserve sortie n°3
G3	Non connecté
G4	Commande par le négatif de l'électrovanne bi-mode (ACAV – Non utilisée)
H1	Non connecté
H2	Non connecté
H3	Non connecté
H4	Commande par le négatif du relais de puissance

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

Connecteur CLM 1 (48 voies noir)	
J1	Non connecté
J2	Non connecté
J3	Commande par le négatif de l'injecteur cylindre n°2
J4	Commande par le négatif de l'injecteur cylindre n°4
K1	Commande par le négatif de l'injecteur cylindre n°1
K2	Commande par le négatif de l'injecteur cylindre n°6
K3	Commande par le négatif de l'injecteur cylindre n°3
K4	Commande par le négatif de l'injecteur cylindre n°5
L1	Commande par le négatif du chauffage sonde O <sub>2</sub> amont rangée A
L2	Commande par le négatif du chauffage sonde O <sub>2</sub> aval n°1
L3	+Ubat d'alimentation calculateur après relais principal
L4	Commande n°2 du moteur de papillon
M1	Commande par le négatif du chauffage sonde O <sub>2</sub> amont rangée B
M2	Commande par le négatif du chauffage sonde O <sub>2</sub> aval n°2
M3	Commande n°1 du moteur de papillon
M4	Masse de puissance n°4

Connecteur CLC (48 voies Marron)	
A1	Information (+) position pédale accélérateur n°1 (Capteur de position pédale)
A2	Information (+) position pédale accélérateur n°2 (Capteur de position pédale)
A3	Masse capteur de position pédale accélérateur n°2, capteur pression fluide réfri
A4	Non connecté
B1	Alimentation +5V capteurs n°1 (Position pédale n°1)
B2	Entrée information Feux de stop
B3	Ligne L de diagnostic à trame lente (Pour initialisation calculateur – Non utilisée)
B4	Information +APC
C1	Entrée "Accélération" RVV (Non utilisée)
C2	Sortie information consommation de carburant (Signal PWM – Non utilisée)
C3	Sortie AC/OUT (Autorisation fonctionnement compresseur de réfrigération – Non utilisée)
C4	Commande par le négatif du voyant de contrôle EOBD (MIL – Non utilisée)
D1	Entrée "Décélération" RVV (Non utilisée)
D2	Besoin climatisation vitesse GMV (Non utilisée)
D3	Entrée AC/TH (Demande autorisation fonctionnement compresseur de réfrigération – Non utilisée)

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

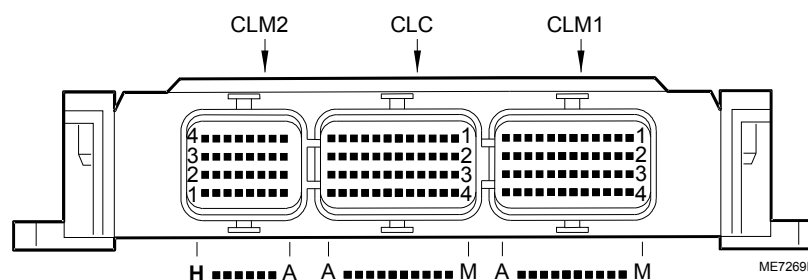
Connecteur CLC (48 voies Marron)	
D4	Alimentation +5 capteurs n°2 (Capteur pression circuit réfri, position pédale n°2)
E1	Entrée démarreur (Non utilisée)
E2	Entrée commande forçage GMV par le pressostat (+) (Non utilisé)
E3	Entrée information direction assistée en butée (Contact fermé au repos)
E4	Information (+) pression fluide du circuit de réfrigération (Capteur pression continue réfri)
F1	Entrée embrayage
F2	Entrée diagnostic GMV
F3	Entrée/Sortie dialogue ADC (Non utilisée)
F4	Entrée +ADC (Réveil calculateur – Non utilisée)
G1	Information (+) capteur d'accélération (Non utilisée)
G2	Information (+) vitesse véhicule (Non utilisée)
G3	Non connecté
G4	Non connecté
H1	Alimentation +5V position pédale n°2
H2	Ligne K d'autodiagnostic
H3	Ligne CAN-H
H4	Ligne CAN-L
J1	Non connecté
J2	Sortie information régime moteur (signal PWM – Non utilisée)
J3	Sortie information température eau moteur (Signal PWM) (Non utilisée)
J4	Commande par le négatif 2 <sup>ème</sup> vitesse moto ventilateur (Sortie GMV1)
K1	Masse logique capteurs n°1 (Position pédale n°1)
K2	Non connecté
K3	Sortie alerte température d'eau (Non utilisée)
K4	Commande par le négatif 1 <sup>ère</sup> vitesse motoventilateur (Sortie GMV2)
L1	Entrée "Annulation" RVV (Non utilisée)
L2	Sortie information volonté conducteur (Signal PWM) (Non utilisée)
L3	Non connecté
L4	Masse de puissance n°1
M1	Entrée stop redondant
M2	Commande par le négatif du relais de pompe IAE (Non utilisée)
M3	Entrée information niveau mini carburant (Non utilisée)
M4	Masse de puissance n°2 pour injecteurs

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE



<b>Connecteur CLM2 (32 voies gris)</b>	
A1	Alimentation +5V des capteurs n°2 (Référence Débitmètre d'air – Non utilisée)
A2	Ligne CAN-L redondant
A3	Alimentation +5V des capteurs n°2 (Capteur de pression)
A4	Alimentation +5V des capteurs n°2 (Capteur position vanne EGR – Non utilisée)
B1	Information (+) position vanne EGR (Sortie potentiomètre de recopie – Non utilisée)
B2	Masse de référence commande régulation de Vitesse Véhicule (Non utilisée)
B3	Information (+) pression absolue tubulure Admission (capteur de pression)
B4	Information (+) masse d'air aspirée par le moteur (Débitmètre d'air – Non utilisée)
C1	Masse capteurs n°2 (Capteur de position vanne EGR – Non utilisée)
C2	Ligne CAN H redondant
C3	Masse logique capteurs n°2 (Capteur pression absolue)
C4	Information (-) Masse d'air aspirée par le moteur (Débitmètre d'air – Non utilisée)
D1	Information (+) Température d'huile moteur (Sonde de T° d'huile – Non utilisée)
D2	Masse logique pour la sonde de température d'eau
D3	Information (+) température eau moteur (Sonde de température d'eau)
D4	Information (+) température d'air d'admission (Sonde de température d'air)
E1	Information (+) richesse sonde aval n°2
E2	Information (+) richesse sonde amont n°2 (Rangée B)
E3	Information (+) richesse sonde aval n°1
E4	Information (+) richesse sonde amont n°1 (Rangée A)
F1	Information (-) richesse sonde aval n°2
F2	Information (-) richesse sonde amont n°2 (Rangée B)
F3	Information (-) richesse sonde aval n°1
F4	Information (-) richesse sonde amont n°1 (Rangée A)
G1	Entrée commandes Régulation de Vitesse Véhicule (Non utilisée)
G2	Commande par le négatif de la bobine d'allumage cylindre n°6
G3	Commande par le négatif de la bobine d'allumage cylindre n°5
G4	Commande par le négatif de la bobine d'allumage cylindre n°4
H1	Masse de puissance n°3 (Pour l'allumage)
H2	Commande par le négatif de la bobine d'allumage cylindre n°1
H3	Commande par le négatif de la bobine d'allumage cylindre n°3
H4	Commande par le négatif de la bobine d'allumage cylindre n°2

### Architecture du connecteur

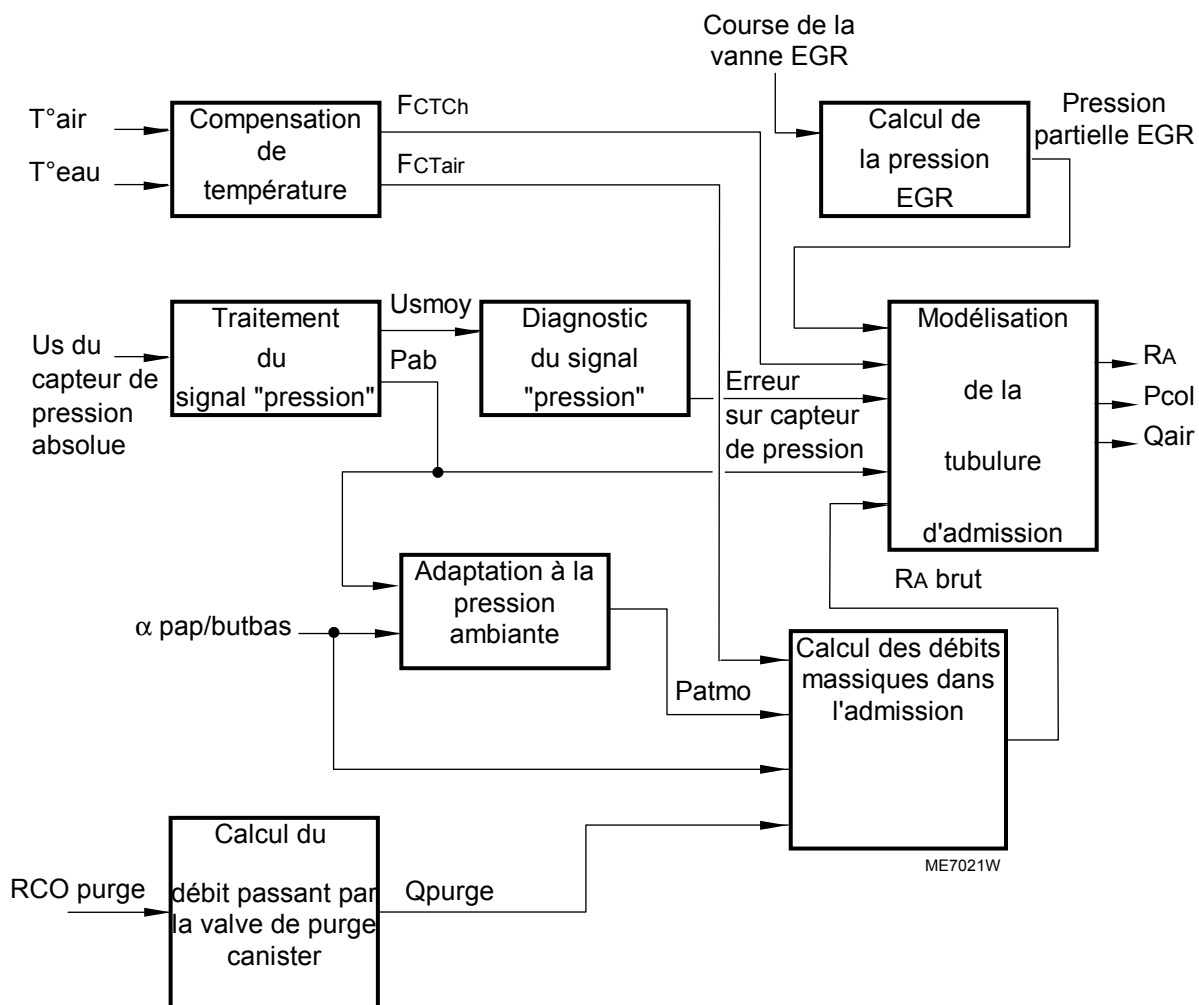


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE**

## CALCUL DE LA CHARGE MOTEUR

### I - VUE D'ENSEMBLE



**Remarques :** Le moteur ES9J4S n'est pas doté d'un circuit EGR ; l'influence de l'EGR dans le calcul de la charge est donc sans objet dans notre application.

Le bloc de traitement du signal "pression" a été étudié dans le chapitre "capteurs et informations".

## II - CALCUL DE LA COMPENSATION DE TEMPERATURE

Afin de déterminer un remplissage le plus proche possible de la réalité, il a été décidé de prendre en compte la température de l'air aspiré dans la chambre de combustion. Pour cela, il faut déterminer la température d'air à proximité de la soupape d'admission  $T^{\circ}\text{air adm}$ . Cette température peut varier suivant le débit d'air, mais elle est toujours comprise entre  $T^{\circ}\text{eau}$  et  $T^{\circ}\text{air}$  prise au niveau du boîtier papillon (celle mesurée par la CTN).

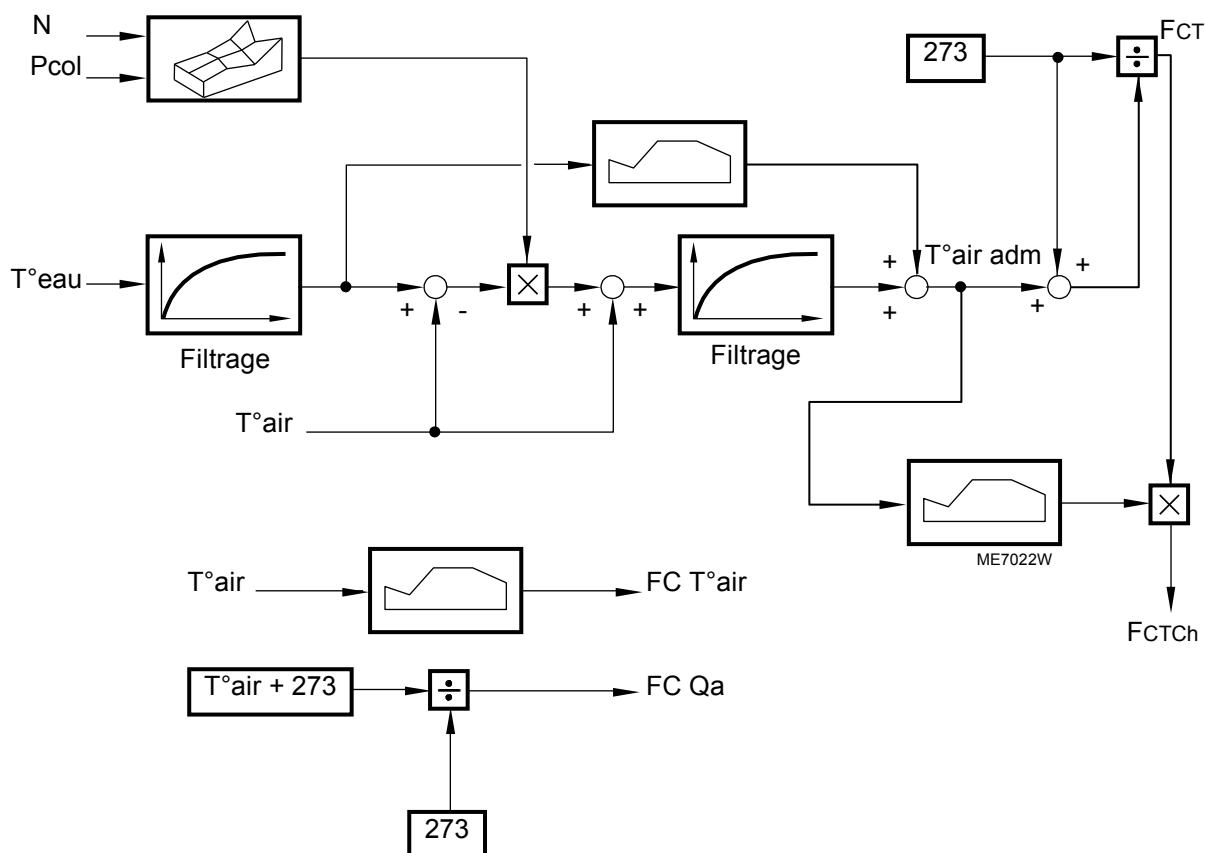
Le principe d'élaboration du facteur de compensation thermique est le suivant :

- on calcule l'écart de température  $\Delta T = T^{\circ}\text{eau} - T^{\circ}\text{air}$  ; cet écart est corrigé par un facteur de correction issu d'une cartographie N/Pcol afin de tenir compte de l'influence du débit, puis s'ajoute à  $T^{\circ}\text{air}$ . On obtient donc la valeur  $(\Delta T + T^{\circ}\text{air})$ . Pcol est la pression absolue collecteur calculée. Il est à noter qu'on utilise une valeur filtrée de  $T^{\circ}\text{eau}$  afin de ne pas avoir une montée trop rapide de  $(\Delta T + T^{\circ}\text{air})$  lors de la phase de mise en action,
- la valeur  $(\Delta T + T^{\circ}\text{air})$  est alors filtrée afin de ne pas changer brusquement lors de variations de charge soudaines. En effet, lors de variations de charge, le nouvel équilibre thermique (Température d'air à proximité de la soupape d'admission) se crée en quelques secondes,
- ensuite vient éventuellement s'ajouter un offset  $f(T^{\circ}\text{eau filtrée})$ . Sur certains moteurs, alors qu'ils sont en phase de mise en action, on peut constater que la température d'air à la soupape d'admission est supérieure à la température moteur ( $T^{\circ}\text{eau}$ ). Ceci peut être dû par exemple au croisement des soupapes, d'où l'utilité de cet offset qui doit absolument être **égal à zéro moteur chaud**,
- nous disposons dorénavant de la température  $T^{\circ}\text{air adm}$  qu'il faut convertir en  $^{\circ}\text{K} \Rightarrow T^{\circ}\text{air adm } ^{\circ}\text{K} = T^{\circ}\text{air adm } ^{\circ}\text{C} + 273$ ,
- l'opération  $\frac{273}{T^{\circ}\text{air adm } ^{\circ}\text{K}}$  nous donne le facteur de compensation thermique FCT ; pour finir, il est corrigé par un facteur issu d'une table  $f(T^{\circ}\text{air adm})$ .  
 $\Rightarrow$  on obtient  $\text{FCT}_{\text{Ch}}$  = facteur de compensation thermique dans la chambre.

Par ailleurs on calcule les facteurs suivants :

- $\text{FC } T^{\circ}\text{air}$  = facteur de correction de densité pour le calcul des flux au niveau du boîtier papillon,
- $\text{FC } Q_a$  = facteur de correction  $f(T^{\circ}\text{air})$  utilisé pour convertir la masse d'air en pression collecteur.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE



Le filtrage est de la forme :

Valeur filtrée(t) = valeur filtrée (t-1) + K (valeur brute(t) – valeur filtrée(t-1)).

*Nota : La présence d'un dispositif d'EGR obligerait à corriger la température d'air, compliquant ainsi le calcul.*

### III - CALCUL DES DEBITS ENTRANTS

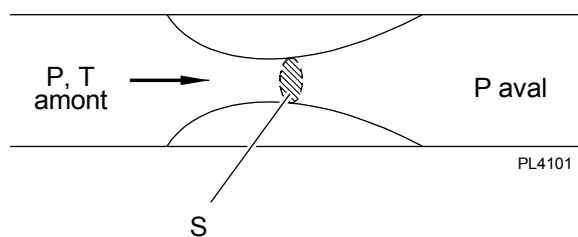
Les débits parvenant au boîtier papillon sont au nombre de deux :

- le débit d'air pur en provenance du filtre à air,
- le débit de gaz en provenance de l'électrovanne de purge canister.

Pour le deuxième cas, on considère que seulement 1/46<sup>ème</sup> environ de l'ensemble du flux volumique (f(Rco vanne de purge)) parvenant dans le collecteur peut être composé de particules de carburant. Aussi, par principe, on assimile le débit de gaz traversant la vanne de purge à de l'air pur, ce qui provoquera une erreur négligeable sur l'estimation du débit, même dans le cas d'un canister fortement chargé en vapeurs d'essence.

Pour estimer le débit d'air qui traverse le boîtier papillon (ou la vanne de purge), on s'appuie sur le modèle de Saint-Venant :

$$Q_{air} = \frac{\text{Aire efficace} \times P_{amb}}{\sqrt{T_{amb}}} \times C_{fe} (P_{col}/P_{amb})$$



**Hypothèse :** On suppose que l'air est un gaz parfait, et que l'écoulement est isentropique.

L'aire efficace est la section S à travers de laquelle circule le débit que l'on cherche. Sa formule est (Ath x Cd), c'est à dire surface découverte x coefficient de débit.

Pamb et Tamb, respectivement pression ambiante et température ambiante.

Pcol est la pression collecteur en aval du papillon.

Cfe : coefficient de débit surfacique  $f \left( \frac{P_{col}}{P_{amb}} \right)$

$$\text{si } \frac{P_{col}}{P_{amb}} \geq \left( \frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\gamma / (\gamma - 1)} = 0,528 \text{ pour } \gamma = 1,4$$

Alors (écoulement subsonique)

$$C_{fe} \left( \frac{P_{aval}}{P_{amont}} \right) = \frac{1}{\sqrt{R}} * \left( \frac{2\gamma}{\gamma - 1} * \left\{ \left[ \frac{P_{aval}}{P_{amont}} \right]^{2/\gamma} - \left[ \frac{P_{aval}}{P_{amont}} \right]^{(\gamma + 1)/\gamma} \right\} \right)^{1/2}$$

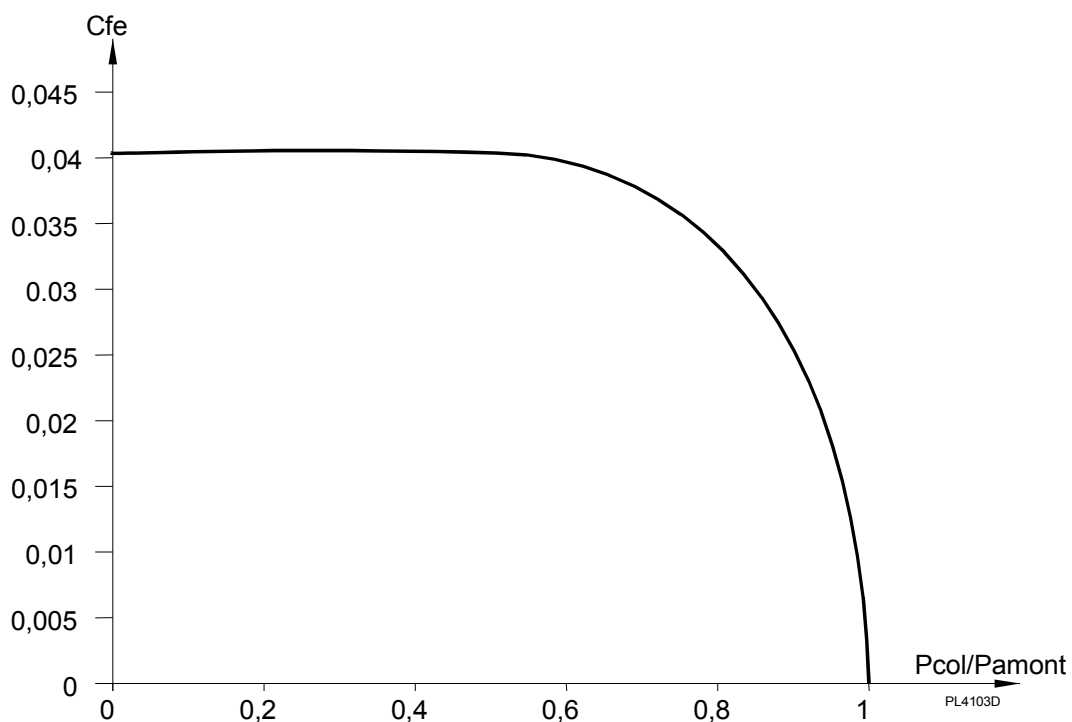
Sinon (écoulement sonique)

$$C_{fe} \left( \frac{P_{aval}}{P_{amont}} \right) = \frac{1}{\sqrt{R}} * \left( \gamma + \left[ \frac{2}{\gamma + 1} \right]^{(\gamma + 1)/(\gamma - 1)} \right)^{1/2}$$

*Nota : R : constante des gaz parfaits*

Une courbe donne la valeur de  $C_{fe}$  en fonction du ratio  $\frac{P_{col}}{P_{amont}}$ .

### Exemple de courbe de $C_{fe}$ pour le boîtier papillon







- Une table, avec pour variable d'entrée le RCO réellement appliqué à la vanne, donne le débit massique normalisé, c'est à dire pour :

$T^{\circ}$  amont =  $0^{\circ}\text{C}$  ( $273^{\circ}\text{K}$ )

Pression amont = 1013 hPa

$R_{\text{pres}} < 0,6$

- Le débit massique normalisé est corrigé multiplicativement en tenant compte de :

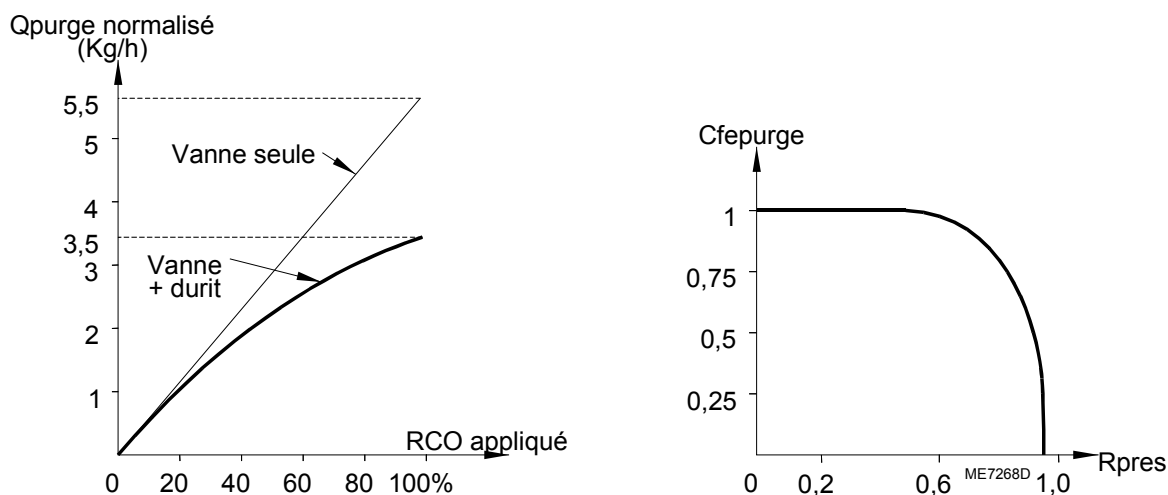
- l'altitude par  $F_{\text{CALT}}$ ,
- la température ambiante par  $F_{\text{CTair}}$ ,
- $C_{\text{fe}}$  purge fonction du  $R_{\text{pres}}$ .

**Particularité :** A proximité de la pleine charge, le rapport  $R_{\text{pres}}$  étant proche de 1, on n'obtiendra pas une valeur très précise du  $C_{\text{fe}}$  correspondant. Aussi, à partir d'un  $C_{\text{fe}} \leq 0,45$  on utilise à la place de la table de  $C_{\text{fe}}$ , une cartographie (N,  $\alpha$  pap/but bas).

Par ailleurs, le calculateur détermine deux autres valeurs :

- le débit de la vanne pleinement ouverte  $Q_{\text{purge GO}}$  pour la fonction purge,
- le débit volumique  $D_{\text{purge diag}}$  utile pour le diagnostic de l'étanchéité réservoir (non appliqué).

### Exemples de courbes de $Q$ purge normalisé et de $C_{\text{fe}}$ purge



### Choix du RCO appliqué pour le calcul du débit

Le calcul du débit s'effectue toutes les 20 ms.

Le RCO utilisé doit être celui réellement appliqué à la vanne ; or, un changement de consigne de RCO a lieu environ à la moitié de la période de commande vanne. La nouvelle consigne ne pourra donc être appliquée qu'au prochain cycle de commande. Aussi, selon la période de commande, le calculateur choisit la consigne de RCO plus ou moins ancienne :

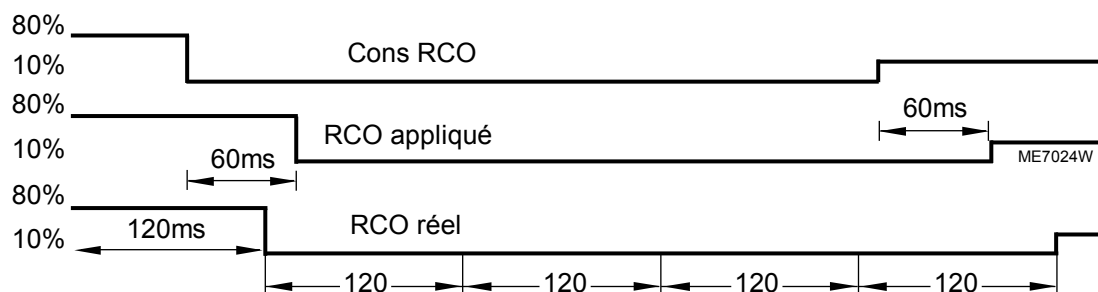
Si période < 60 ms  $\Rightarrow$  RCO appliqué = Cons RCO vieille de t – 20 ms (t-1).

Si 60 ms  $\leq$  période < 100 ms  $\Rightarrow$  RCO appliqué = Cons RCO vieille de t – 40 ms (t-2).

Si période  $\geq$  100 ms  $\Rightarrow$  RCO appliqué = Cons RCO vieille de t – 60 ms (t-3).

On constate qu'il s'agit de multiples de 20, qui est la valeur de récurrence de calcul de Q<sub>purge</sub>.

**Exemple :** Sur une période de commande de 120 ms, il a été décidé de refermer le vanne en faisant passer la consigne de RCO de 80% à 10%. Comme la période est de 120 ms (> 100), à l'instant t, RCO appliqué = Cons RCO à t-3 = t-60 ms = 80%. 20 ms plus tard, au prochain calcul de Q<sub>purge</sub>, le calculateur choisira RCO appliqué = Cons RCO t-60 ms = 10%.



## V - ADAPTATION A LA PRESSION AMBIANTE

Dans certaines stratégies comme le calcul de la charge, il est nécessaire de prendre en compte l'altitude.

Cela se fait essentiellement par le biais d'un facteur de correction d'altitude  $F_{CALT}$ . Ce bloc de calcul fournit également les grandeurs suivantes :

- facteur de pression en amont du papillon  $F_{PAm\ pap}$ ,
- pression atmosphérique  $P_{atmo}$ ,
- pression en amont du papillon calculée par le bloc "adaptation à la pression ambiante"  $P_{am\ pap\ adapt\ pamb}$ .

Le calcul des deux facteurs reposent sur la mesure de la pression absolue, dans les conditions où celle-ci est théoriquement égale ou fortement proche de la pression atmosphérique ( $P_{atmo}$  dépend de l'altitude).

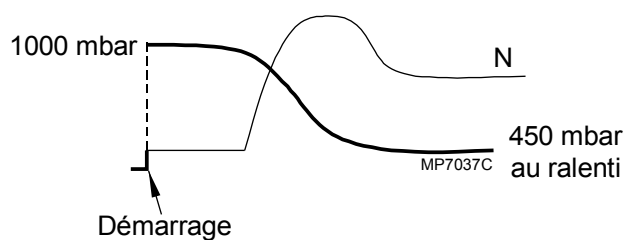
## A - CONDITIONS D'ADAPTATION A L'ALTITUDE

- A l'initialisation, et jusqu'à ce que le régime atteigne un seuil calibré (400 tr/mn généralement).
- Moteur tournant, dans le domaine de pleine charge si  $\alpha_{pap}/but\ bas$  dépasse un seuil  $f(N)$   $S_{\alpha pap\ N\ bas}$ , et reste en dessous d'un autre seuil  $f(N)$   $S_{\alpha pap\ N\ haut}$ , et qu'il n'y ait pas, bien-sûr, de défaut sur le capteur de position papillon.

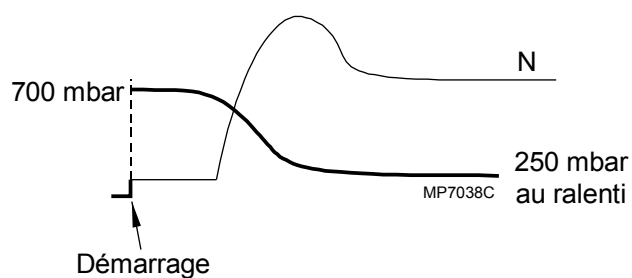
Le seuil d'entrée en adaptation à l'altitude est variable : En effet, l'angle papillon n'a pas besoin d'être forcément grand ouvert pour que Pression aval = pression atmosphérique. Mais le seuil d'ouverture papillon ne peut pas être fixe, car papillon fortement ouvert, l'aspiration du moteur et donc  $P_{ab}$  varie avec le régime. Plus  $N$  augmente, plus  $P_{ab}$  diminue  $\Rightarrow$  pertes de charge.

En général, on tolère même des angles papillon pour lesquels  $P_{ab}$  est inférieure de 10% à  $P_{atmo}$ .

Evolution de Pab en fonction du régime au démarrage

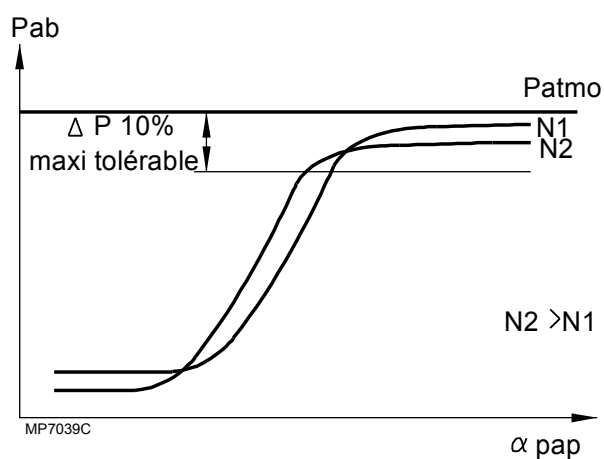


**Au niveau de la mer**

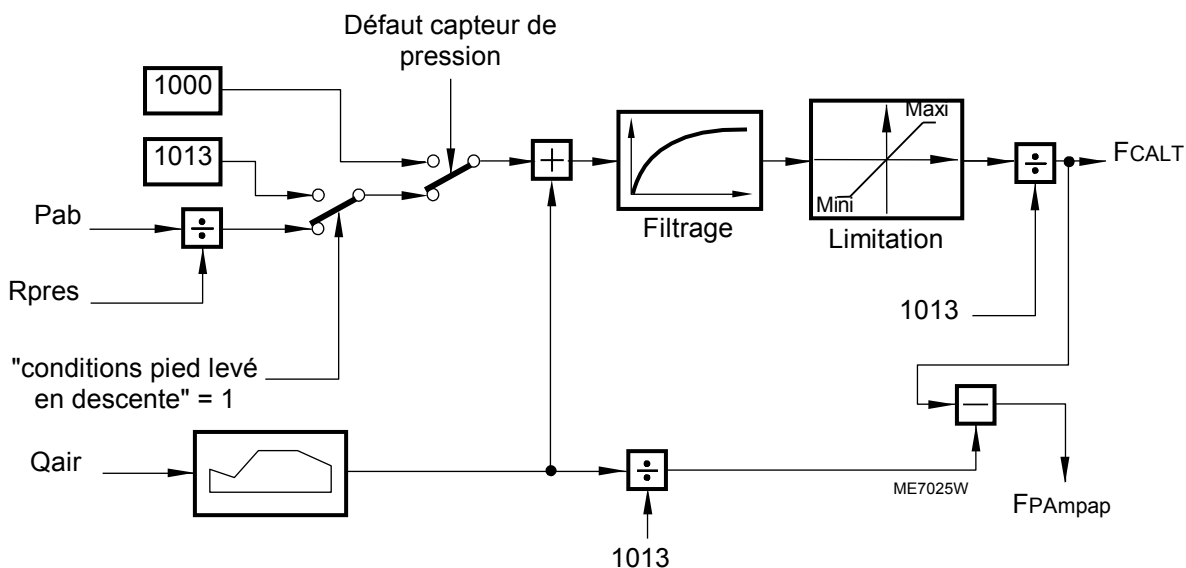


**A 3000 m d'altitude**

Evolution de Pab en fonction de  $\alpha_{pap}$



## B - CALCUL DE L'ADAPTATION



Pour calculer l'adaptation à l'altitude on utilise les variables d'entrée suivantes :

- la pression absolue Pab provenant du capteur de pression,
- le rapport de pression  $R_{pres} = \frac{P_{col}}{P_{ampap}}$  en provenance du bloc "Calcul des débits massiques dans l'admission",
- le débit d'air massique Qa en provenance du bloc "Modélisation de la tubulure d'admission".

Le schéma ci-dessus mérite bien des explications :

- on sait que si la pression en aval du papillon est différente de la pression en amont (Patmo) alors,  $P_{aval} = a \times P_{amont}$  avec  $a = \text{"rapport des pressions"}$ .  $a = \frac{P_{aval}}{P_{amont}}$  et  $P_{amont} = \frac{P_{aval}}{a}$ ,

- en partant de ce principe, lorsque l'on est dans des conditions d'adaptation, on relève  $P_{ab}$  ; mais pour apprendre donc mettre à jour le plus souvent possible l'altitude, les seuils d'ouverture papillon  $f(N)$  sont abaissés. La pression du capteur  $P_{ab}$  n'est donc par forcément égale à la pression atmosphérique, mais bien souvent plus ou moins inférieure. Pour obtenir une valeur exacte de la pression en amont du papillon, donc de  $P_{atmo}$ , il suffit de diviser  $P_{ab}$  par le rapport de pression  $R_{pres}$ .

En effet,  $R_{pres} = \frac{P_{col}(P_{aval})}{P_{am\ pap}(P_{amont})} = a$  ;  $R_{pres}$  n'est pas constant mais mis à jour régulièrement par le bloc de calcul dont il est issu.

Diviser  $P_{ab}$  par  $R_{pres}$  donne un résultat très précis, mais à condition que  $R_{pres}$  soit lui même évalué correctement ; or certains moteurs présentent des phénomènes pulsatoires en pleine charge ; ceci perturbe l'évaluation de  $R_{pres}$ , faussant par là même le calcul de la pression atmosphérique.

Suivant les moteurs, on peut choisir le remède parmi trois solutions :

- le moteur ne présente pas de pulsations → on peut toujours apprendre la pression atmosphérique par la méthode  $P_{ab}/R_{pres}$  ⇒ quel que soit le régime,  $S_{\alpha\ pap\ N\ haut} = 100\%$ ,
- le moteur présente des pulsations,
  - en fonction de  $N$ , on supprime l'apprentissage pour  $\alpha\ pap/but\ bas > S_{\alpha\ pap\ N\ haut}$  ou,
  - $S_{\alpha\ pap\ N\ haut} = 100\%$  quel que soit la valeur de  $N$ , mai en contre partie, dès que  $R_{pres} \geq 0,95$  on apprend la pression atmosphérique par la méthode  $P_{ab}/1$  (condition " $\alpha\ pap > \alpha\ pap\ 95\%$  de remplissage").

- à la pression atmosphérique trouvée s'ajoute ensuite la perte de charge due au filtre à air, en fonction de  $Q_a$ ,

- la pression atmosphérique ainsi corrigée est filtrée ; le filtrage est de la forme Valeur filtrée (t) = Valeur filtrée (t-1) + K (valeur brute – valeur filtrée (t-1)) K est une valeur calibrée unique K1 en fonctionnement normal.

Le filtrage permet d'obtenir une valeur fiable, à l'abri des fluctuations de pression.

- après un bornage mini-maxi calibré, on fait le rapport  $\frac{P_{atmo\ calculée}}{1013}$ , 1013 étant la pression atmosphérique de référence,

→ on obtient le facteur de correction d'altitude  $F_{CALT}$ ,

→ si on retire de  $FCALT$ , l'offset dû à la perte de charge filtre à air  $\frac{PdC f(Q_{air})}{1013}$ , on obtient le facteur de pression en amont du papillon  $FP_{Ampap}$ .

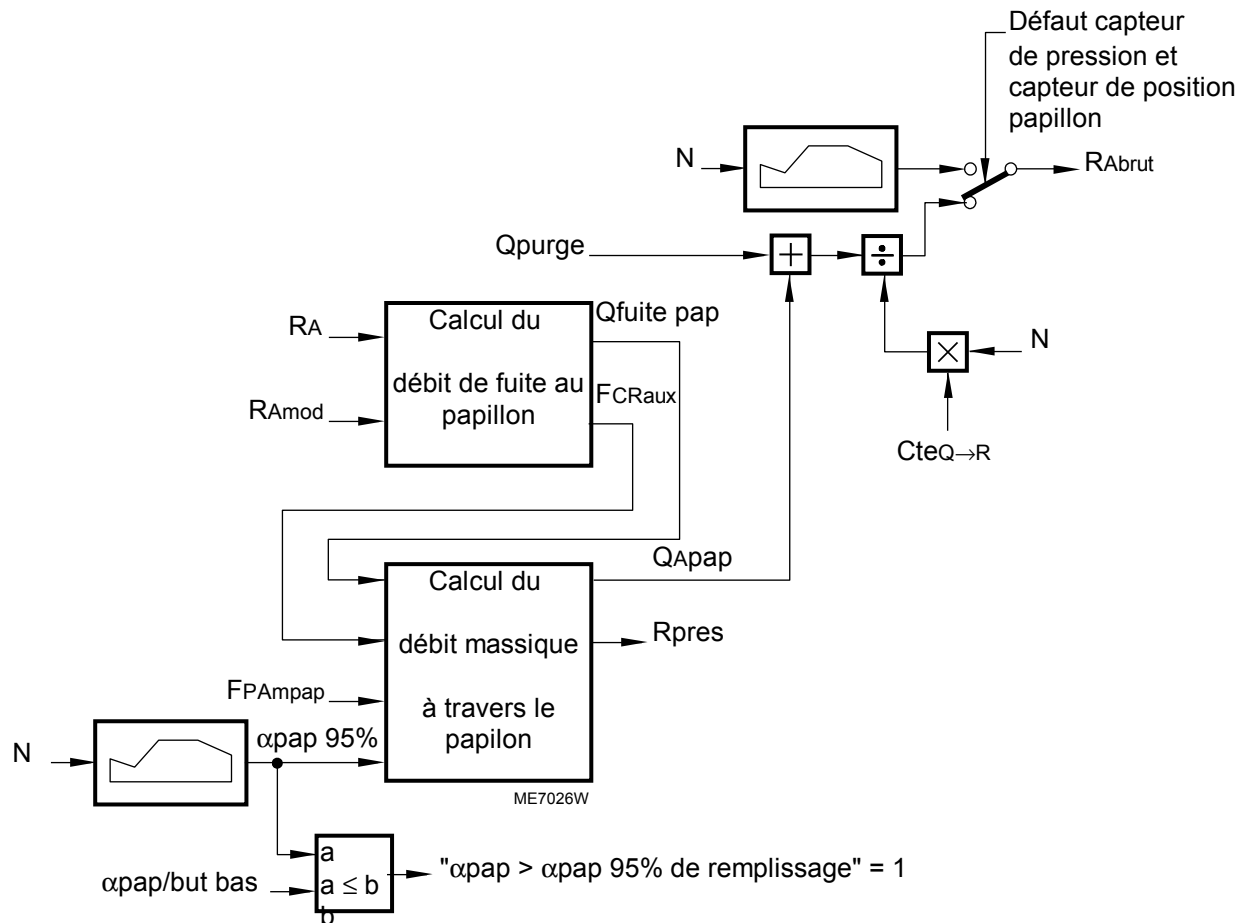
**Particularité :** Si il y a reconnaissance d'altitude ( $FCALT < 1$ ) et coupure en décélération ou (condition de ralenti et  $V_{véh} > 10$  kmh et pas de défaut sur  $V_{véh}$ ), on est en condition "pied levé en descente". Dans ce cas, par un coefficient de filtrage calibré  $K2$  spécifique, on amène la pression atmosphérique progressivement à 1013 hPa, donc progressivement  $FCALT$  à 1. Ceci est utile lors d'un long parcours montagneux en descente.  $K2' = \text{valeur calibrée } K2 \times \text{valeur corrective } f(V_{véh})$ .

**Calcul des pressions :** En toute logique,  
 $FCALT \times 1013 = Patmo$   
 $FPampap \times 1013 = Pam \text{ pap adapt pamb}$



## VI - CALCUL DES DEBITS MASSIQUES DANS L'ADMISSION

### A - VUE D'ENSEMBLE



$\alpha_{pap\ 95\%}$  = Angle papillon pour lequel on atteint 95% du remplissage.

$FP_{am\ pap}$  = Facteur de pression en amont du papillon issu du bloc "Adaptation à la pression ambiante".

$Q_{fuite\ pap}$  = Débit massique d'air de fuite à travers le papillon.

$FC_{raux}$  = Facteur correctif de remplissage auxiliaire.

$RA$  = Remplissage relatif en air.

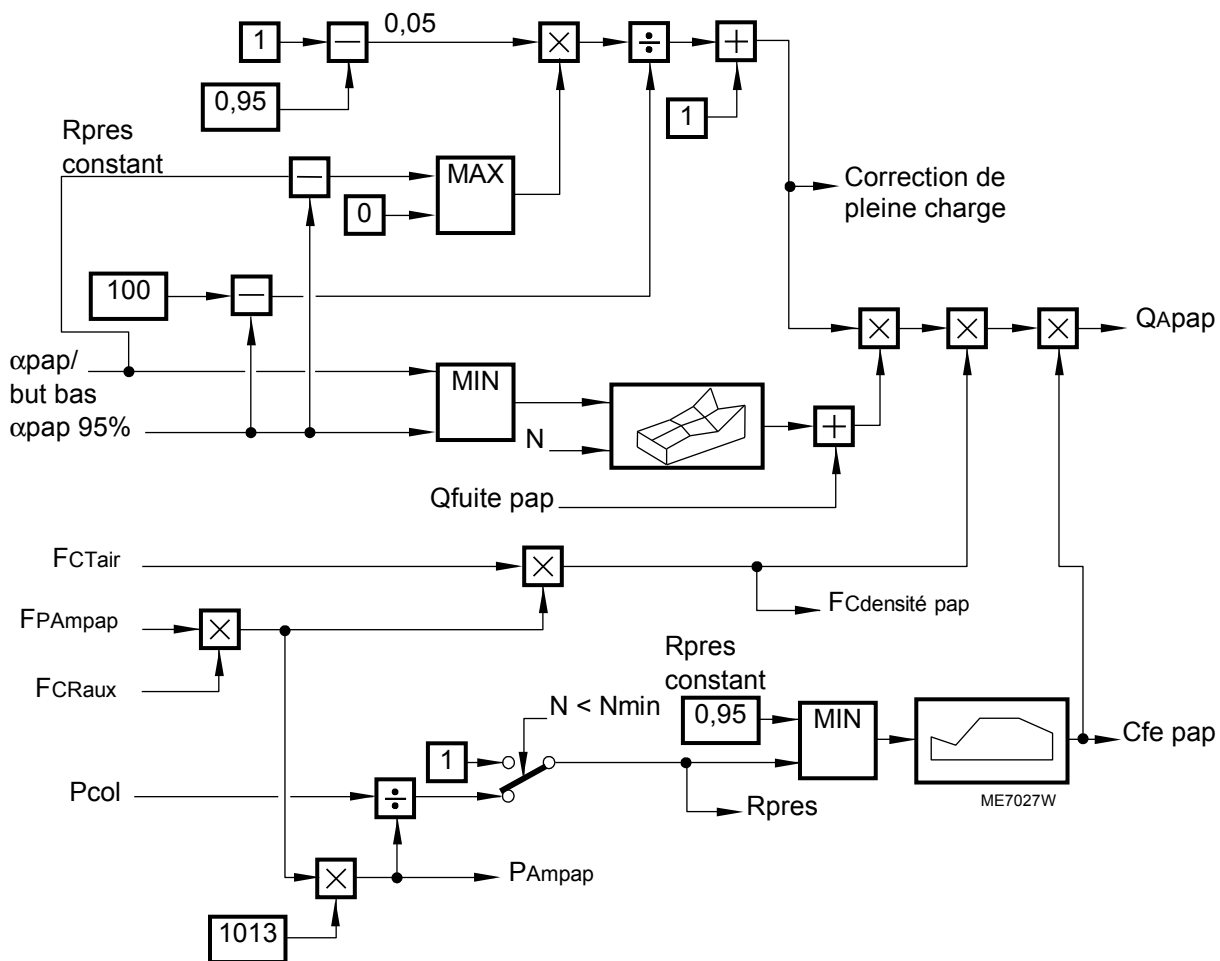
$RA_{mod}$  = Remplissage relatif en air modélisé }  
 $RA_{brut}$  = Remplissage relatif en air brut. } issus du bloc "modélisation de la tubulure d'admission"

$Q_{pap}$  = Débit massique d'air à travers le papillon.

$R_{pres}$  = Rapport de pression =  $P_{col}/P_{am\ pap}$ .

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - CALCUL DU DEBIT AU NIVEAU PAPILLON



Décortiquons dans l'ordre, ce schéma compliqué en apparence :

- une cartographie ( $N$ ,  $\alpha$  pap/but bas) permet d'obtenir le débit massique normé à travers le papillon ; les conditions de référence sont :
  - $T^{\circ}\text{amont} = 0^{\circ}\text{C}$  ( $273^{\circ}\text{K}$ )
  - Pression amont papillon = 1013 hPa.
  - $R_{pres} < 0,528$

$\alpha$  pap/but bas en entrée de cartographie est limité à  $\alpha$  pap 95%.

Si l'ouverture du papillon est très proche ou égale à la position ralenti, pour plus de précision, on fait intervenir le débit dit "de fuite"  $Q$  fuite pap.

D'ailleurs, pour  $\alpha$  pap/but bas = 0, la valeur cartographique est nulle.

Si l'ouverture du papillon est supérieure à l'angle  $\alpha$  pap 95%, le débit cartographié sera corrigé de façon multiplicative par le biais de la correction de pleine charge.

- vient ensuite une correction multiplicative comprenant la correction de température d'air  $F_{CTair}$ , et la correction altimétrique. Celle-ci se compose du facteur de pression en amont papillon (adaptation à la pression ambiante), et d'un facteur correctif de remplissage auxiliaire  $F_{CRaux}$ ,

- enfin, une table dont la variable d'entrée est le rapport de pression  $R_{pres}$ , donne le coefficient de débit surfacique  $C_{fe}$  pap.

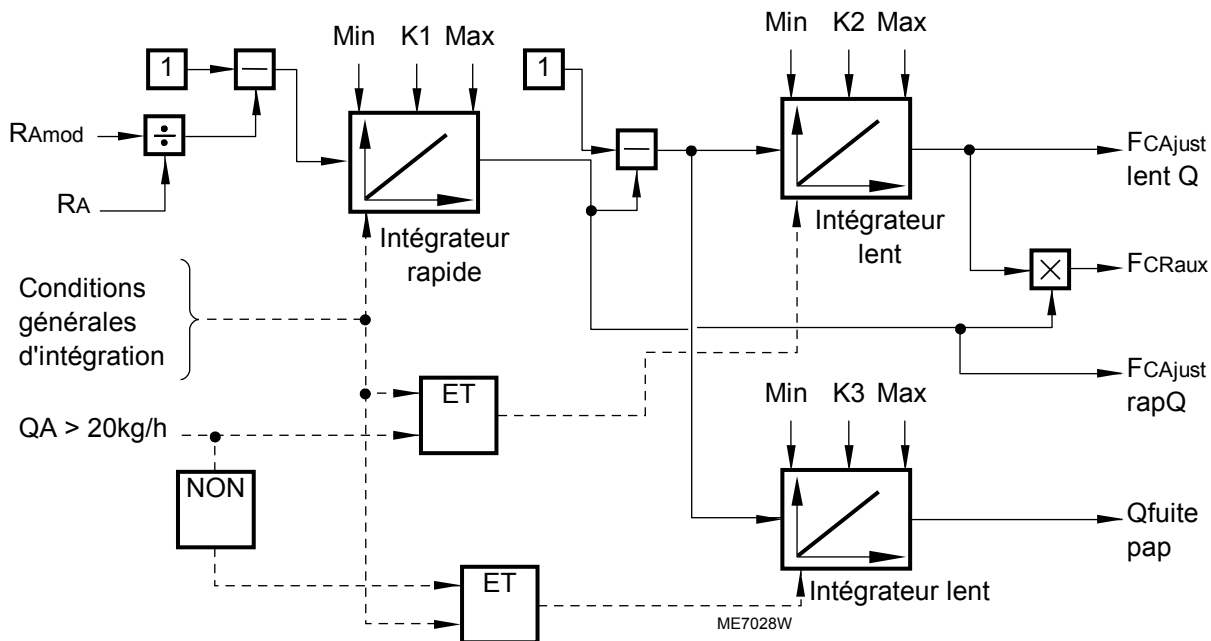
La pression en amont du papillon  $P_{Am}$  pap est égale au facteur de pression en amont papillon, (prise en compte de la pression atmosphérique), corrigé par  $F_{CRaux}$  ; ce facteur global est alors multiplié par la pression atmosphérique de référence de 1013 hPa.

**Remarque :** Il y a un bouclage complexe entre ce bloc de calcul des débits massiques, et le bloc d'adaptation à la pression ambiante.

Ce dernier fournit la valeur  $F_{Pampap}$  au premier, qui la corrige par  $F_{CRaux}$  ; cela modifie  $P_{ampap}$ , donc le calcul de  $[P_{ab}/R_{pres}]$  et par suite la valeur de  $F_{Pam}/pap$ .

Pour débiter le calcul de  $F_{Pampap}$  à partir de l'initialisation,  $R_{pres} = 1$  tant que  $N < \text{"régime mini"}$ .

## C - CALCUL DU DEBIT DE FUITE PAPILLON



FCAjust lent Q = Facteur correctif d'ajustement lent du flux massique.

FCAjust rap Q = Facteur correctif d'ajustement rapide du flux massique.

L'intégration est de la forme valeur de sortie (t) = Valeur de sortie (t-1) + K.valeur d'entrée (t).

La valeur de sortie de chaque intégrateur est bornée à une valeur mini et une valeur maxi calibrées.

Le coefficient d'intégration K3 est une valeur fixe calibrée ; les coefficients K1 et K2 sont chacune issus d'une table dont la variable d'entrée est Pcol/Pam pap adapt pamb.

**Conditions générales d'intégration pour les trois intégrateurs**

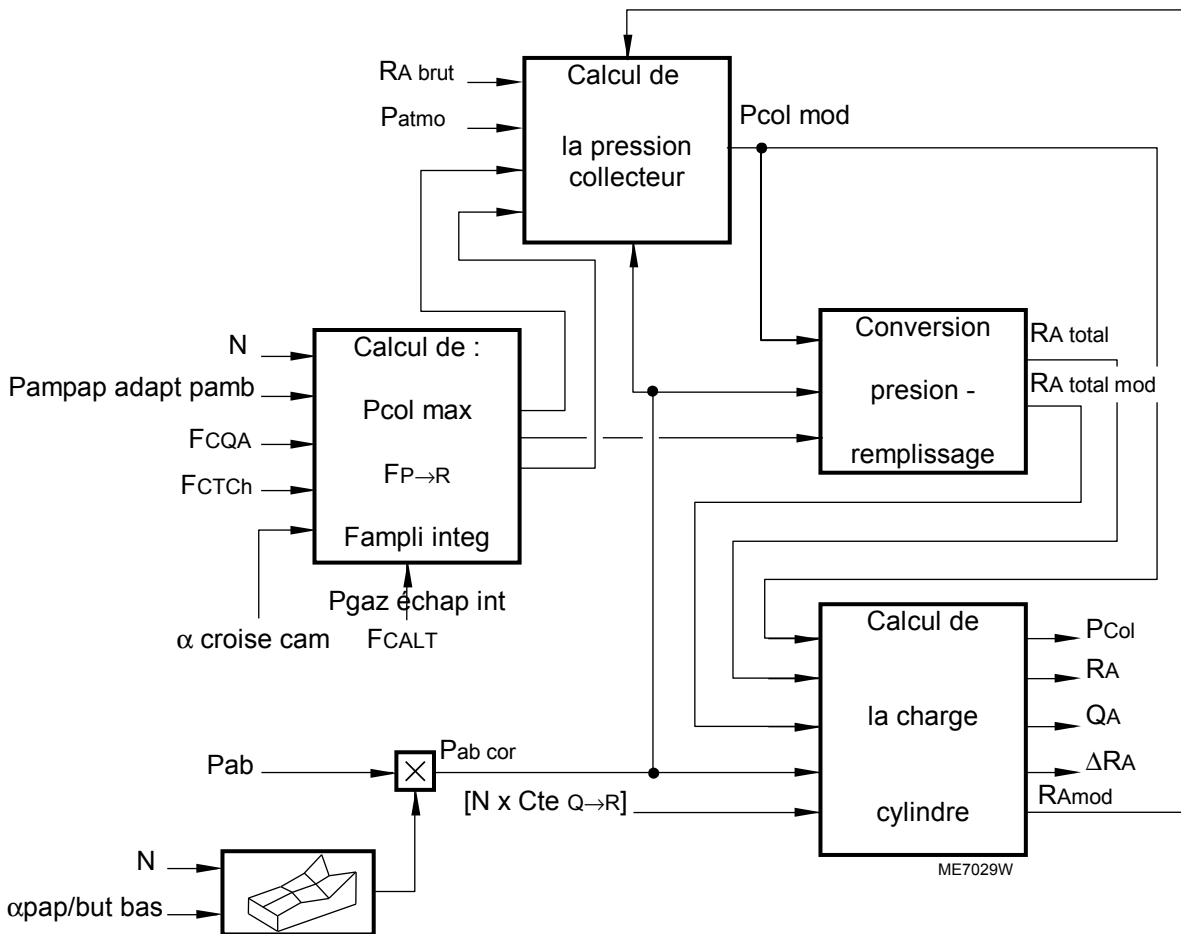
- Pas de défauts sur capteur de pression ou capteur de position papillon.
- Démarrage terminé depuis un certain temps calibré.
- Pas de tests de purge canister en cours.
- La fonction convertissant le remplissage de consigne en ouverture papillon n'a pas stoppé l'intégration de FCRAux.

**Principe :**

Le but est de réaligner le signal de charge principal sur le signal de charge secondaire. L'intégrateur rapide réagit face à l'écart entre la valeur idéale 1 et la valeur réelle du rapport entre le remplissage réel RA calculé à partir du signal de pression, et le remplissage modélisé RAMod. Avec une récurrence de calcul de 10ms, l'intégrateur délivre en sortie le facteur FCAjust rap Q ; celui-ci permet de corriger rapidement le facteur FPampap, donc PAm pap, et par là même l'adaptation à la pression ambiante. Ensuite, deux intégrateurs avec une récurrence de calcul de 1s, traitent l'écart  $(1 - FCAjust rap Q)$ . Pour un débit d'air faible inférieur ou égal à 20 kg/h, un intégrateur donne le débit de fuite passant par le papillon en position ralenti, donc très proche de la butée basse. L'autre fournit un facteur correctif lent de dérive. Le produit de FCAjust lent Q par FCAjust rap Q donne le facteur de correction de remplissage auxiliaire FCRAux.

## VII - MODELISATION DE LA TUBULURE D'ADMISSION

## A - VUE D'ENSEMBLE



$RA_{total}$  = remplissage relatif total calculé à partir de la pression absolue.

$RA_{total\ mod}$  = remplissage relatif total calculé par modélisation.

$\alpha\ croise\ cam$  = angle de croisement de cames issu de la fonction "distribution variable".

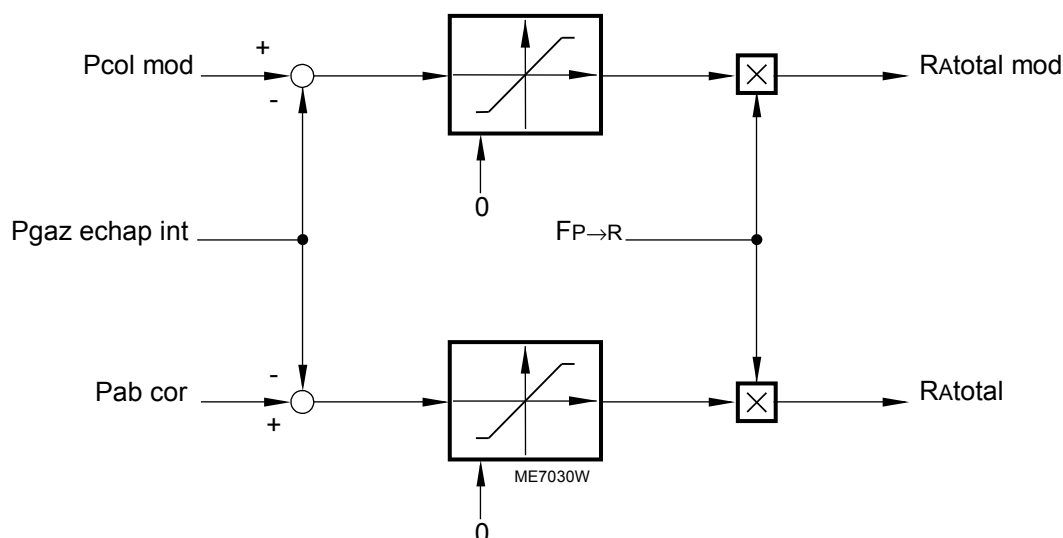
$Pcolmod$  = pression collecteur modélisée.

$RA_{brut}$  = remplissage relatif en air brut en provenance du bloc "Calcul des débits massiques dans l'admission".

$FCTch$ ,  $FCQA$  et  $Pampap\ adapt\ pamb$  sont issus du bloc "adaptation à la pression ambiante". Une cartographie ( $N$ ,  $\alpha\ pap/but\ bas$ ) est prévue pour corriger  $Pab$  dans le cas où, lors de la mise au point, on constaterait que  $RA_{total\ mod}$  ne correspond pas exactement à  $Pab$ . Cette cartographie pallie donc à un manque de précision de la formule de conversion.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - CONVERSION PRESSION-REMPLISSAGE (CHARGE)

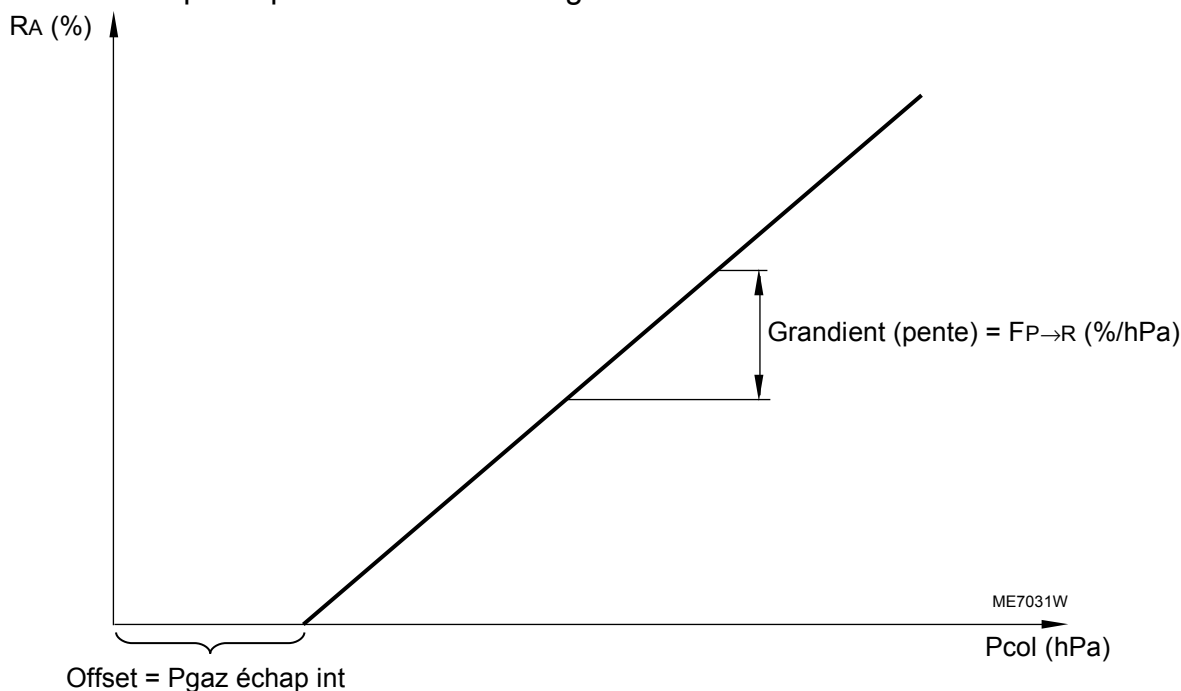


Comme dans un dispositif classique, on exploite la relation directe entre la pression régnant dans le collecteur et le remplissage du cylindre.

$FP \rightarrow R$  (facteur de conversion pression  $\rightarrow$  remplissage) est la pente de la droite de remplissage.

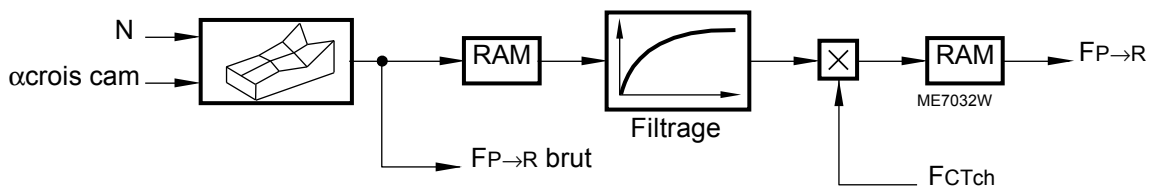
$P_{\text{gaz echap int}}$  (pression partielle des gaz d'échappement résiduels internes) est l'offset. En effet, lorsque les soupapes d'admission et d'échappement sont en bascule, une partie des gaz d'échappement est refoulée vers l'admission, puis réaspirée ensuite. Ce phénomène a toujours lieu ; il engendre l'offset et influe aussi sur la pente.

Le remplissage est justement qualifié de "total" car, lors de son calcul, est pris en compte la pression interne des gaz brûlés résiduels.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

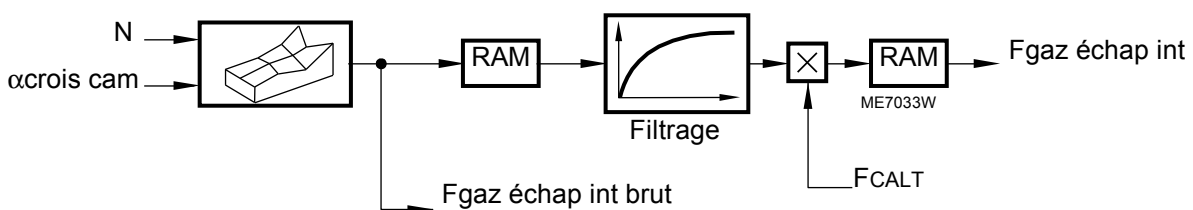
### Calcul du facteur de conversion $FP \rightarrow R$



Le filtrage est de la forme :

Valeur filtrée (t) = valeur filtrée (t-1) + K (valeur d'entrée (t) – valeur filtrée (t-1))  
avec K valeur fixe calibrée.

### Calcul de l'offset $P_{gaz\ échap\ int}$

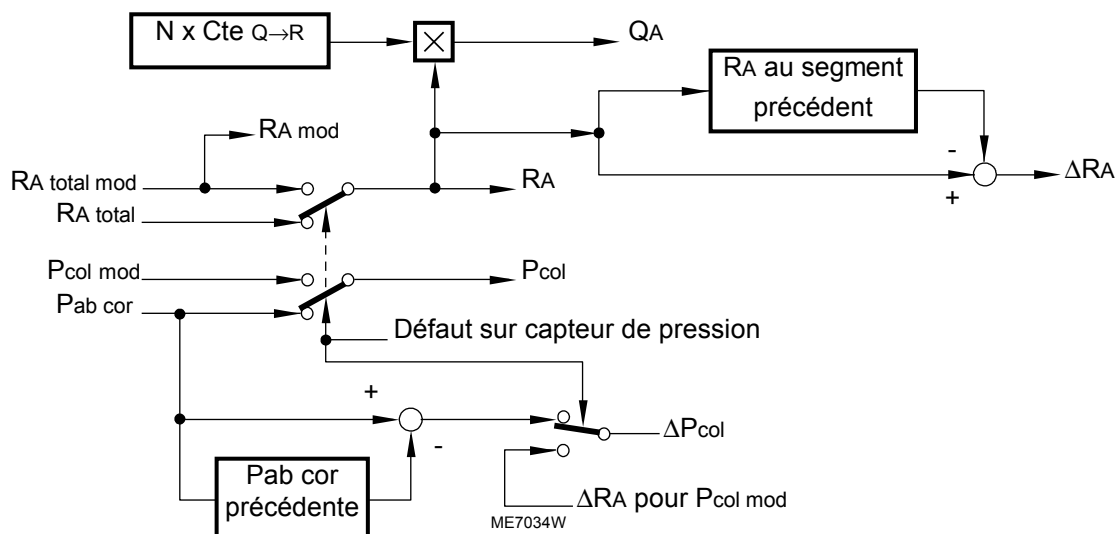


Filtrage identique à celui de  $FP \rightarrow R$

$\alpha$  Crois cam représente l'angle vilebrequin pendant lequel les soupapes d'admission et d'échappement sont en bascule. Cet angle détermine la section de passage à l'admission dont disposent les gaz brûlés résiduels ; or cet angle est variable (fonction distribution variable). Quant au régime, il représente le temps alloué aux gaz brûlés pour passer à l'admission.

## C - CALCUL DE LA CHARGE CYLINDRE

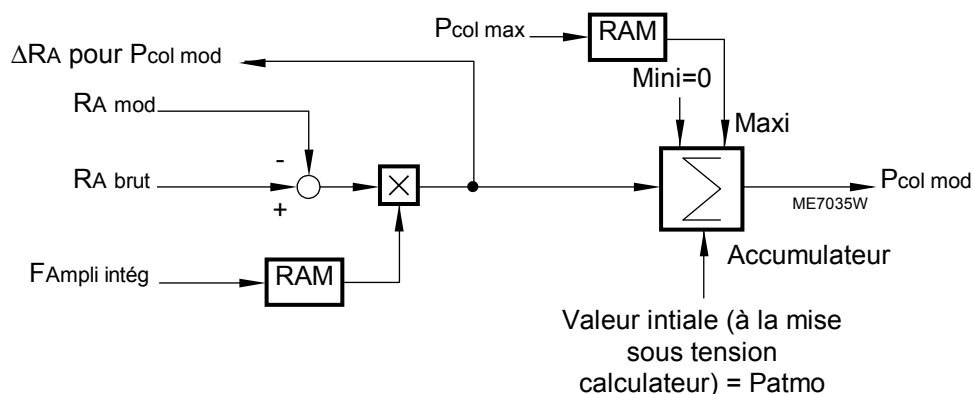
Sans dispositif EGR, le calcul est grandement simplifié.



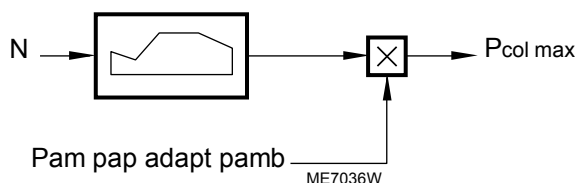
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE



## D - CALCUL DE LA PRESSION COLLECTEUR



$$F_{Ampli\ intég} = (\text{valeur calibrée}) \times FCQa \times Cte\ fixe\ (1013\ hPa)$$



La table adressée en régime est spécifique en cas d'une panne sur le capteur de pression.

Le principe de modélisation de la pression collecteur repose sur la capacité de stockage du collecteur d'admission. On a recours à un accumulateur dont la valeur d'entrée s'ajoute, et ceci à chaque segment moteur, à sa valeur courante. L'intégration est calée sur l'allumage, ainsi est prise en compte l'augmentation de la capacité de pompage du moteur lorsque le régime augmente.

On estime que la pression collecteur modélisée est fonction de la différence entre un remplissage brut issu des débits entrants, et un remplissage modélisé directement fonction de la dernière  $P_{col\ mod}$  calculée. Cette différence de remplissage prend donc en compte le phénomène de stockage du collecteur.

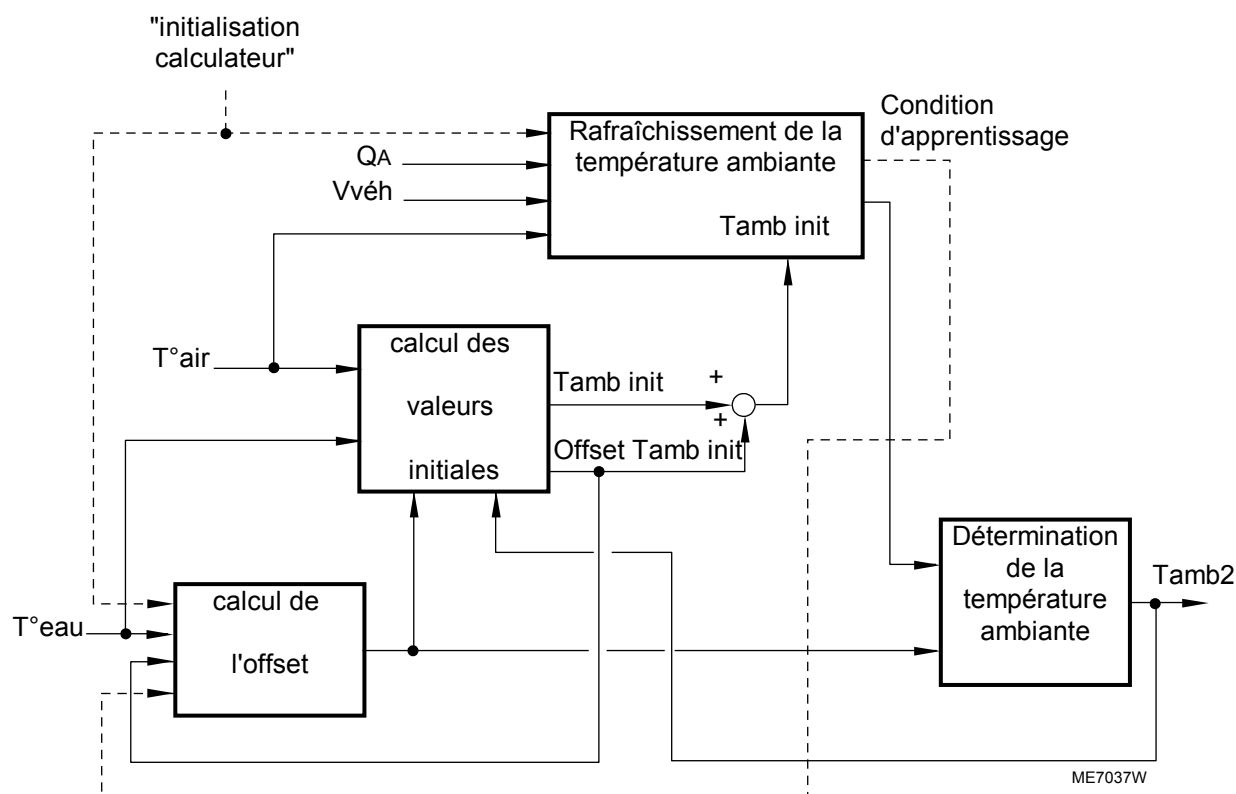
Là encore il y a bouclage :  $P_{col\ mod}$  permet de calculer  $RA\ mod$ , qui à son tour permet de remettre à jour  $P_{col\ mod}$ .

**Important :** La modélisation de la tubulure d'admission est toujours calculée, même si  $P_{col}$  et  $RA$  sont déterminés à partir de la pression absolue  $P_{ab}$  en provenance du capteur de pression.

## CALCUL DE VARIABLES DIVERSES

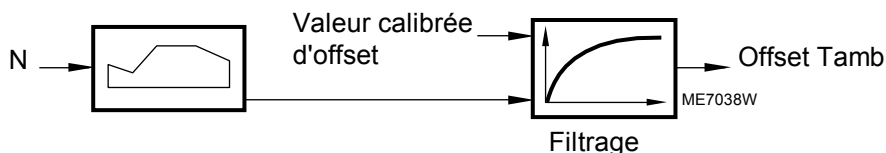
### I - CALCUL DE LA TEMPERATURE AMBIANTE

#### A - VUE D'ENSEMBLE



#### B - CALCUL DE L'OFFSET

La montée en température du moteur a une influence sur la température ambiante qui règne sous capot moteur. Il faut donc calculer un offset s'ajoutant à la température d'air T°air mesurée au niveau du boîtier papillon.

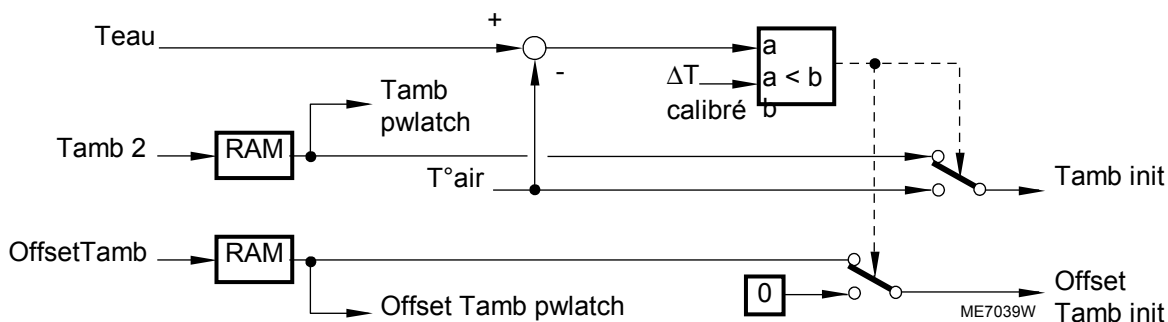


A l'initialisation du calculateur, offset Tamb = offset Tamb init.

Dès que l'apprentissage de la température ambiante est autorisé, offset Tamb est la valeur filtrée d'un offset statistique calibré entre Tamb et Tamb brut (Température ambiante sans lui ajouter l'offset). Le coefficient de filtrage K est issu d'une table adressée en température d'eau.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## C - CALCUL DES VALEURS INITIALES



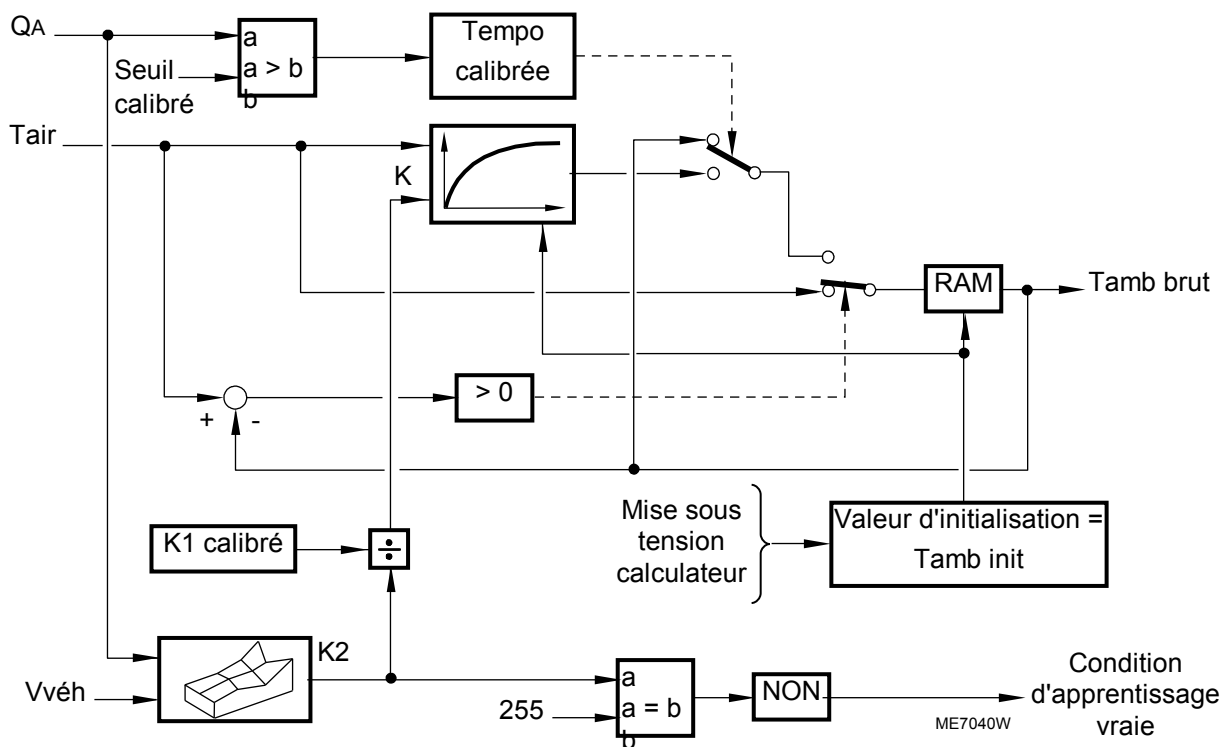
Si la différence entre  $T^{\circ}\text{eau}$  et  $T^{\circ}\text{air}$  est importante, le véhicule n'est pas resté longtemps à l'arrêt  $\Rightarrow$   $T_{\text{amb init}} = T_{\text{amb}} \text{ mémorisée à la coupure du contact} = T_{\text{amb pw latch}}$ .

$\text{Offset } T_{\text{amb init}} = \text{offset } T_{\text{amb}} \text{ mémorisé à la coupure du contact} = \text{offset } T_{\text{amb pw latch}}$ .

Par contre, si  $(T^{\circ}\text{eau} - T^{\circ}\text{air})$  est peu important ( $< \Delta T \text{ calibré}$ ), le véhicule est à l'arrêt depuis longtemps  $\Rightarrow T_{\text{amb init}} = T^{\circ}\text{air}$   
 $\Rightarrow \text{offset } T_{\text{amb init}} = 0$

*Nota : Les cellules RAM sont non volatiles.*

## D - RAFRAICHISSEMENT



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

Quand la condition d'apprentissage est vraie :

La RAM pour Tamb brut et le filtre pour le calcul de offset Tamb sont enclenchés.

Le rafraîchissement ne peut se faire que si la condition d'apprentissage est vraie ; pour cela, le coefficient de filtrage K2 ne doit pas être égal à 255.

Le principe du rafraîchissement est le suivant :

Si  $T^{\circ}\text{air}(t) \leq \text{Tamb brut}(t-1) \Rightarrow (T^{\circ}\text{air} - \text{Tamb brut}) \leq 0 \Rightarrow \text{Tamb brut}(t) = T^{\circ}\text{air}(t)$ .

Sinon,  $(T^{\circ}\text{air} - \text{Tamb brut}) > 0$ ,

alors Si  $QA > \text{Seuil calibré}$  et après une tempo calibrée écoulée,  $\text{Tamb brut}(t) = \text{Tamb brut}(t-1) + K1/K2 * (T^{\circ}\text{air}(t) - \text{Tamb brut}(t-1))$ ,

Sinon,  $\text{Tamb brut}(t) = \text{Tamb brut}(t-1)$ .

## E - CALCUL ET LIMITATION DE LA TEMPERATURE AMBIANTE

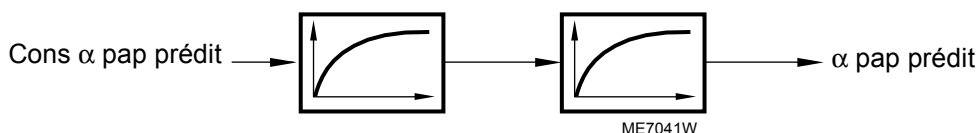
$\text{Tamb2} = \text{Tamb brut} + \text{offset Tamb}$ ,

Tamb2 est limitée à une butée mini négative et une butée maxi positive calibrées.

## II - MODELISATION DE L'ANGLE PAPILLON

Le calcul de la charge par le capteur de pression ne permet pas de traduire en temps réel des variations très rapides du remplissage.

La solution consiste à déterminer une position papillon prédite  $\alpha$  pap prédit à partir de la consigne d'angle papillon prédit Cons  $\alpha$  pap prédit. Cette grandeur est utilisée dans le calcul du temps d'injection.



Les deux filtres (forme de filtrage classique) permettent de reconstituer la dynamique papillon.  $\alpha$  pap prédit correspond à la consigne d'angle papillon en stabilisé.

### III - CALCUL DE LA CHARGE PREDITE

#### A - INTRODUCTION

Le remplissage prédit  $R_{\text{Apredit}}$  est utilisé pour les corrections d'injection en transitoires. Il est représentatif d'une charge moteur non pas instantanée, mais future.

Le remplissage est, par principe, calculé à partir de la pression régnant dans le collecteur. Plus précisément, la pression qui détermine le remplissage d'un cylindre, est celle qui règne dans le collecteur, lorsque le piston du cylindre concerné est au PMB admission. En effet, à cet instant Pression cylindre = pression admission.

#### **Le problème est le suivant :**

Pour un cylindre, on calcule son temps d'injection, dépendant notamment du remplissage, à la marque  $MR' 78^\circ$  vilebrequin avant PMH allumage. L'injection qui en résulte prend fin bien avant le PMH admission. Quand le piston, dans sa descente, atteint le PMB, le remplissage réel est directement lié à la pression collecteur instantanée ; or, celle-ci a peut-être évolué depuis que l'on a calculé le  $T_i$  pour ce cylindre.

#### **La solution est la suivante :**

A partir du futur angle de papillon  $\alpha_{\text{pap}}$  prédit, représentatif de ce que sera la charge moteur en stationnaire, ( $P_{\text{ab}}$  stabilisée), et en connaissant l'angle vilebrequin entre le moment où l'on calcule le  $T_i$  ( $MR'$ ), et le PMB admission du cylindre concerné, on peut calculer la pression collecteur qui règnera lors de ce PMB :  $P_{\text{col}}$  prédit.

Une simple formule de conversion permet alors de déterminer le remplissage prédit  $R_{\text{Apredit}}$ .

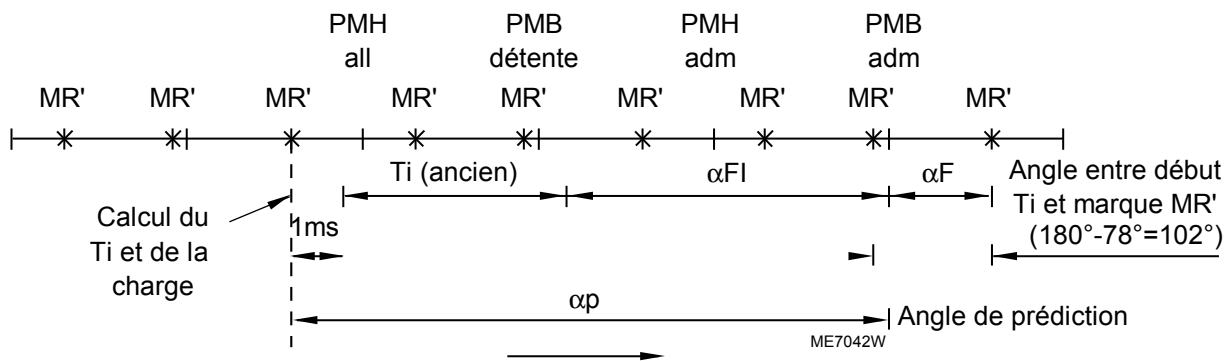
Cette modélisation se décompose en quatre blocs :

- calcul de l'angle de prédiction,
- première extrapolation de la pression collecteur,
- calcul de la pression prédite à partir de :
  - l'angle de prédiction,
  - l'angle de papillon prédit,
  - de la pression collecteur extrapolée.
- calcul du remplissage prédit.

## B - CONDITIONS DE PREDICTION

- Démarrage terminé depuis un certain temps calibré ou démarrage terminé et le moteur ne se trouve pas au ralenti et,
- pas de défauts sur le potentiomètre de position papillon ou,
- N n'est pas supérieur à 3520 tr/mn ou,
- on n'est pas en condition de non pilotage du moteur de papillon. ("Boîtier papillon non alimenté" = 1).

## C - DETERMINATION DE L'ANGLE DE PREDICTION



$\alpha_p$  se situe entre MR' à l'instant où l'on calcule le Ti et le future PMB en admission du cylindre concerné.

- On calcule d'abord l'angle entre MR' et le début de l'injection + 1ms (temps de calcul estimé).

Cet angle est égal à :

$$\left\{ \left( \left[ \frac{T_{ut}}{1} + \frac{T_{\phi}}{4} \right] + 1ms \right) * \frac{(N \times 0,006)}{\text{Vitesse angulaire}} \right\} + [\alpha FI + \alpha F]$$

Vilebrequin

On obtient un angle que l'on arrondit à un nombre entier de segments (720/6), c'est à dire un nombre entier de segments qui séparent le calcul du Ti et la marque MR' du cylindre considéré.

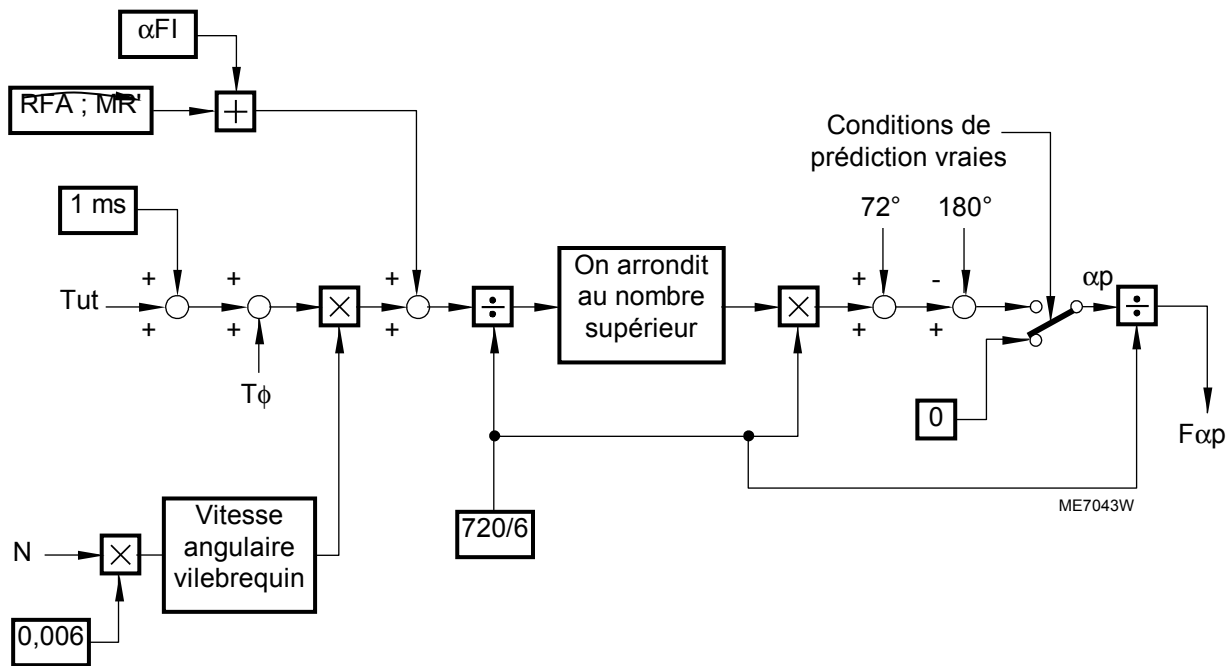
- Il ne reste plus qu'à soustraire un angle =  $180^\circ - 78^\circ = 102^\circ$ .

*Nota :  $\alpha FI$  = angle de fin d'injection déterminé par la fonction phasage.*

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

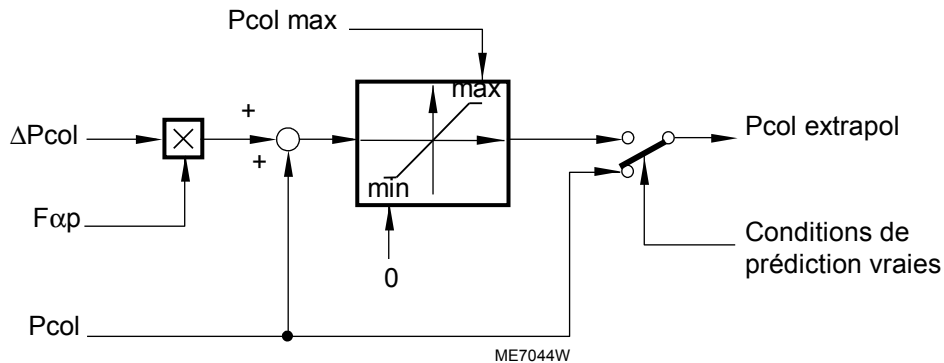
---

$\alpha F$  = angle fixe entre RFA et MR' utilisé également dans la fonction phasage.



$F_{\alpha p}$  : Facteur d'angle de prédiction.

#### D - PREMIERE EXTRAPOLATION DE LA PRESSION D'ADMISSION



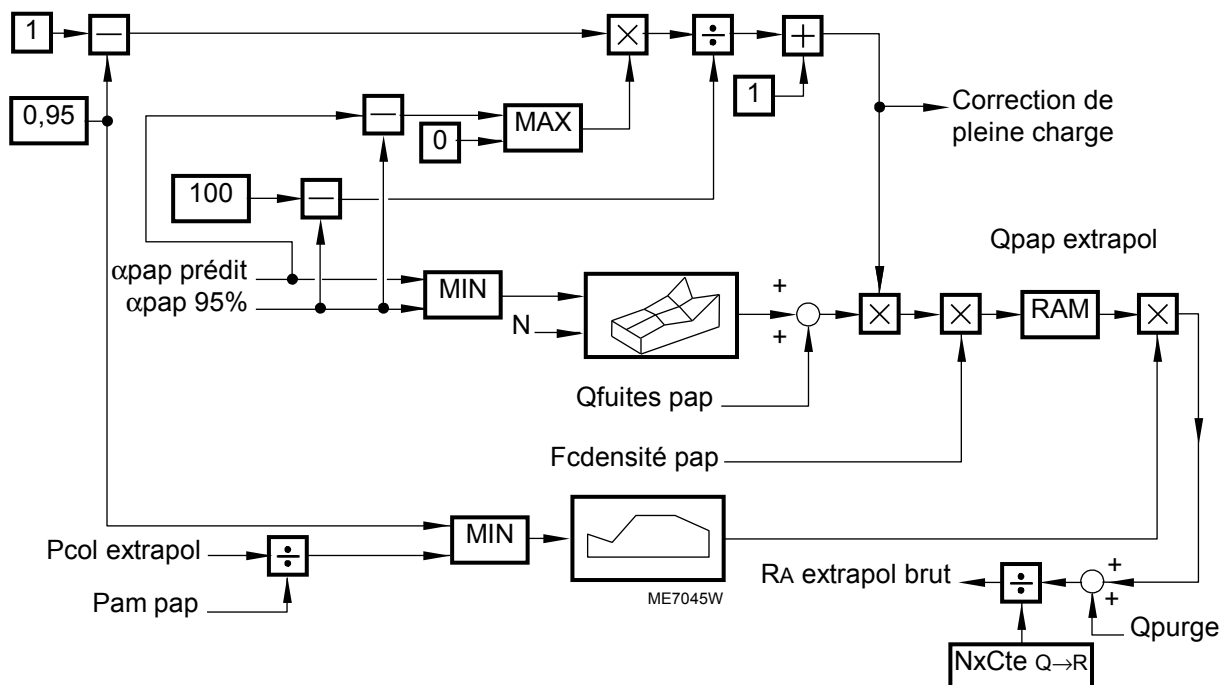
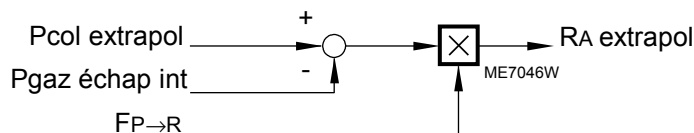
La prédiction de la pression collecteur s'appuie sur la variation de pression collecteur constatée sur un segment.



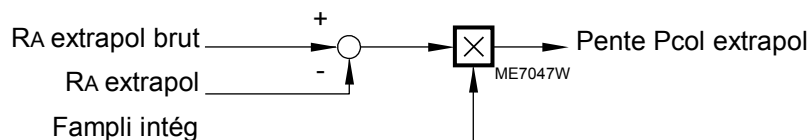
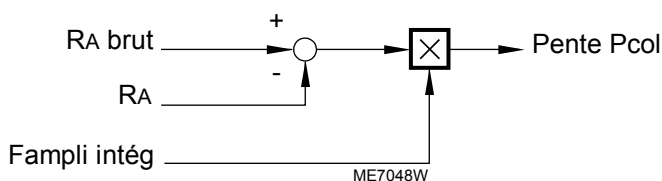
## E - CALCUL DE LA PRESSION COLLECTEUR PREDITE

## 1 - Détermination du remplissage par calcul du débit massique extrapolé entrant dans l'admission

On s'appuie à nouveau sur le modèle de Saint-Venant.

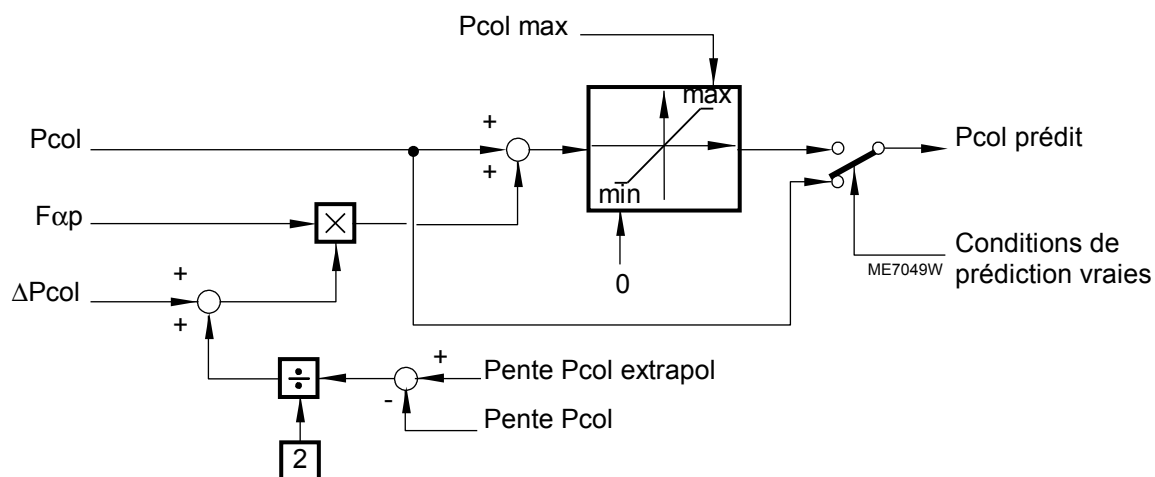
2 - Calcul du débit massique sortant de l'admission à l'aide  $P_{col} \text{ extrapol}$ 

## 3 - Calcul de la pente de pression d'admission modélisée par extrapolation

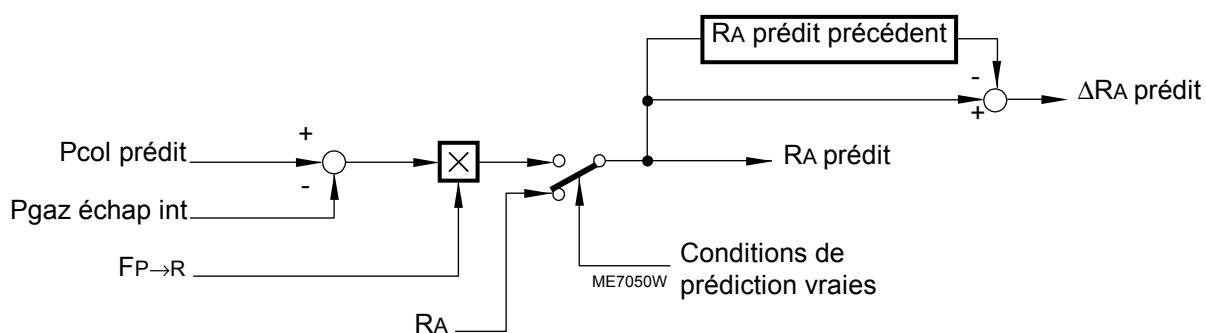
4 - Calcul de la pente de pression d'admission pour une pression  $P_{col}$ 

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

### 5 - Calcul de la pression prédite



### F - CALCUL DU REMPLISSAGE PREDIT



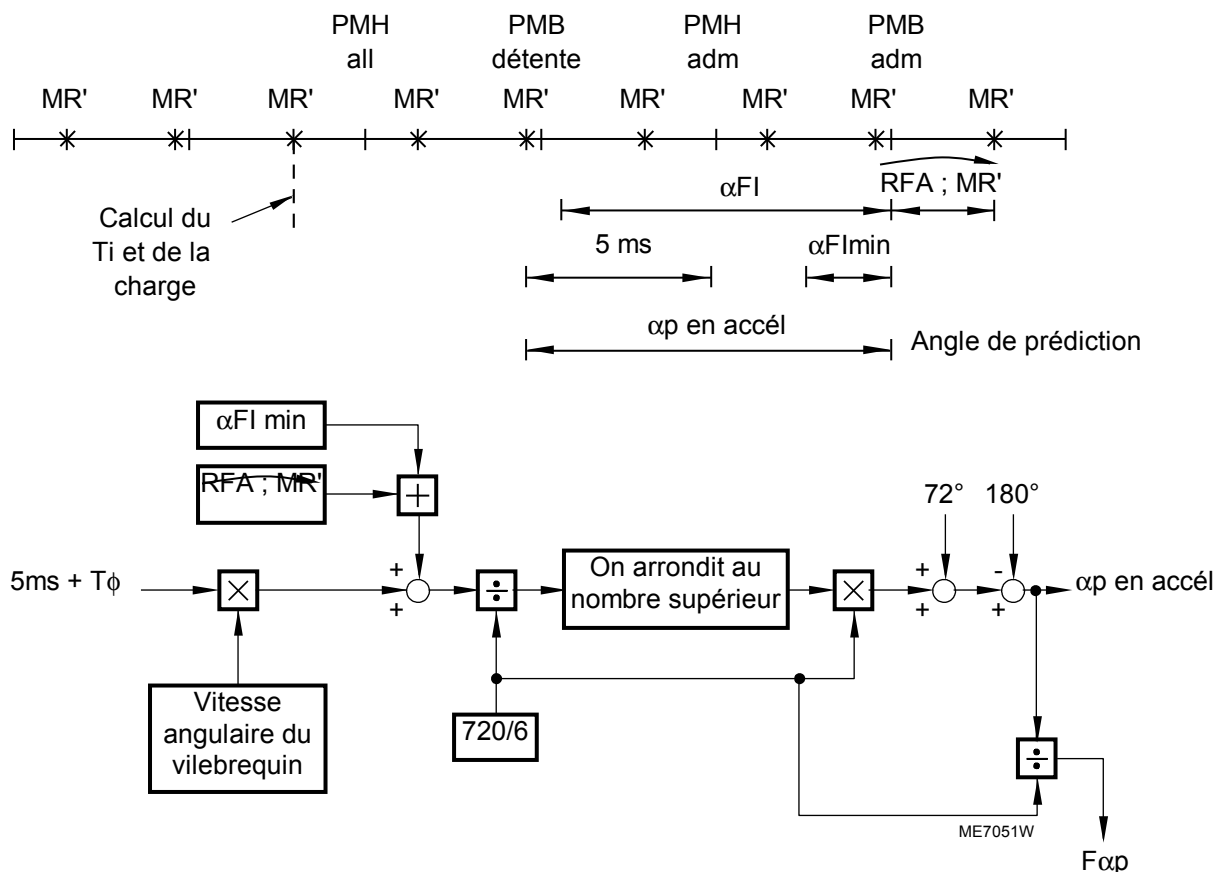
## G - PARTICULARITES DE CALCUL DE $\alpha_P$ LORS DE CORRECTIONS DYNAMIQUES

### 1 - Injection supplémentaire ou allongement du $T_i$

Si  $R_{\text{Aprédit}} - R_A > \text{Seuil calibré}$  et conditions de prédiction vraies ou,

conditions de prédiction non vraies et sortie de démarrage effectuée et  $\Delta R_A$  positive.

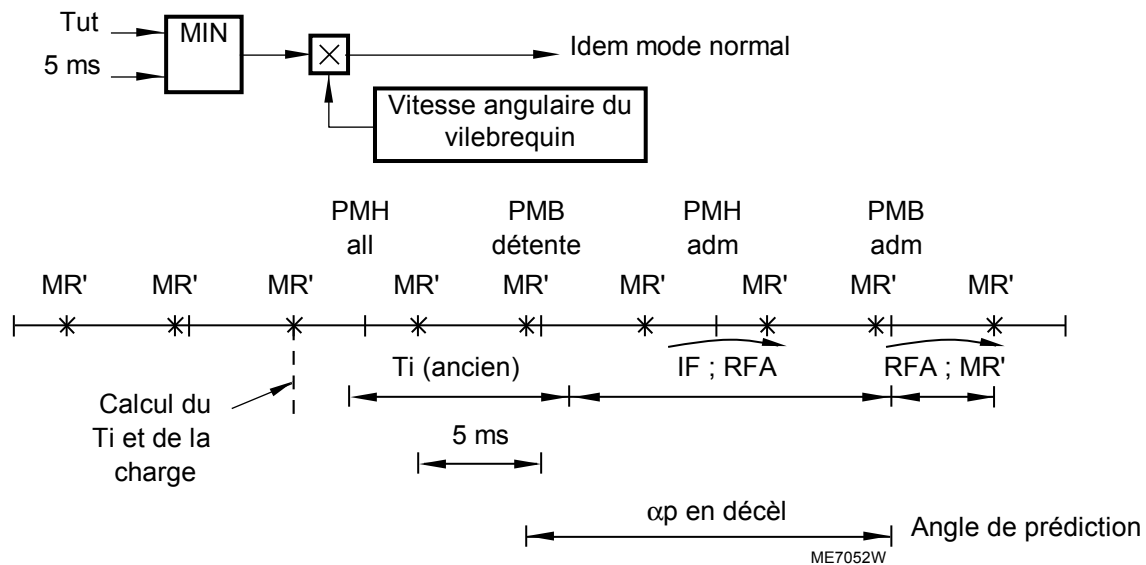
On se trouve dans les conditions où une prolongation de l'injection en cours ou une injection supplémentaire est autorisée.  $\alpha_P$  est alors compris entre le PMB admission et la dernière possibilité de réactualisation à une marque  $MR'$ . On prend en compte l'angle de fin d'injection minimal  $f(N) \alpha_{FI} \text{ min}$  et un temps de 5ms, car on part du principe que le  $T_i$  pour un cylindre peut encore être actualisé quand il reste encore un temps d'au moins 5 ms entre la fin du calcul de  $T_i$  et  $\alpha_{Ti} \text{ min}$ .



## 2 - Réduction du $T_i$

Conditions de prédiction vraies et  $RA \text{ prédit} - RA < -$  (Seuil calibré).

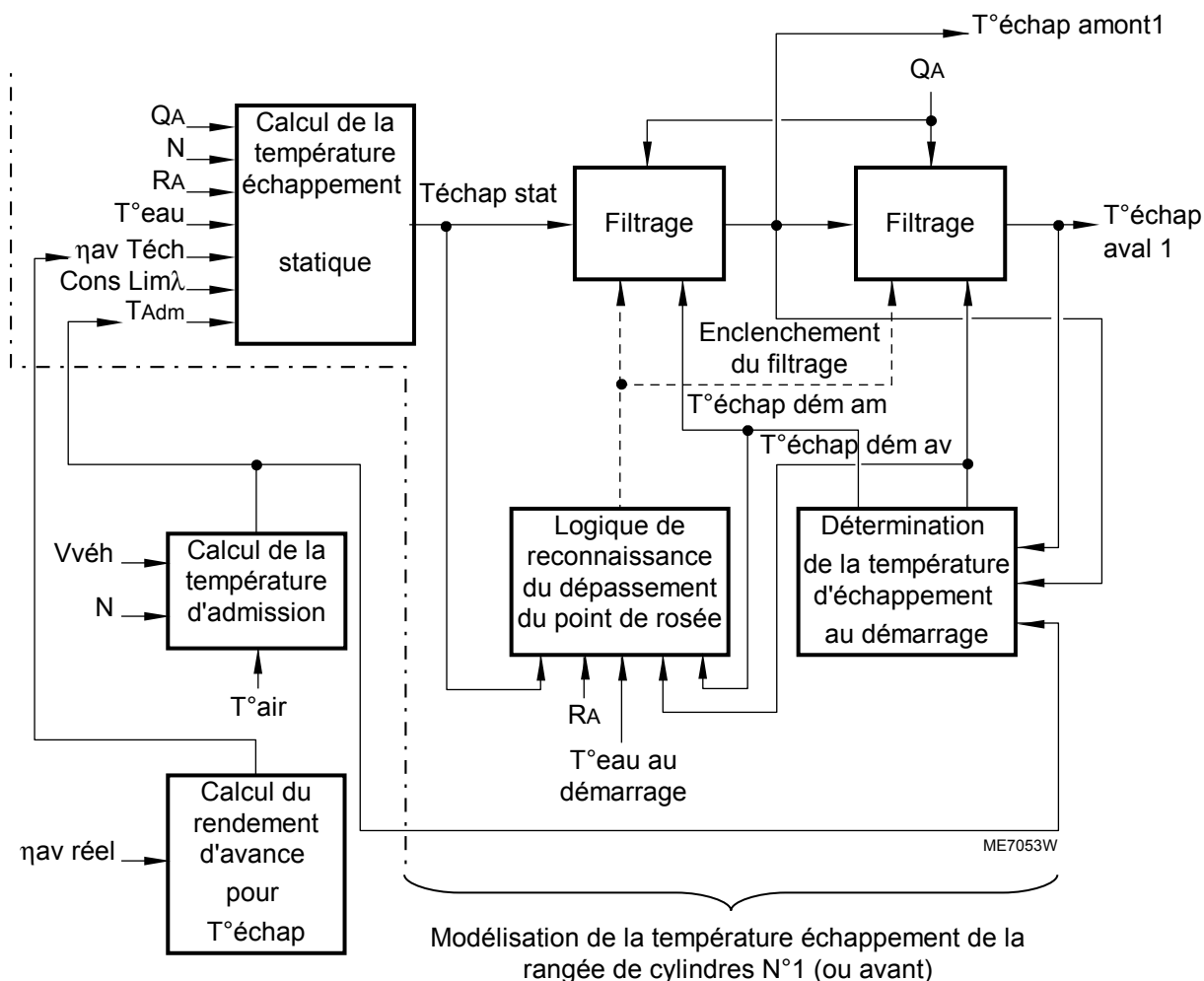
Une réduction du  $T_i$  pouvant être effectuée que sur une injection en cours, l'angle  $\alpha_p$  est l'angle entre la dernière possibilité d'actualisation à une marque  $MR'$  en cours d'injection et le PMB admission. Le choix de la dernière actualisation possible est fait de telle manière qu'il reste encore un temps d'injection minimal d'au moins 5ms.



## IV - MODELISATION DE LA TEMPERATURE D'ECHAPPEMENT

Dans le principe, la température de l'échappement est obtenue en filtrant une valeur de température statique modélisée.

### A - VUE D'ENSEMBLE



Le modèle de température d'échappement est utilisé pour :

- le diagnostic catalyseur,
- la régulation aval catalyseur (enclenchement),
- le chauffage des sondes à oxygène (modulation de la puissance du chauffage),
- la commande du GMV,
- la protection des composants.

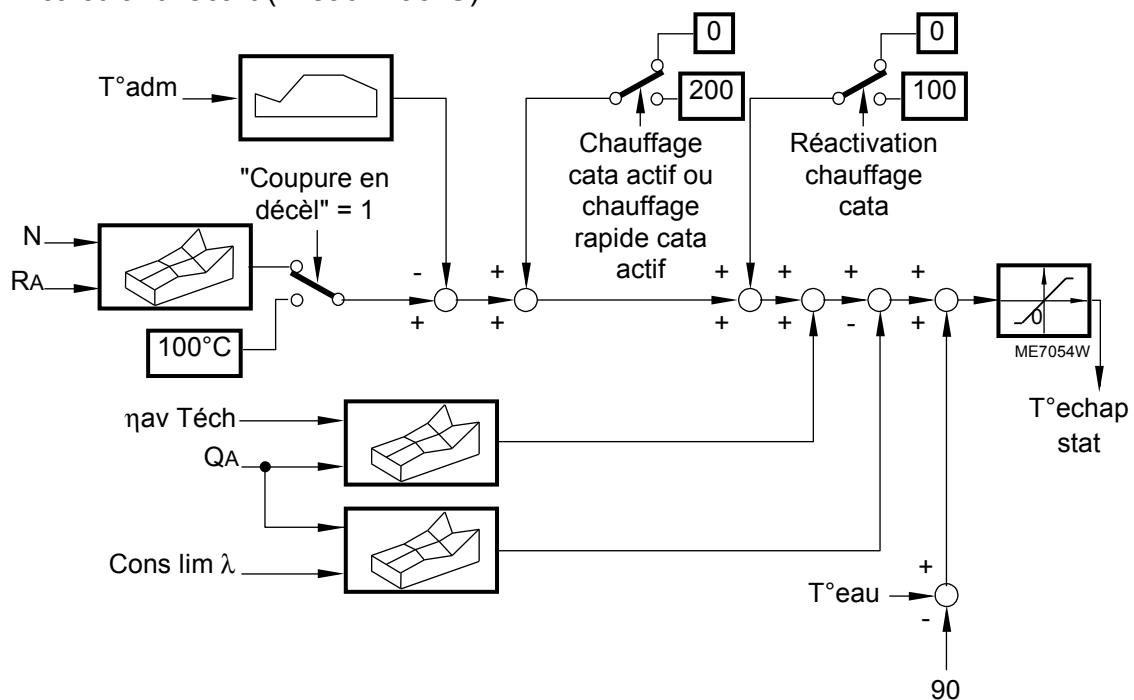
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## B - CALCUL DE LA TEMPERATURE STATIQUE

On s'appuie sur le principe suivant : La température régnant dans l'échappement à un moment donné dépend du "transport thermique", or celui-ci est à peu près proportionnel au débit massique d'air QA admis dans le moteur.

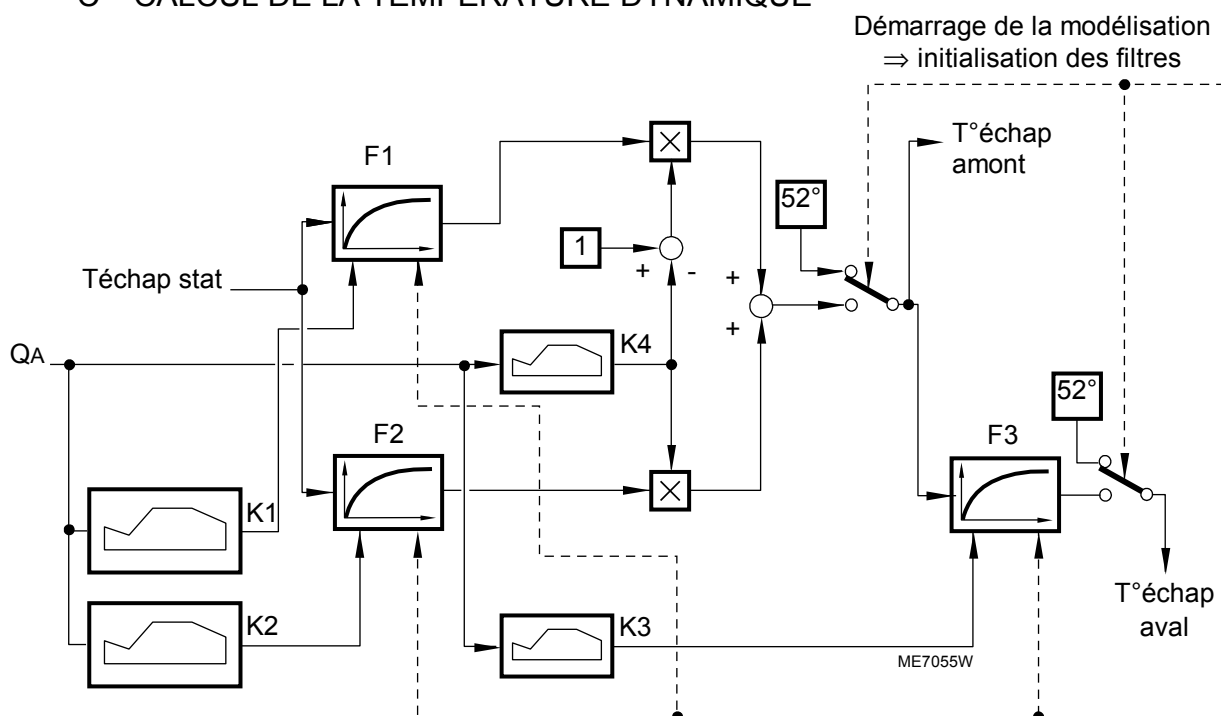
Différentes corrections doivent être néanmoins apportées :

- coupure en décélération : on fixe la température de base à  $100^{\circ}\text{C}$  car, lors de longues décélérations, le catalyseur peut repasser sous sa température de réaction,
- lorsque la température de l'environnement est basse, la température d'échappement et du catalyseur chute. Une table permet d'enlever ainsi une certaine valeur aux basses températures,
- en phase de chauffage du catalyseur (par l'avance, par exemple), on ajoute bien sûr une valeur calibrée. Il en est de même lors de réactivations du chauffage catalyseur. Cela peut se produire lors de phases de ralenti prolongées entraînant un risque de désamorçage du catalyseur,
- un retard sur l'allumage entraîne une augmentation de la température, une cartographie ajoute donc une correction en fonction du rendement d'avance,
- un enrichissement du mélange entraîne une diminution de la température de combustion. Une cartographie enlève donc une valeur corrective en fonction de la consigne de limitation du lambda,
- enfin, on prend en compte la situation moteur froid en calculant l'écart ( $T^{\circ}\text{eau} - 90^{\circ}\text{C}$ ).



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## C - CALCUL DE LA TEMPERATURE DYNAMIQUE



- A l'initialisation du calculateur, T° échap amont et T° échap aval sont fixées à 52°C.

- Dès la sortie de la phase démarrage moteur est lancée la modélisation ; cela consiste à initialiser la sortie de chaque filtre à une certaine valeur : T°éch dém mot am pour les filtres F1 et F2.

Le choix maxi entre 52° et Téch dém mot av pour F3.

- Le filtrage débute :
  - dès la sortie démarrage pour F2,
  - uniquement lorsque le point de rosée est dépassé pour F1 et F3.

- Le filtrage est de la forme :

Valeur filtrée(t) = valeur filtrée(t-1) + K(valeur d'entrée(t) – valeur filtrée(t-1))  
avec K1, K2 et K3 f(QA).

- **Particularité du filtrage amont**

Si la température des gaz d'échappement au niveau du collecteur d'échappement augmente brusquement, la température d'échappement avant catalyseur augmente (d'une valeur inférieure) en réagissant d'abord rapidement puis plus lentement, car le conduit d'échappement, lui aussi, se réchauffe.

Si on veut obtenir une modélisation plus précise de la température des gaz d'échappement, il faut tenir compte de l'influence de la température de la paroi du tuyau d'échappement. C'est le rôle de F1, alors que F2 modélise la température des gaz en sortie tubulure.

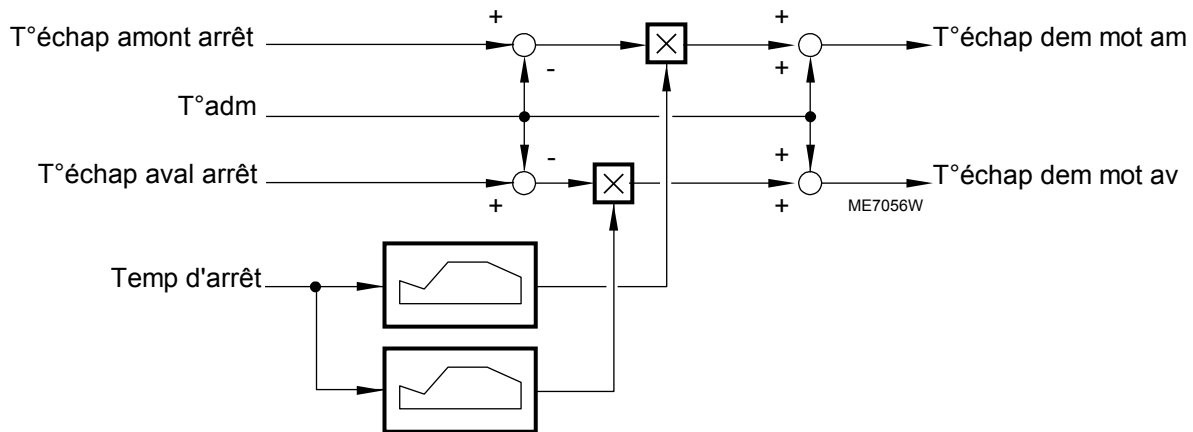
K4 : Facteur de répartition ; il dépend de QA car aux faibles débits, l'influence de la température paroi du tuyau d'échappement est plus grande qu'aux débits massiques élevés.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

### D - CALCUL DES VALEURS DE TEMPERATURE AU DEMARRAGE

A l'arrêt du moteur, en phase de powerlatch, le calculateur relève et mémorise les valeurs de température T°échap amont et T°échap aval.

Les valeurs d'initialisation des filtres au démarrage, sont égales aux températures relevées à l'arrêt moteur, corrigées en fonction du temps d'arrêt moteur.



Les températures d'arrêt prennent une valeur calibrée fixe en cas d'effacement de l'EEPROM.

### E - DETERMINATION DU POINT DE ROSEE

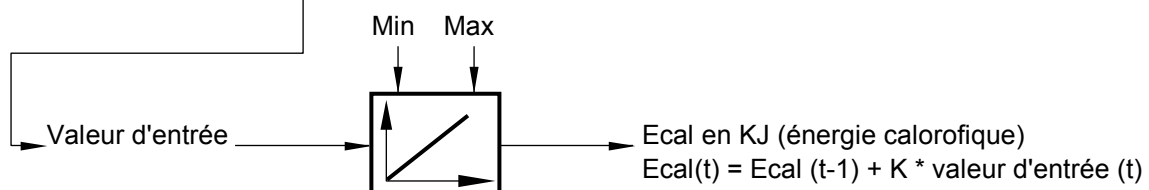
On calcule une seule et unique "énergie" (quantité de chaleur) aussi bien pour l'amont que pour l'aval, capable de supprimer le phénomène de condensation de l'eau contenue dans les gaz d'échappement. On considère que le point de rosée est dépassé si cette énergie devient supérieure ou égale à un seuil-différent entre l'amont et l'aval – fonction de la température d'eau au démarrage et la température d'initialisation des filtres au démarrage.

L'énergie est calculée par intégration de la température statique T°échap stat.

#### Calcul de l'énergie calorifique :

Un intégrateur permet de calculer l'énergie apportée après le démarrage. Cet intégrateur est initialisé à 0 à l'initialisation calculateur, ou lorsque le moteur atteint le régime minimal (24 tr/mn), ou en phase démarrage. Il est déclenché dès la sortie de la phase démarrage ; sa récurrence de calcul est de 200 ms.

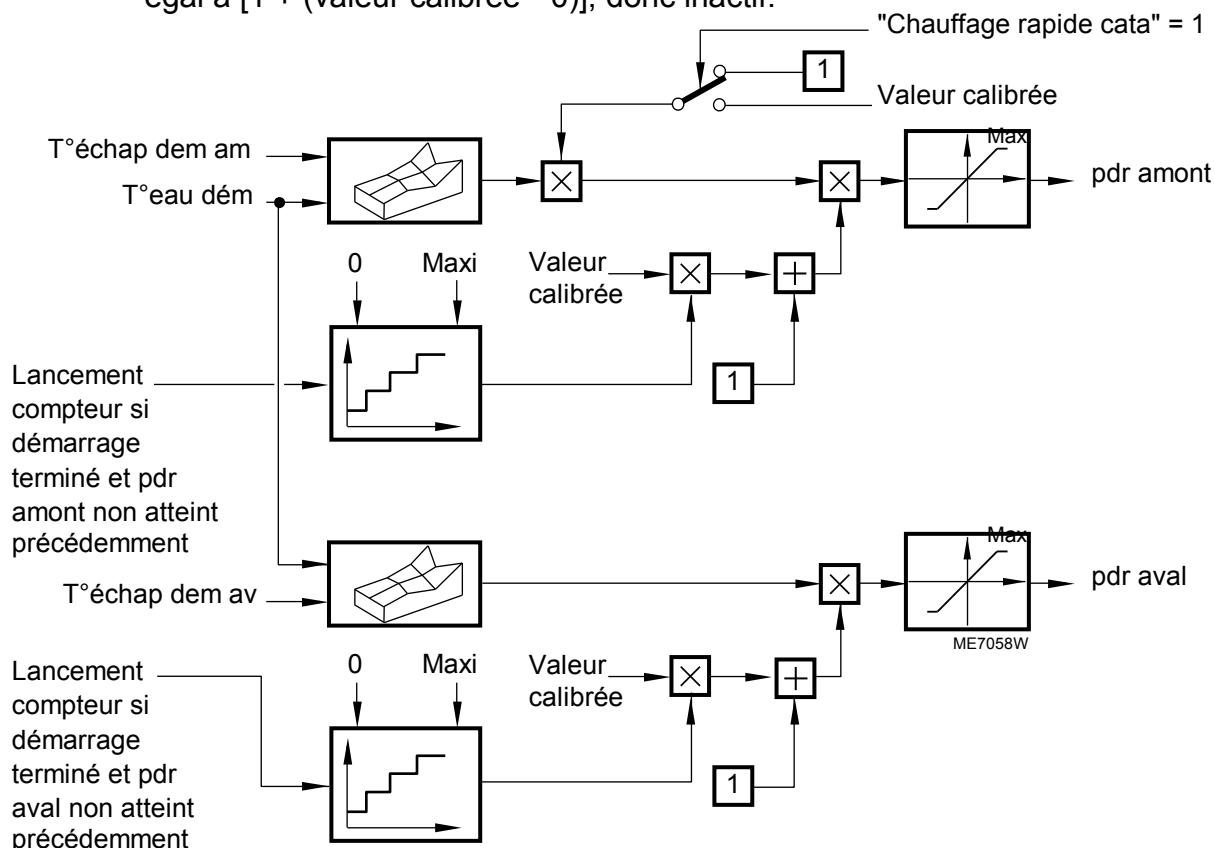
$[T^{\circ}\text{échap stat} + \text{offset calibré}] * Q_A * cte$  (Cp = chaleur massique à pression constante) =





### Détermination du seuil "point de rosée atteint"

- Une cartographie avec pour variables d'entrée la température d'échappement au démarrage, ainsi que la température d'eau au démarrage ( $T^{\circ}\text{eau brut}$ ) permet de déterminer le seuil d'énergie calorifique pour lequel le point de rosée sera atteint. Si ces deux températures sont élevées, la valeur du seuil d'énergie sera faible ; en effet, le point de rosée sera atteint pour une faible énergie calorifique dégagée depuis le démarrage.
- En particulier pour le point de rosée amont, si on déclenche la stratégie de "chauffage rapide" du catalyseur, on multiplie la valeur de sortie de la cartographie par un facteur calibré 0, x. En effet dans ce cas, le point de rosée sera atteint beaucoup plus rapidement.
- **Cas particulier :** A l'arrêt du moteur, un flag spécifique indique si le point de rosée a été atteint. Dans le cas où un moteur est arrêté sans que le point de rosée ait été atteint, il est évident qu'à la remise en route, l'échappement étant froid, il y a forcément condensation de l'eau. Le point de rosée sera atteint au bout d'un temps beaucoup plus long, donc une énergie calorifique importante depuis le démarrage aura du être dégagée. Dans ce cas, aussi bien pour l'amont que pour l'aval, on augmente le seuil issu de la cartographie par un facteur égal à :  $[1 + (\text{valeur calibrée} * \text{valeur compteur})]$ . En sortie démarrage, si la fois précédente le point de rosée n'a pas été atteint, un compteur s'incrémente et sa valeur de sortie permet d'augmenter le seuil ; par contre, il sera mis à 0 si la fois précédente le point de rosée a été atteint. Le facteur d'augmentation sera égal à  $[1 + (\text{valeur calibrée} * 0)]$ , donc inactif.



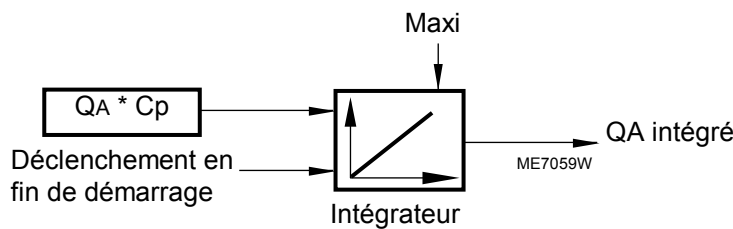
### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 1ERE PARTIE

## F - CALCUL DU RENDEMENT D'AVANCE

Le rendement d'avance pour le calcul de la température échappement  $\eta_{av}$  Téchap est la moyenne de toutes les valeurs du rendement d'avance réel  $\eta_{av}$  réel acquises sur 200ms, à raison de toutes les 10 ms.

## G - CALCUL DU DEBIT D'AIR INTEGRE DEPUIS LE DEMARRAGE

Cette grandeur est utilisée pour certaines fonctions : Injection au démarrage, calcul du temps d'arrêt, conditions de chauffage catalyseur.



L'intégration est de la forme :

$$QA \text{ intégré}(t) = QA \text{ intégré}(t-1) + K * \text{valeur d'entrée}(t).$$

## H - CALCUL DE LA TEMPERATURE D'ADMISSION

$T^{\circ}adm = T^{\circ}air - \text{offset calibré}$ .  $T^{\circ}adm$  est consignée en RAM non volatile à partir du moment où  $V_{véh}$ ,  $N$ , et  $QA$  intégré ont chacun dépassé un seuil calibré respectif.

L'initialisation de la RAM a lieu si :

- défaut sur la température d'air  $\rightarrow$  valeur d'init = valeur calibrée,
- $T^{\circ}adm > T^{\circ}air \rightarrow$  valeur d'init =  $T^{\circ}air$ .

## **2EME PARTIE LES STRATEGIES**

### **SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

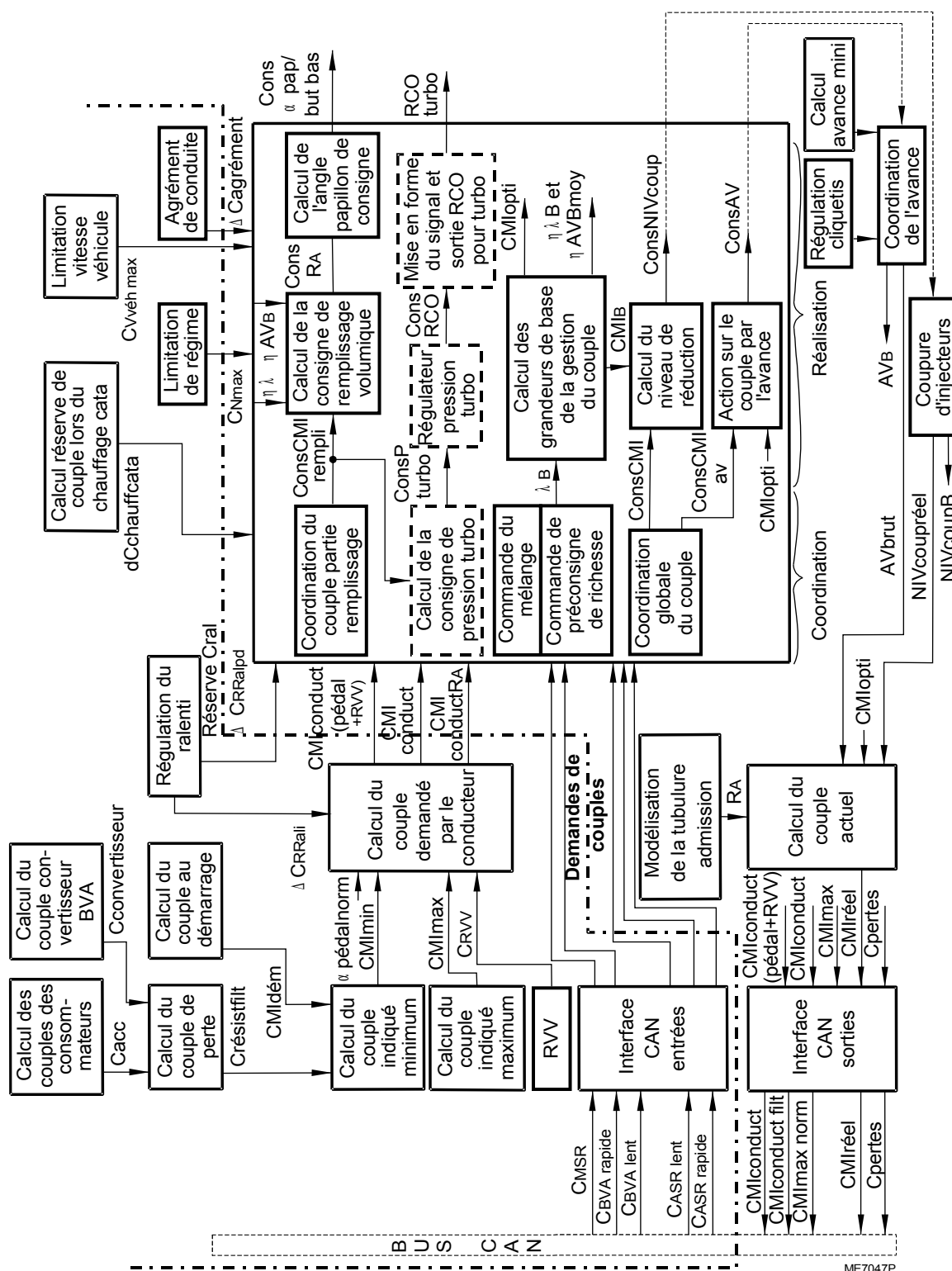


## **LA STRUCTURE COUPLE**

**ATTENTION**

Tous les couples ou deltas de couples calculés sont exprimés non pas en mN, mais en pourcentage par rapport au couple de référence BOSCH fixé à 464 mN.

## VUE D'ENSEMBLE DE LA STRUCTURE COUPLE



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

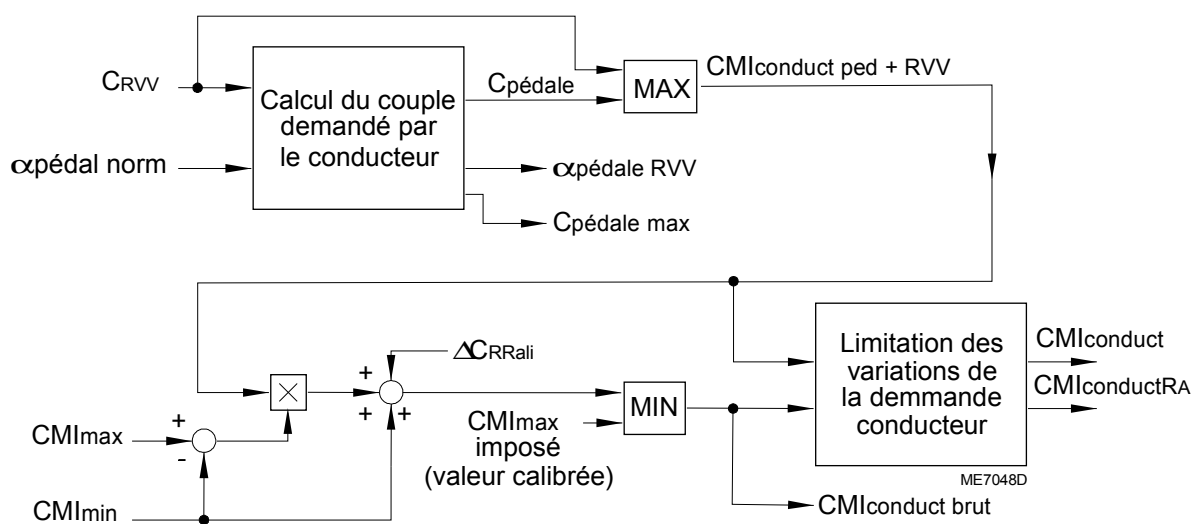
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**



## LES DEMANDES DE COUPLE

### I - CALCUL DU COUPLE DEMANDE PAR LE CONDUCTEUR

#### A - PRINCIPE



#### Légende :

- $\Delta CRRali$  = Delta de couple issu du régulateur de ralenti, partie intégrale
- $Cpédale$  = Couple relatif demandé par le conducteur fonction de la pédale
- $CMIconduct ped + RVV$  = Couple relatif demandé par le conducteur fonction de la pédale et de la RVV
- $CMIconduct$  = Couple indiqué demandé par le conducteur
- $CMIconductRA$  = Couple indiqué demandé par le conducteur pour la coordination du remplissage
- $\alpha pédaleRVV$  = Position pédale recalculée en fonctionnement RVV
- $Cpédale max$  = Valeur maximum de la demande relative de couple conducteur

Cette fonction calcule la volonté conducteur en fonction de la position de la pédale d'accélérateur, tout en tenant compte de la régulation de vitesse véhicule (RVV).

En final on obtient deux grandeurs distinctes :  $CMI_{conductRA}$  pour la commande du remplissage, et  $CMI_{conduct}$  pour la coordination des actions rapides (allumage).

Deux valeurs importantes interviennent dans la chaîne de calcul :

- le couple indiqué minimum nécessaire au point de fonctionnement considéré (prise en compte des pertes par frottement, conso accessoires..),
- le couple indiqué maximum possible en position pleine charge (en fonction du régime, de la pression et de la température ambiante).

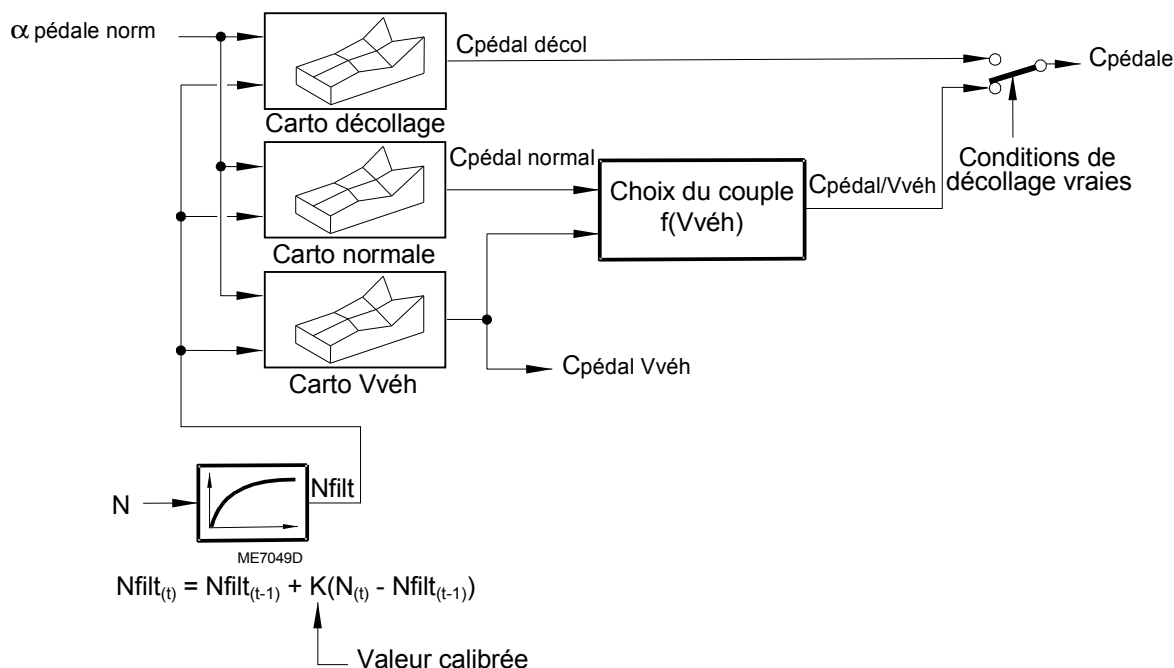
Enfin, il faut ajouter les corrections de couple issues de la fonction régulation du ralenti.

- Remarques :**
- Le couple issu de la RVV s'exprime en demande relative de 0 à 100%. Elle n'est prise en compte que si  $CRVV > C_{pédale}$  (choix maxi). Le conducteur peut donc, comme à l'accoutumée, accélérer alors que la RVV est active.
  - On constate que  $CMI_{conduct}$  brut est une interpolation entre  $CMI_{min}$  et  $CMI_{max}$ . Il s'agit en fait d'un pourcentage de la plage de couple disponible [ $CMI_{max} - CMI_{min}$ ] à un moment donné :

$$CMI_{conduct} \text{ brut} = CMI_{min} + (CMI_{max} - CMI_{min}) \bullet CMI_{conduct} \text{ ped} + RVV$$

## B - CALCUL DU COUPLE DEMANDE PAR LE CONDUCTEUR

## 1 - Principe général



Cpédale/Vvéh = Couple demandé à la pédale en fonction de la vitesse véhicule.

Cpédal Vvéh = Couple demandé à la pédale par rapport à un seuil de Vvéh.

Le couple demandé par le conducteur au moyen de la pédale d'accélérateur est issu d'une cartographie ( $\alpha$ pédale norm ; Nfilt) ; elle est élaborée dans un but d'agrément de conduite, en offrant un compromis entre brutalité et mollesse. Le filtre du régime intervient pour des fréquences supérieures à 2 Hz.

On dispose en fait de trois cartographies :

- une cartographie réservée au décollage véhicule :

→  $[Vvéh < \text{Seuil } V_{décol1} \text{ ou hors pied levé}]$  ou,  
 → défaut sur vitesse véhicule ou,  
 → Initialisation calculateur.

Si aucun défaut sur vitesse véhicule et

$Vvéh > \text{Seuil } V_{décol2}$  et

$Cpédale/Vvéh \geq Cpédal décol$  ou hors pied levé alors, on utilise :

- une cartographie spécifique liée à la vitesse véhicule,
- une cartographie normale pour le dépassement d'une certaine vitesse véhicule.

## 2 - Choix de la cartographie selon la vitesse véhicule

Lorsque le décollage véhicule est passé et que l'info vitesse véhicule est disponible, le choix entre les deux cartographie se fait ainsi :

- si  $V_{\text{véh}} \leq S_{\text{véh péd.}} (10 \text{ km/h})$   
 $\Rightarrow C_{\text{pédale}} = C_{\text{pédal Vvéh.}}$
- si  $V_{\text{véh}} > S_{\text{véh péd.}} + \Delta_{\text{pédal Vvéh}} (10 \text{ km/h} + 45 \text{ km/h})$   
 $\Rightarrow C_{\text{pédale}} = C_{\text{pédal normal.}}$
- si  $V_{\text{véh}}$  est comprise entre les deux seuils précités, on fait une interpolation linéaire entre  $C_{\text{pédal Vvéh}}$  et  $C_{\text{pédal normal}}$  :  
$$C_{\text{pédale}} = C_{\text{pédal Vvéh}} + (C_{\text{pédal normal}} - C_{\text{pédal Vvéh}}) \cdot (V_{\text{véh}} - S_{\text{véh péd.}}) / \Delta_{\text{pédal Vvéh.}}$$

En cours de fonctionnement, on utilise systématiquement la cartographie normale si la vitesse véhicule n'est plus disponible.

$C_{\text{pédale}}$  s'exprime en demande relative, comprise entre 0 et 120%

0  $\rightarrow$  Le conducteur demande le couple minimal.

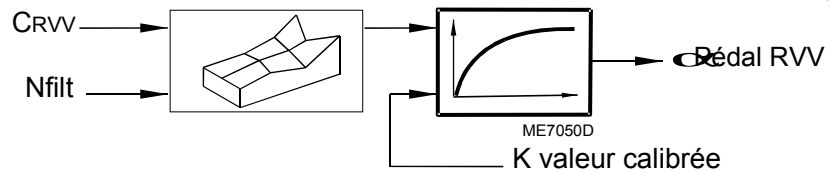
100%  $\rightarrow$  le conducteur demande le couple maximum.

**Remarque :**  $C_{\text{pédale}} = 0$  en pied levé  $\Rightarrow 0\%$  de  $[C_{\text{MI}_{\text{max}}} - C_{\text{MI}_{\text{min}}}]$

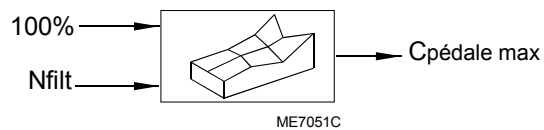
$\Rightarrow C_{\text{MI}_{\text{conduct brut}}} = C_{\text{MI}_{\text{min}}} + (\Delta C_{\text{RRali}}).$

### 3 - Calcul de $\alpha$ pédaleRVV et de $C_{pédale\ max}$

$\alpha_{pédaleRVV}$  : Elle équivaut à la position qui donnerait  $C_{pédale} = CRVV$ .



$C_{pédale\ max}$  : Cette valeur est utilisée dans le calcul de la consigne de position papillon.



## C - LIMITATION DES VARIATIONS

### 1 - Vue d'ensemble

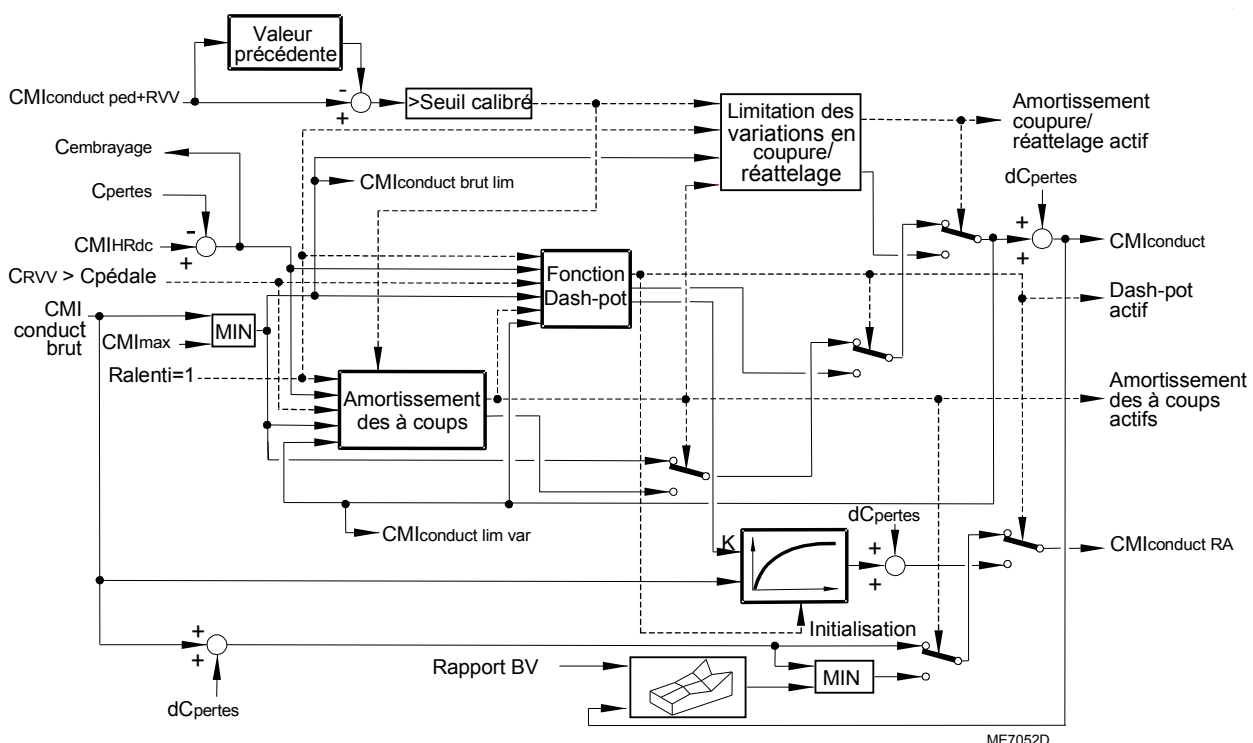
Nous venons de calculer le couple indiqué brut issu de la demande conducteur  $CMI_{conduct\ brut}$ .

Le bloc de limitation de variations traite  $CMI_{conduct\ brut}$  afin d'amortir les passages en coupure décélération/réattelage naturel, ainsi que les variations positives ou négatives de charge. En sortie, il délivre deux couples :

- $CMI_{conductRA}$  → Il est égal à  $CMI_{conduct\ brut} + dC_{pertes}$  en stabilisé, et sert à la détermination du remplissage voulu,
- $CMI_{conduct}$  → Il est égal à  $CMI_{conduct\ brut}$  limité à  $CMI_{max} + dC_{pertes}$  en stabilisé ; il sert à la détermination de l'avance à l'allumage voulue.

Les explications suivantes s'imposent :

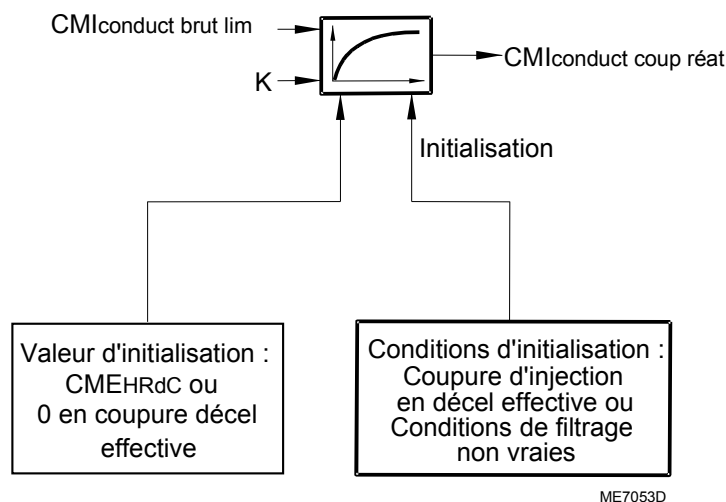
- $dC_{pertes}$  est la variation du couple de pertes constatée ; en l'ajoutant au couple demandé par le conducteur, on obtient une diminution ou une augmentation des  $CMI_{conduct}$  et  $CMI_{conductRA}$  prévus initialement. Ceci évite des sauts de couple effectif lors de l'enclenchement ou de la coupure de consommateurs,
- le dispositif d'amortissement agit sur  $CMI_{conduct}$ , dédié à l'avance, car les effets d'une variation de l'avance se font ressentir plus vite qu'une action sur l'air,
- avant traitement pour l'agrément de conduite (génération de  $CMI_{conduct}$ ),  $CMI_{conduct}$  brut est limité à  $CMI_{max}$ . Lorsque l'accélérateur est en zone pleine charge, on demande un couple supérieur à 100% du  $CMI_{max}$ . Grâce au choix mini, on est assuré d'appliquer l'avance correspondant à  $CMI_{max}$  du moment. En effet,  $CMI_{conductRA}$ , en étant supérieur à  $CMI_{max}$ , on aura un remplissage optimal (papillon ouvert en grand) sans obtenir pour autant un couple dangereux pour le moteur, puisque l'avance, elle ne correspond qu'à  $CMI_{max}$ . En fait, faire ouvrir le papillon à fond, n'est qu'une garantie, car on a  $P_{col} = P_{am\ pap}$ , donc le remplissage maximal pour des ouvertures papillon inférieures, variables selon le régime.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## 2 - Coupure/réattelage

Cette fonction accompagne la décélération moteur et permet de retirer la quasi totalité du couple pendant la phase de rattrapage des jeux de transmission.



Le filtrage est de la forme :

Valeur de sortie<sub>(t)</sub> = valeur de sortie<sub>(t-1)</sub> + K (valeur d'entrée<sub>(t)</sub> – valeur de sortie<sub>(t-1)</sub>).

**Conditions de filtrage :** Conditions de coupure en décélération vraies ou on est [hors ralenti, sans intervention de la fonction anti à-coups].

**Principe :**

- lorsque les conditions de coupure en décélération sont vraies (globalement, "pied levé" et régime > seuil), on obtient une valeur filtrée décroissante vers 0 du couple CMIconduct brut lim.

La valeur d'initialisation de sortie du filtre en conditions de filtrage non vraies avait été le couple effectif du moteur hors intervention de la BVA CMEHRdC (pas d'à-coups dus à l'avance),

- au moment où la coupure en décélération est vraiment déclenchée, (décision prise par le bloc de commande des injecteurs), on réinitialise le filtre à 0.

Lors du réattelage, en étant parti de 0, on ramène progressivement CMIconduct brut lim à sa valeur instantanée.

Le coefficient de filtrage K est fonction :

- du rapport de BV engagé et du régime moteur lorsque les conditions de coupure sont vraies,
- du rapport de BV engagé seulement lors du réattelage ; la table diffère selon que le réattelage est naturel ou commandé (on quitte le "pied levé").

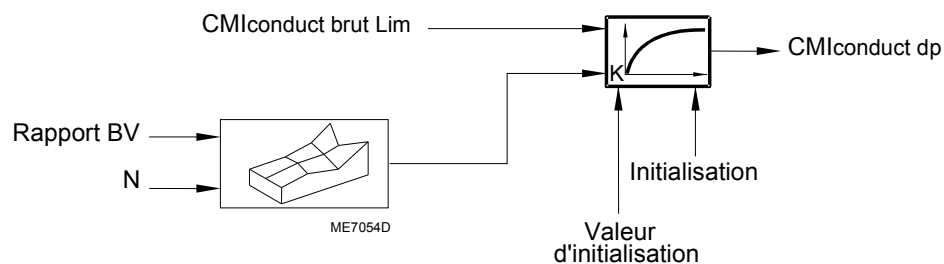
### Le filtrage est interdit dans les cas suivants :

- fonction anti à-coups active ou,
- véhicule à l'arrêt ou,
- le gradient de régime filtré (grad N cycle filt) est inférieur à un seuil négatif calibré ou,
- le gradient de CMIconduct ped + RVV est supérieur à un seuil calibré ou,
- débrayage en cours ou,
- les conditions de filtrage ne sont plus vraies depuis un certain temps issu d'une cartographies (rapport BV ; N).

### 3 - Fonction Dash-pot

Elle permet d'accompagner la décélération du moteur pour un bon agrément de conduite.

a - Branche avance



Le filtrage est de la forme :

Valeur de sortie<sub>(t)</sub> = valeur de sortie<sub>(t-1)</sub> + K (valeur d'entrée<sub>(t)</sub> – valeur de sortie<sub>(t-1)</sub>) avec K fonction du rapport BV et du régime.

#### Conditions d'entrées en Dash-pot :

[CMIconduct dp – CMIconduct brut lim] > Seuil f (Rapport BV ; Cembrayage) et RVV inactive ou lors d'un retour "pied levé".



**Conditions d'autorisation de la fonction dash-pot**

- $N > \text{régime mini}$  et,
- phase démarrage achevé et,
- $V_{\text{véh}} \geq \text{Seuil calibré}$  et,
- rapport BV  $\neq 0$  et,
- pas de conditions de coupure en décél. et,
- pas de débrayage en cours et,
- $RA \geq R_{\text{Amini}} + \text{offset calibré}$  ( $R_{\text{Amini}}$  est issu de la fonction de contrôle remplissage) et,
- ASR inactif et,
- fonction anti à-coups inactive et,
- pas de changement de rapport de vitesses manuel.

**Conditions d'arrêt de la fonction dash-pot**

$[CMI_{\text{conduct lim var}} - CMI_{\text{conduct brut lim}}] < \text{Seuil f (Rapport BV)}$ .

**Conditions d'initialisation du filtre**

- Fonction dash-pot active  $\Rightarrow$  valeur d'initialisation =  $CMI_{\text{HRdC}}$   
ou
- Fonction dash-pot non active et  
 $CMI_{\text{HRdC}} \leq CMI_{\text{conduct brut lim}}$  ou,  
 $CMI_{\text{conduct brut lim}(t)} \geq CMI_{\text{conduct et brut lim}(t-1)}$ .  
 $\Rightarrow$  valeur d'initialisation =  $\text{Min}(CMI_{\text{conduct brut lim}}, CMI_{\text{HRdC}})$ .

La valeur d'initialisation choisie évite un à-coup dû à une variation d'avance.

**b - Branche remplissage**

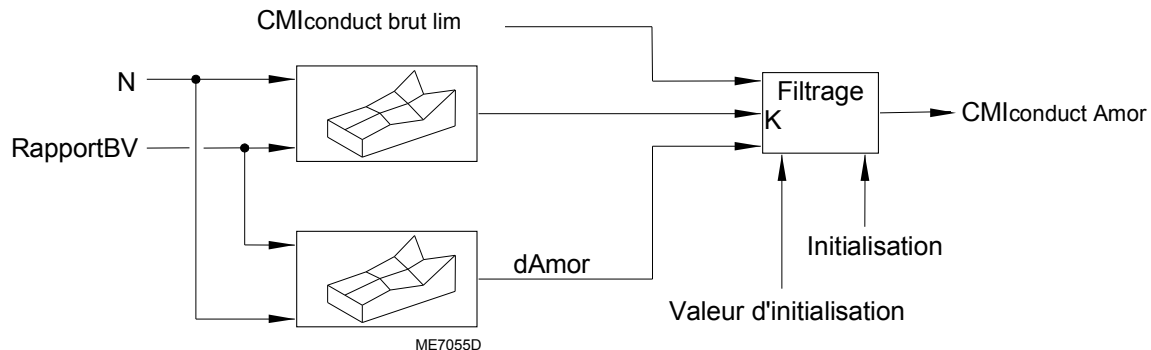
On filtre  $CMI_{\text{conduct brut}}$  lorsque la fonction dash-pot est active ; le filtre étant initialisé à la valeur instantanée de  $CMI_{\text{conduct brut}}$ , on obtient une décroissance rapide. La forme du filtrage et le calcul de K sont identiques à la branche avance.

**Remarque :** La fonction dash-pot intervient avant la fonction coupure/réattelage.

#### 4 - Fonction amortissement des à-coups

Cette correction intervient lors de variations positives de couple.

a - Branche avance



#### Conditions d'entrée en amortissement des à-coups

$[\text{CMIconduct brut lim} - \text{CMIconduct Amor}] > \text{Seuil f (Rapport BV ; Cembrayage)}$ .

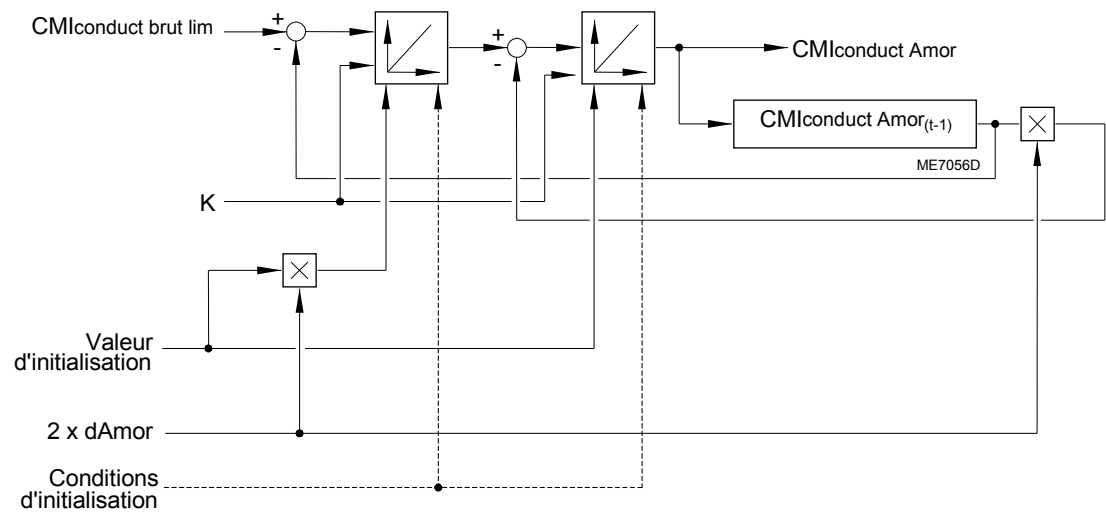
#### Conditions d'autorisation de la fonction amortissement

- $V_{\text{véh}} \geq \text{Seuil calibré et,}$
- $N > \text{régime mini et,}$
- phase démarrage achevée,
- rapport BV  $\neq 0$  et,
- hors "pied levé" et,
- pas de débrayage en cours et,
- RVV inactive et,
- ASR inactif et,
- pas de changement de rapport de vitesses manuel.

#### Conditions d'arrêt de la fonction amortissement

- Le gradient de  $\text{CMIconduct ped} + \text{RVV}$  est supérieur à un seuil calibré ou,
- $[\text{CMIconduct brut lim} - \text{CMIconduct lim var}] < \text{Seuil f (rapport BV)}$ .

### Filtrage



Le filtrage est du type "2<sup>ème</sup> ordre" ; il est assuré par deux intégrateurs.

Pour chacun d'eux, l'intégration est de la forme :

Valeur de sortie<sub>(t)</sub> = valeur de sortie<sub>(t-1)</sub> + K • valeur d'entrée<sub>(t)</sub> avec Kf (N, rapport BV).

La forme du filtrage est la suivante :

$$\Delta 0_{(t)} = [\text{CMIconduct brut lim}_{(t)} - \text{CMIconduct Amor}_{(t-1)}]$$

$$S1_{(t)} = K \cdot \Delta 0 + S1_{(t-1)}$$

$$\Delta 1_{(t)} = [S1_{(t)} - d\text{Amor} \cdot \text{CMIconduct Amor}_{(t-1)}]$$

$$S2_{(t)} = S2_{(t-1)} + K \cdot \Delta 1_{(t)}$$

L'intégration cesse lorsque la sortie égale l'entrée. L'amortissement de la variation de couple est effectué.

### Conditions d'initialisation du filtre

- Fonction amortissement active  $\Rightarrow$  valeur d'initialisation = CMIHRdC ou

- Fonction amortissement non active et

$$\text{CMIHRdC} \geq \text{CMIconduct brut lim} \text{ ou,}$$

$$\text{CMIconduct brut lim}_{(t)} \leq (\text{CMIconduct brut lim}_{(t-1)} + \text{hystérisis calibré}).$$

$$\Rightarrow \text{valeur d'initialisation} = \text{Max} (\text{CMIconduct brut lim}, \text{CMIHRdC}).$$

La valeur d'initialisation choisie évite un à-coup dû à une variation d'avance.

### b - Branche remplissage

CMIconduct RA est calculé à partir d'une cartographie (Rapport BV ; CMIconduct). On peut ainsi piloter le remplissage de manière à éviter toute action exagérée de l'avance, pour obtenir le profil de couple souhaité.

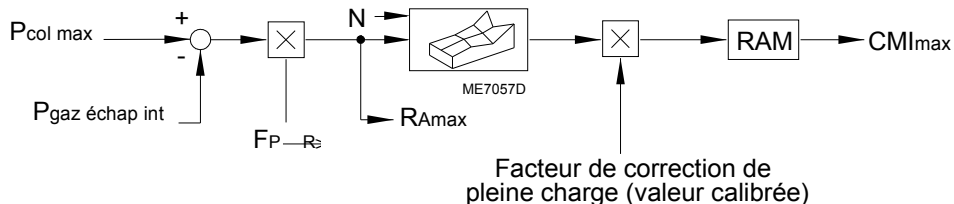
## D - GENERATION DE FLAGS

- Flag condition "ralenti" = 1 si  $CMI_{conduct\ ped} + RVV < \text{Seuil calibré}$ .
- Flag condition "pleine charge" = 1 si  $CMI_{conduct\ ped} + RVV > \text{Seuil f (Nfilt)}$ .
- Flag condition "CRVV > Cpédale" = 1 si  $CRVV > Cpédale$  et  $CMI_{conduct\ ped} + RVV > \text{Seuil de ralenti} + \text{hystérésis calibré}$ .

**Remarque :** "Ralenti" = "pied levé".

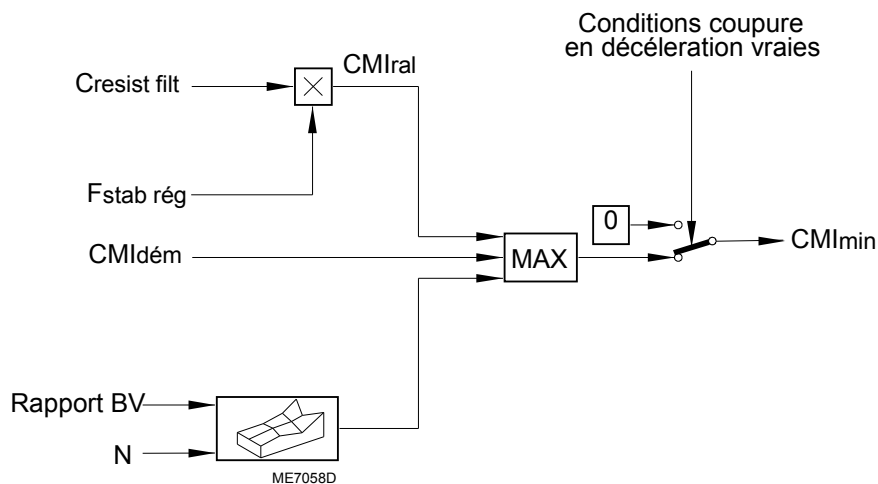
$CMI_{max}$  imposé est en général fixé à 99,6%

## II - CALCUL DU COUPLE INDIQUE MAXIMAL POSSIBLE



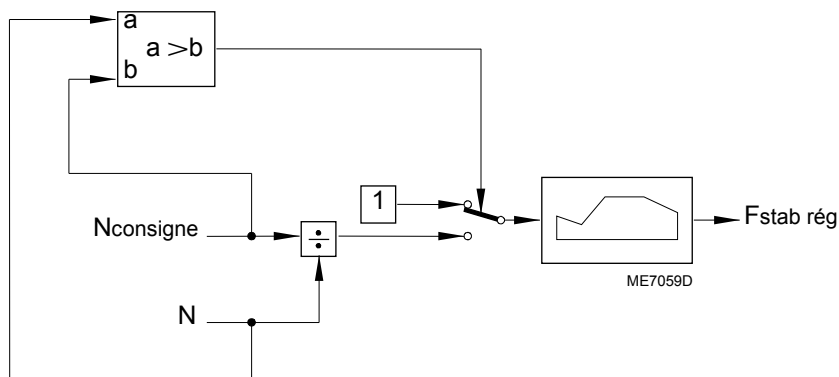
Le calcul du remplissage maximal possible permet de déterminer par cartographie le couple optimal ; celui-ci est ensuite corrigé par un facteur de correction de pleine charge.

### III - CALCUL DE COUPLE INDIQUE MINIMUM



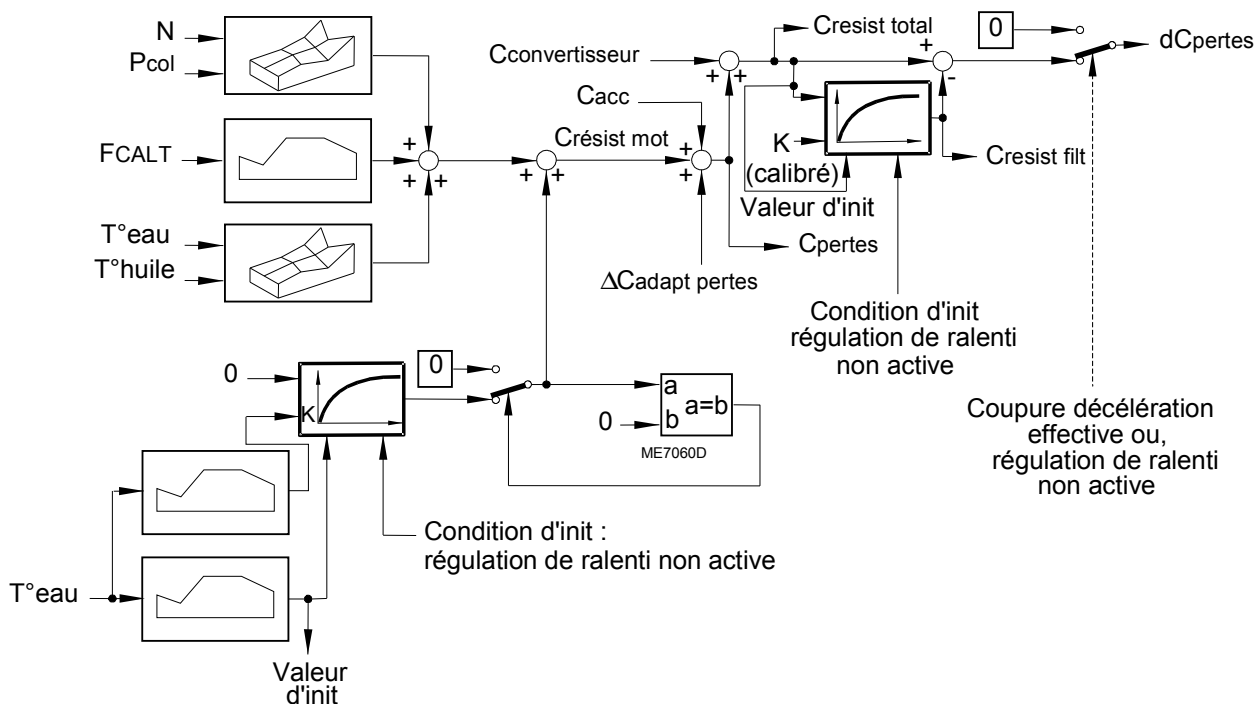
- En conditions de coupure en décélération, **CMImin** est mis à zéro.
- Sinon, on choisit la plus grande valeur entre le couple indiqué au ralenti, le couple indiqué au démarrage, et le couple indiqué minimum en entraîné.
- Le couple indiqué au ralenti est égal au couple résistant filtré **Cresist filt** corrigé par le facteur de stabilisation de régime **Fstab rég**.

#### Calcul de **Fstab rég**



**Fstab rég** = 1 à l'initialisation du calculateur ou tant que le régime n'a pas atteint sa valeur minimale (24 tr/mn). Il reste alors à 1 tant que le régime réel ne devient pas supérieur au régime de consigne du ralenti.

## IV - CALCUL DU COUPLE DE PERTE DU MOTEUR



- Le couple de pertes du moteur  $C_{perles}$  est la somme du couple résistant  $Crésist\ mot$ , du delta de couple de pertes adapté  $\Delta C_{adapt\ pertes}$ , et du couple absorbé par les accessoires  $C_{acc}$ .
- Le couple  $Crésist\ mot$  est la somme du couple de pompage et de frottement  $f(N, P_{col})$ , du couple de correction en fonction de la température moteur et de la viscosité de l'huile ( $T^{\circ}eau$ ,  $T^{\circ}huile$ ), et du couple résistant dû à l'altitude  $f(FCALT)$ .
- En fonction de  $T^{\circ}eau$ , il convient d'ajouter un couple résistant d'après démarrage décrémenté jusqu'à zéro par filtrage.
- Le couple résistant total est égal à la somme du couple de pertes  $C_{perles}$  auquel il convient d'ajouter le couple résistant du convertisseur de BVA  $C_{convertisseur}$ .
- La variation du couple de pertes  $dC_{perles}$ , utilisée dans le calcul du couple demandé par le conducteur, est égale à la différence entre le couple résistant total  $Crésist\ total$ , et le couple résistant total filtré  $Crésist\ filt$ .

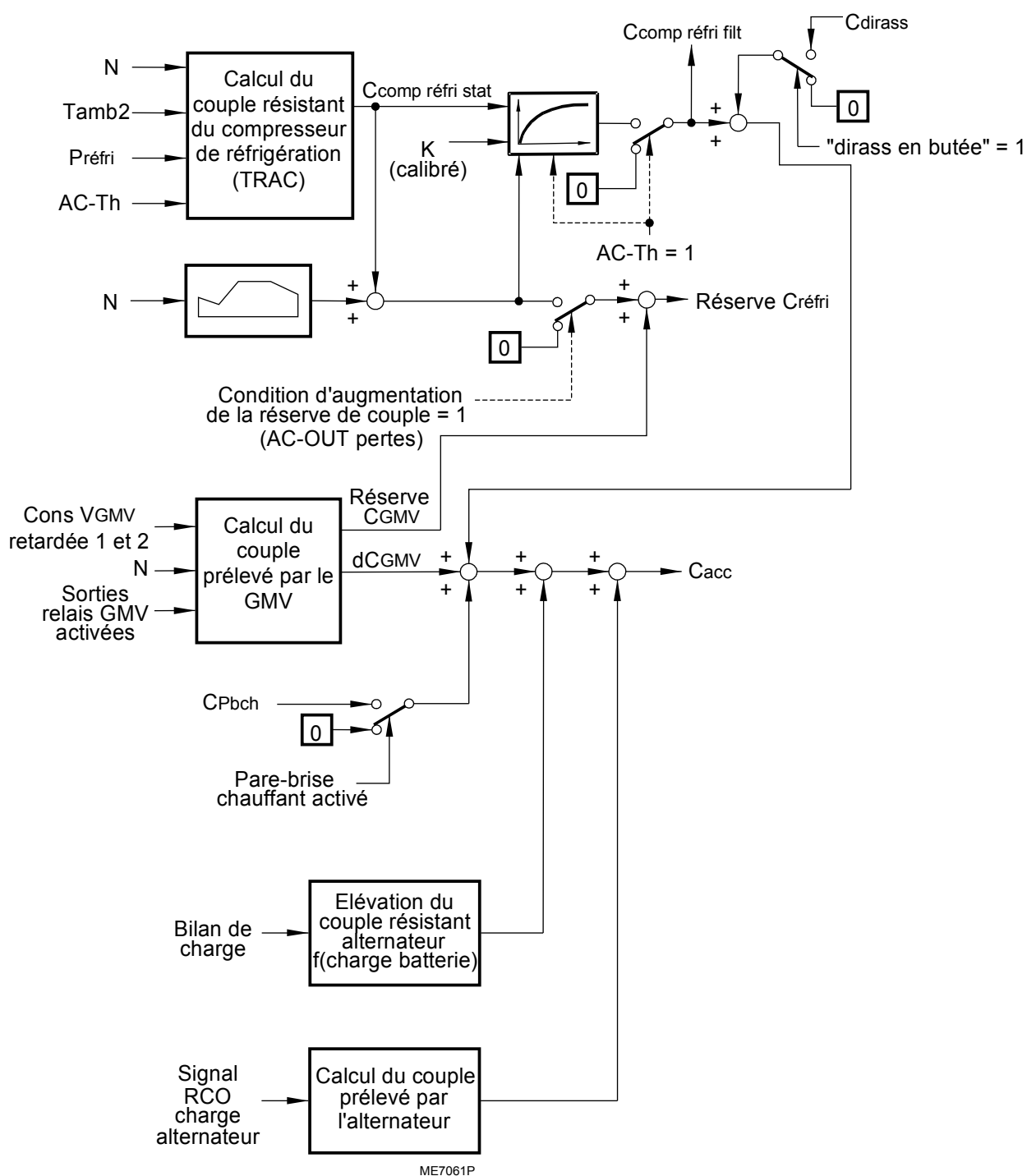
Les filtrages sont de la forme :

Valeur de sortie<sub>(t)</sub> = valeur de sortie<sub>(t-1)</sub> + K (valeur d'entrée<sub>(t)</sub> - valeur de sortie<sub>(t-1)</sub>)  
avec K f( $T^{\circ}eau$ ).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## V - CALCUL DU COUPLE CONSOMME PAR LES ACCESSOIRES

### A - VUE D'ENSEMBLE



*Nota : Réserve Créfri est une variable utilisée pour la régulation ralenti sur le couple moteur.*

Le couple prélevé par les accessoires extérieurs est la somme des couples résistants des consommateurs suivants :

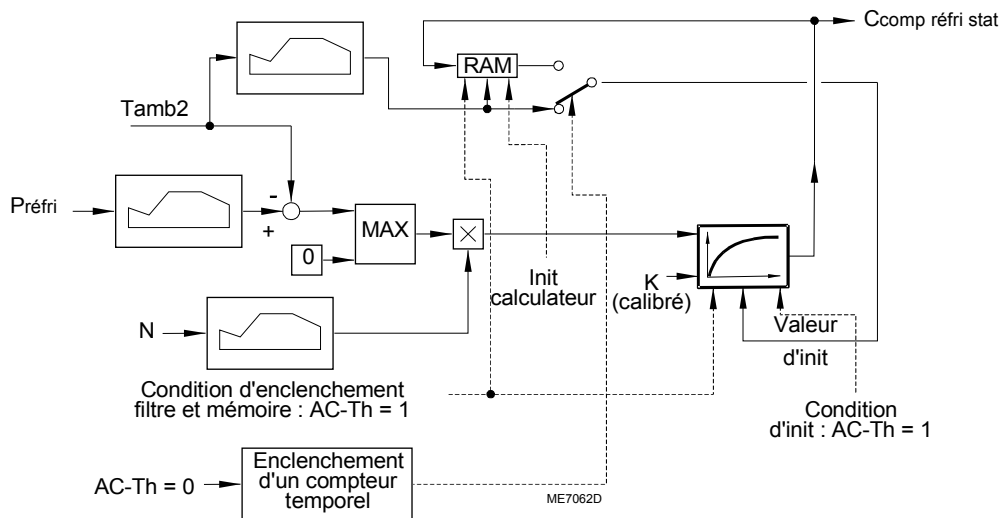
- compresseur de réfrigération,
- direction assistée,
- pare-brise chauffant,
- GMV,
- alternateur.

Pour le pare-brise chauffant, et la direction assistée en butée, on dispose d'une valeur calibrée de couple absorbé.

Lorsque l'enclenchement du compresseur de réfrigération est autorisé ( $AC-th = 1$ ), le couple de réfrigération est égal à une valeur stationnaire  $C_{comp\ réfri\ stat}$ , plus une valeur dynamique (surcouple à l'enclenchement) fonction du régime moteur.

Ce couple total sert de valeur d'initialisation à un filtre, dont le rôle est d'amener progressivement sa valeur de sortie  $C_{comp\ réfri\ filt}$  à la valeur de couple stationnaire  $C_{comp\ réfri\ stat}$ . Forme du filtrage : valeur de sortie<sub>(t)</sub> = valeur de sortie<sub>(t-1)</sub> + K (valeur d'entrée<sub>(t)</sub> – valeur de sortie<sub>(t-1)</sub>).

## B - CALCUL DU COUPLE STATIONNAIRE COMPRESSEUR DE REFRIGERATION



Forme du filtrage : Valeur de sortie<sub>(t)</sub> = valeur de sortie<sub>(t-1)</sub> + K (valeur d'entrée<sub>(t)</sub> – valeur de sortie<sub>(t-1)</sub>).

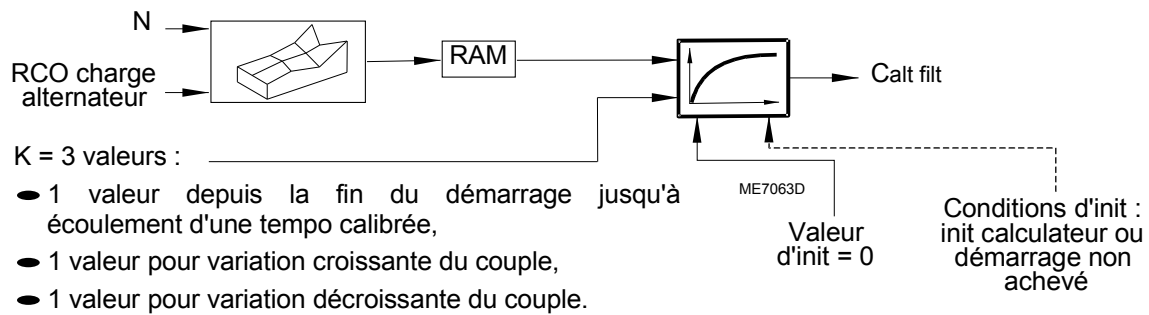
Une table donne la température du fluide réfrigérant  $T_{réfri}$  en fonction de sa pression. Le couple résistant du compresseur est donné par la formule  $(T_{réfri} - T_{amb2}) \times \text{coefficient de remplissage } f(N) \cdot C_{comp\ réfri\ stat}$  est obtenu en sortie d'un filtre. Sa valeur d'initialisation est :

- au premier enclenchement compresseur → une valeur  $f(T_{amb2})$ ,
- lors des enclenchements suivants → la valeur de  $C_{comp\ réfri\ stat}$  au moment de l'arrêt compresseur ( $AC-th = 0$ ). Ceci n'est vrai que

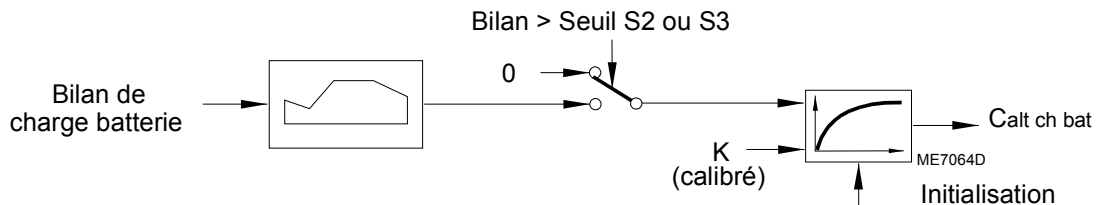


pendant une durée calibrée (valeur initiale d'un compteur) qui s'écoule même contact coupé.

## C - CALCUL DU COUPLE PRELEVE PAR L'ALTERNATEUR



## D - ELEVATION DU COUPLE RESISTANT EN FONCTION DE LA CHARGE BATTERIE



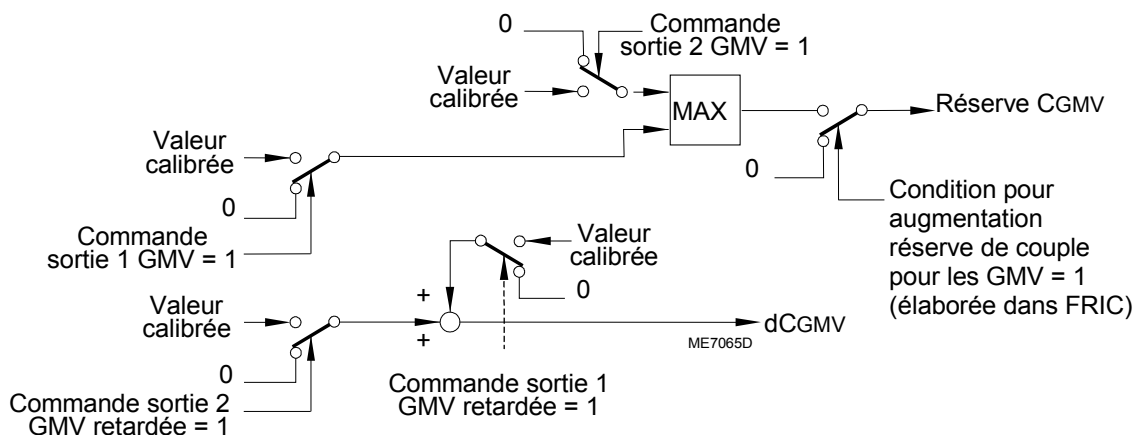
Forme du filtrage : Valeur de sortie<sub>(t)</sub> = valeur de sortie<sub>(t-1)</sub> + K (valeur d'entrée<sub>(t)</sub> – valeur de sortie<sub>(t-1)</sub>).

Ce calcul ne peut se faire en général qu'en dehors du ralenti, à un régime supérieur à un seuil, alors :

- tant que le bilan est inférieur à un seuil S<sub>1</sub>, le couple est nul,
- lorsque le bilan devient supérieur à un seuil S<sub>2</sub>, le couple est calculé en fonction du bilan de charge.

Si le bilan devient supérieur à un seuil S<sub>3</sub>, le couple est calculé sans tenir compte des conditions de fonctionnement moteur.

## E - CALCUL DU COUPLE PRELEVE PAR LE GMV



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

*Nota : Commande sortie 1 = Grande vitesse.  
Commande sortie 2 = petite vitesse.*

## VI - CALCUL DU COUPLE CONSOMME PAR LE CONVERTISSEUR BVA

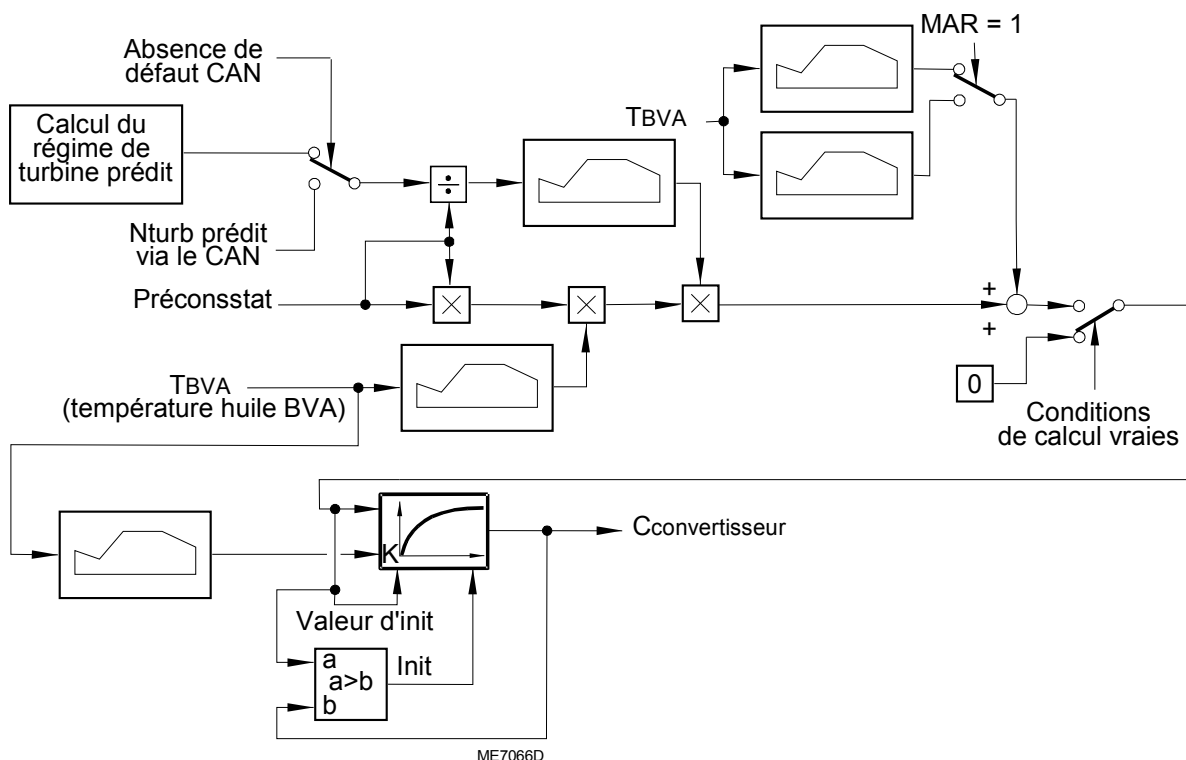
Cette fonction a été prévue initialement pour le cas suivant : Véhicule à l'arrêt, BVA en prise (Drive par exemple), et le conducteur a le pied sur le frein. Effectivement dans ce cas, la turbine est bloquée, si bien que la BVA prélève un couple important au moteur. Néanmoins, véhicule roulant, la BVA prélève également un couple au moteur dans le cas d'une décélération des roues motrices.

### Conditions de calcul du couple consommé par la BVA

La BVA indique sur le bus CAN :

- qu'elle est en prise ou,
- qu'elle ne se trouve pas en mode de "réduction de traînée" (équivalent à un débrayage).

### Calcul du couple Cconvertisseur



- La formule de base est la suivante :  

$$(\text{préconsigne statique de régime de ralenti})^2 \cdot \text{Facteur } f\left(\frac{\text{régime turbine prédit}}{\text{préconsigne statique}}\right) \cdot \text{facteur } f(\text{TBVA}).$$
- A cette formule s'ajoute une valeur  $f(\text{TBVA})$  en Neutre ou Marche arrière.
- Lorsque le couple prélevé par la BVA augmente, il faut le prendre en compte immédiatement, sans filtrage → on réinitialise la sortie du filtre à la nouvelle valeur de  $C_{\text{convertisseur}}$ . Par contre, s'il décroît, on le filtre pour raison d'agrément.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

- Si le régime turbine prédit n'est pas disponible sur le CAN (il y a présence d'un défaut CAN), le calculateur doit le calculer lui-même, d'après la formule suivante :

$$N_{\text{turb}} \text{ prédit} = N_{\text{turb}} + \begin{cases} 0 & \text{si } N_{\text{turb}} \text{ est constant ou augmente} \\ \Delta N_{\text{turb}} \cdot \text{Facteur de retard au remplissage si } N_{\text{turb}} \\ & \text{diminue.} \end{cases}$$

$$N_{\text{turb}} = (V_{\text{véh}} \cdot \text{Facteur entre vitesse roues et } V_{\text{véh}}) \cdot \text{Facteur } f(\text{Rapport BV})$$

Calibré  $f(\varnothing \text{ des roues})$  = rapport engagé x rapport de pont

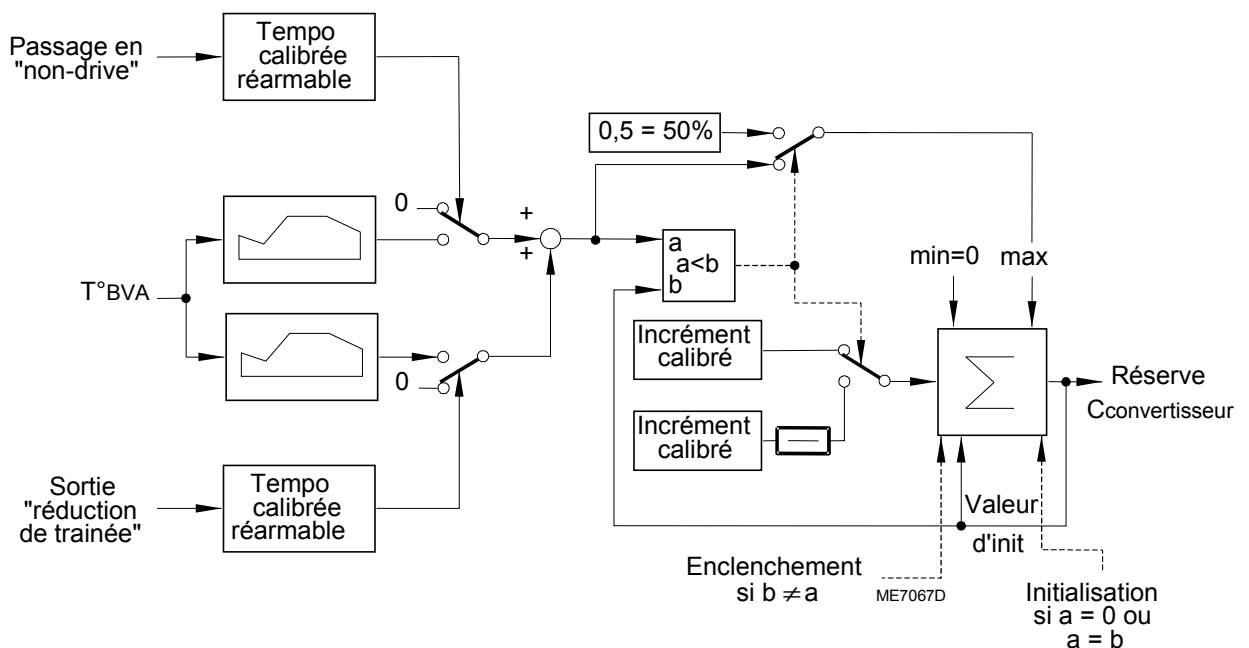
**Remarque :** En décélération, le couple que la BVA prélève au moteur entraîne un retard au remplissage de la tubulure d'admission, d'où l'intervention d'un facteur correctif dans le calcul de  $N_{\text{turb}}$  prédit. Il permet de surestimer le régime turbine et d'augmenter encore plus le couple moteur.

### Calcul de la réserve de couple pour la demande de couple du convertisseur

Réserve  $C_{\text{convertisseur}}$  est une variable utilisée pour la régulation ralenti sur le couple moteur.

Cette réserve de couple est calculée pendant un certain temps calibré lorsque l'on passe en non-drive ou en sortie de réduction de traînée.

La réserve de couple est calculée à partir de  $T_{\text{BVA}}$  et sert de butée maxi à un accumulateur, qui fait office de filtre, afin d'obtenir une variation progressive de la réserve de couple. L'incrément positive ou négative, a lieu à chaque segment moteur.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## VII - ADAPTATION DU COUPLE DE PERTES

On considère que le couple de pertes peut évoluer dans le temps ; ceci peut être dû au moteur lui-même (usure mécanique, viscosité d'huile différente), ou à deux de ses accessoires : Le convertisseur de BVA, et le compresseur de réfrigération.

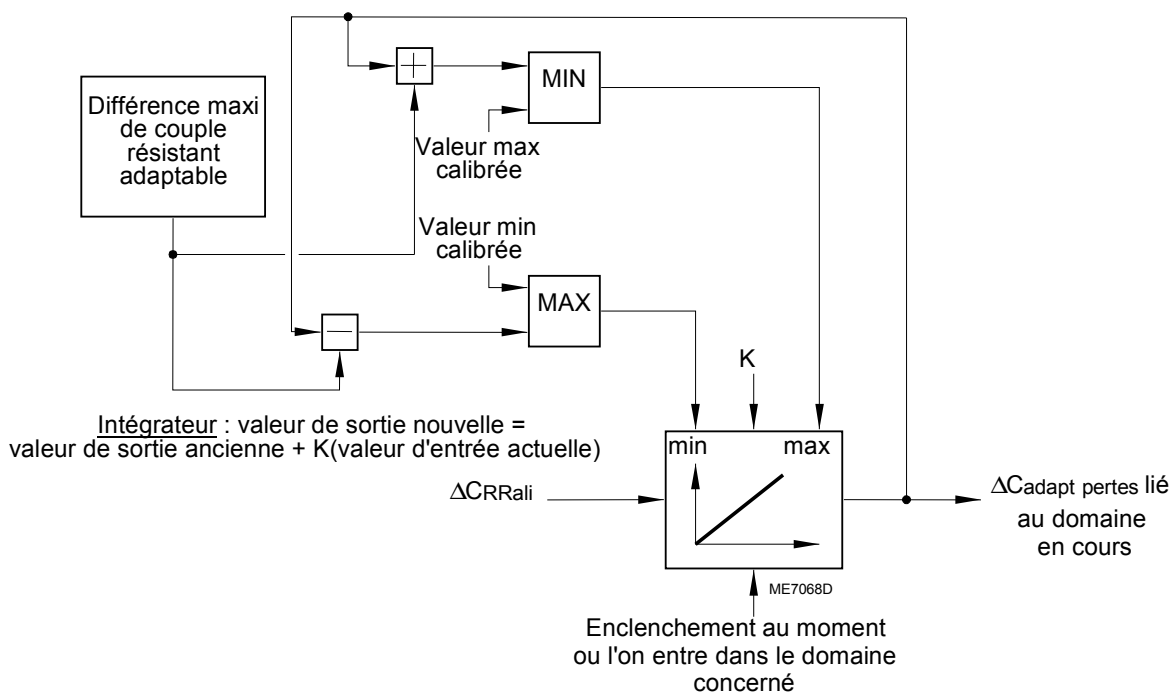
On a recours à quatre blocs d'adaptation car quatre situations différentes sont possibles :

- (1) : fonctionnement sans compresseur de réfrigération ni BVA en prise,
- (2) : fonctionnement avec compresseur de réfrigération, sans BVA en prise,
- (3) : fonctionnement sans compresseur de réfrigération, avec BVA en prise,
- (4) : fonctionnement avec compresseur de réfrigération et BVA en prise.

Un bloc a pour rôle de déterminer le domaine de fonctionnement, et par suite d'activer le bloc d'auto-adaptation correspondant.

Cette auto-adaptation est destinée à recentrer le régulateur de ralenti ; aussi, quel que soit le domaine de fonctionnement, le principe consiste à intégrer le delta de couple issu de l'intégrateur du régulateur de ralenti  $\Delta CRRali$ . Cela consiste à apprendre la variation du couple résistant du moteur lui-même ou généré par les accessoires.

### Exemple de fonctionnement d'un bloc

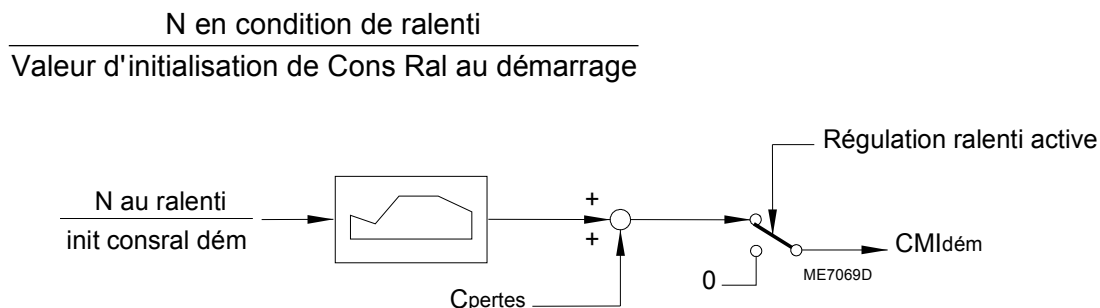


Quand on change de domaine, on conserve la valeur d'adaptation précédente à laquelle s'ajoute celle issue du bloc correspondant au nouveau domaine.  $\Delta C_{adapt} \text{ pertes}$  est consigné en EEPROM. Lors d'un effacement de celle-ci, tous les intégrateurs sont initialisés à zéro.

L'adaptation a lieu lorsque la régulation de ralenti est active, régime  $\leq$  Seuil,  $T^{\circ}eau >$  Seuil ; le véhicule, de plus, ne doit pas être roulant en prise.

## VIII - CALCUL DU COUPLE AU DEMARRAGE

Le couple que le moteur doit fournir lors du démarrage  $CMIdem$  est issu d'une table dont la variable d'entrée est le rapport suivant :



## IX - CALCUL DE LA RESERVE DE COUPLE LORS DU CHAUFFAGE CATALYSEUR

### A - PRINCIPE

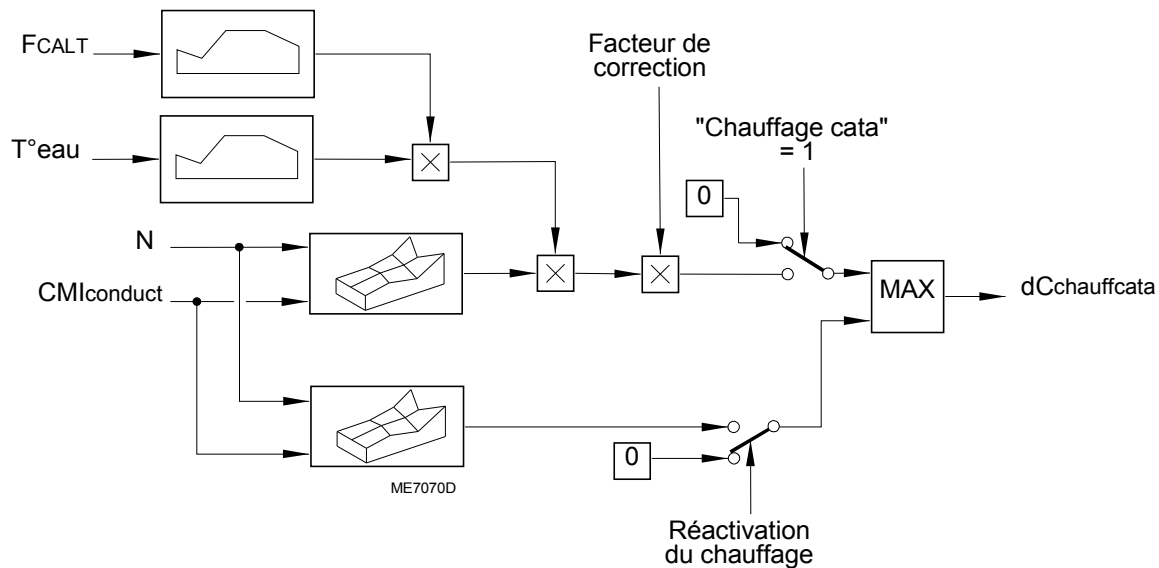
Pour accélérer le réchauffage du catalyseur, ou pour le maintenir à sa température de fonctionnement, la solution consiste à diminuer le rendement d'avance, (mettre du retard à l'allumage), afin d'augmenter la température de combustion, et par la même celle des gaz d'échappement.

On calcule donc une réserve de couple destinée au chauffage catalyseur  $dC_{chauff\ catala}$ . On distingue deux valeurs :

- une valeur lors d'une demande de chauffage,
- une valeur lors d'une demande de réactivation du chauffage catalyseur.

$dC_{chauff\ catala}$  est inclus ensuite dans le bloc de coordination de couple pour le remplissage ; il en découle une augmentation de la charge et un retard de l'angle d'allumage.

## B - METHODE DE CALCUL



Le delta de couple pour chauffage catalyseur est calculé à partir du point de fonctionnement moteur, et corrigé en fonction de la température d'eau et de l'altitude.

Le facteur de correction permet de tenir compte du débit d'air intégré depuis la fin du démarrage QA intégré (voir chapitre "calcul de variables" – Modélisation de la température échappement).

## C - CONDITIONS DE CHAUFFAGE CATALYSEUR

Cette fonction à part entière permet :

- d'autoriser le chauffage catalyseur par application de la réserve de couple  $dC_{chauffcata}$ ,
- de permettre le réchauffage accéléré du catalyseur après le démarrage du moteur,
- d'influencer le calcul de la consigne de ralenti, ainsi que la fonction "Commande du mélange".



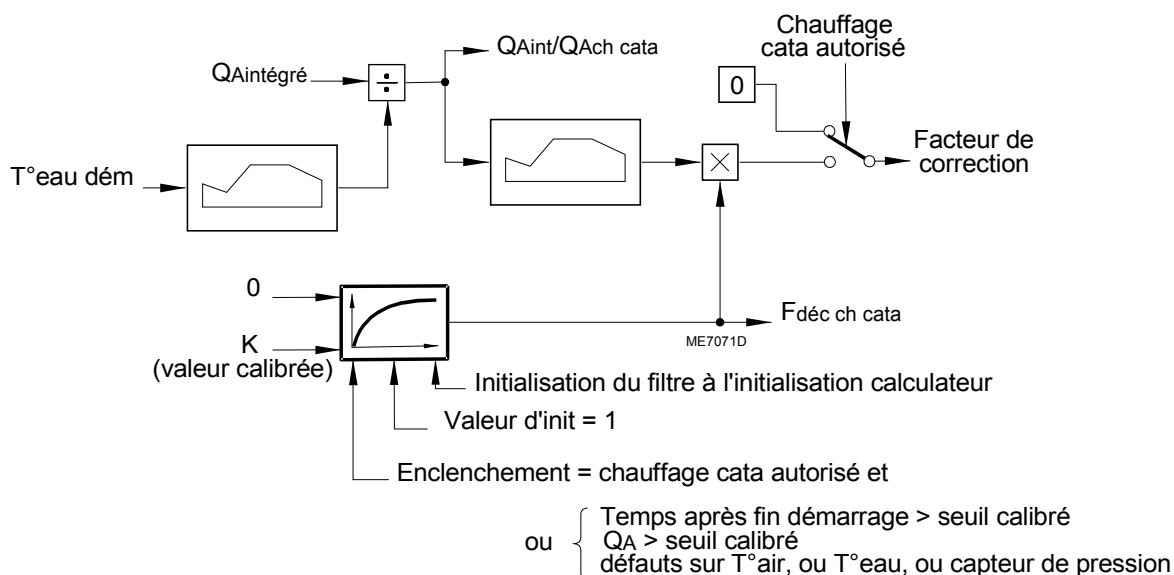
## 1 - Conditions d'enclenchement du chauffage catalyseur

Besoin en chauffage cata

- Le démarrage est achevé et,
- $|T^{\circ}\text{air} - T^{\circ}\text{eau au démarrage}| \leq \text{Seuil calibré et,}$
- $FCALT > \text{Seuil calibré et,}$
- $Q_{Achcata} > 0$  et,
- Pas de défauts sur  $T^{\circ}\text{eau}$ ,  $T^{\circ}\text{air}$ , capteur de pression ou redémarrage avec  $T^{\circ}\text{eau au démarrage} < 35^{\circ}\text{C}$ .

Interdiction si  $N < \text{régime mini}$  ou  $QA_{int}/QA_{ch cata} \simeq 1$  ou  $F_{déc ch cata} \simeq 0$

## 2 - Calcul du facteur de correction de $dC_{chauff cata}$

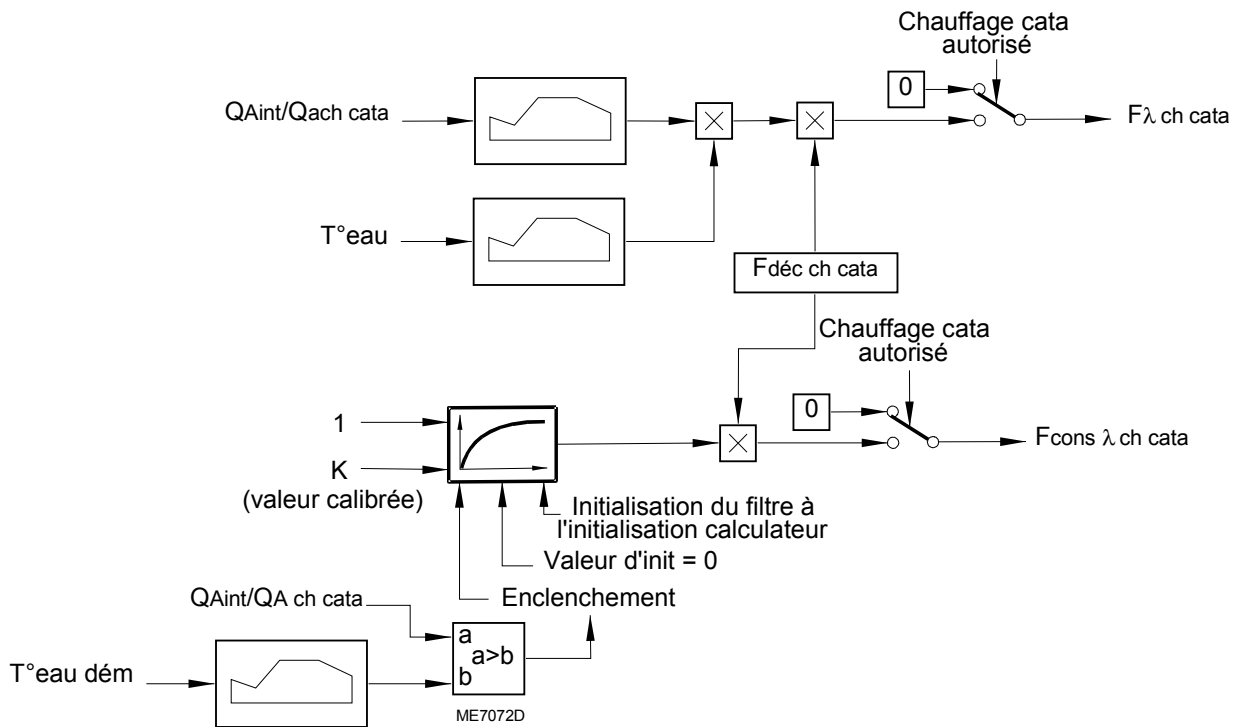


Suivant la température d'eau au démarrage, une table donne la masse d'air que le moteur devra avoir aspirée depuis son démarrage, pour que le catalyseur soit à bonne température. Si l'on fait le rapport entre la masse d'air réelle aspirée intégrée  $Q_{A \text{ intégré}}$ , et cette consigne  $f(T^{\circ}\text{eau dém})$ , on obtient le facteur correctif. Par ailleurs, un filtre délivre un facteur de décrémentation du facteur correctif  $F_{déc ch cata}$  lorsque le réchauffage catalyseur doit être arrêté. Le filtre est initialisé à 1 ; les conditions d'arrêt du réchauffage le mettent en fonctionnement → il amène progressivement sa valeur de sortie initiale = 1 à zéro.

### 3 - Influence du chauffage catalyseur sur le lambda

Le calculateur délivre deux facteurs :

- un facteur de lambda en phase de chauffage cata  $F_{\lambda \text{ ch cata}}$ ,
- un facteur pour la consigne du lambda en phase de chauffage cata  $F_{\text{cons } \lambda \text{ ch cata}}$ .



#### 4 - Influence du chauffage catalyseur sur le régime de ralenti

Nchauff cata est issu d'une table dont la variable d'entrée est la température d'eau. Une table spécifique est utilisée dans le cas d'une BVA en prise. Ce cas précis n'est pas utilisé dans notre application.

Le régime de ralenti pour réchauffage catalyseur est généré dans deux cas :

- les conditions de régime ralenti chauffage cata sont vraies
  - "besoin en chauffage cata" vrai et,
  - temps écoulé depuis fin démarrage  $\leq$  Seuil calibré et,
  - le moteur est en condition de ralenti et la BVA n'est pas en prise.

ou

- les conditions de réactivation chauffage catalyseur sont vraies,
  - Seuil calibré S1  $\leq$  T°échap aval  $<$  Seuil calibré S2.  
(100°C) (300°C)

Ces conditions de réactivation disparaissent si T°échap aval  $>$  Seuil S2 + hystérésis calibré. (100°C)

Donc, quand le démarrage est achevé depuis longtemps, on peut réactiver à tout moment le chauffage catalyseur, et générer une consigne de ralenti Ad Hoc.

#### 5 - Génération du flag de réchauffage rapide catalyseur

Ce flag est utilisé pour le chauffage de la sonde à oxygène.

Ce flag est mis à 1 si les conditions suivantes sont vraies :

- la température d'eau au démarrage se trouve dans une zone d'autorisation définie par une courbe et,
- "besoin en chauffage cata" vrai et,
- le chauffage catalyseur n'a pas été arrêté (enclenchement du filtre du facteur de correction) ou BVA non en drive ou moteur en condition de ralenti.



**Principe :**

- Il s'agit de calculer un couple  $C_{N_{max}}$  qui doit permettre au moteur de ne pas dépasser le régime maxi admissible.
- La consigne de régime maxi admissible  $Cons\ N_{max}$  est déterminée selon plusieurs paramètres.
- Par ailleurs on calcule un régime moteur prédit : Le gradient de régime  $grad\ N_{cycle\ filt}$  (dérivée de  $N$ ) - à condition qu'il soit positif - est multiplié par un horizon de prédiction temporel (valeur calibrée).
- On obtient un écart  $\varepsilon = (Cons\ N_{max} - N_{prédit})$ . Si  $\varepsilon$  est négatif,  $N_{prédit}$  est trop élevé. Pour ramener  $N_{prédit}$  à la valeur de consigne, on régule le couple  $C_{MIconduct\ lim}$ . La régulation est de type proportionnel - intégral.  
 $C_{N_{max}} = C_{MIconduct\ lim\ réglé}$
- Dans le cas où le régime instantané devient supérieur à la consigne plus un hystérésis, alors  $C_{N_{max}} = 0$ .

**Remarque :** En phase de régulation on utilise la valeur figée de  $C_{MIconduct\ lim}$ , plutôt que l'actualisée, afin d'éviter un effet de "pompage" par le conducteur.

**Détermination des paramètres de régulation**

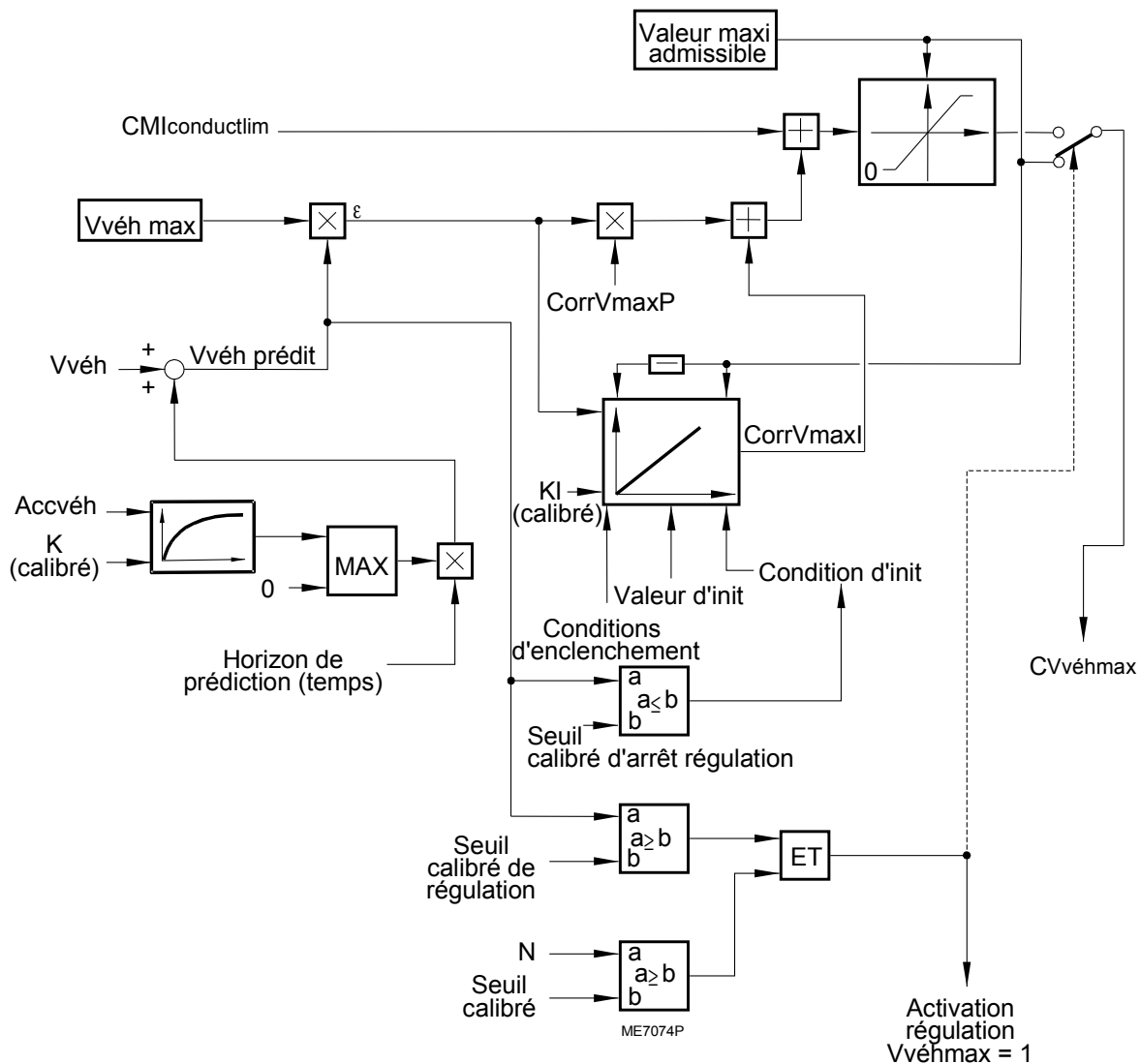
$Corr\ N_{max}\ P$  et  $KI$  sont issus d'une cartographie  $f(RA, rapport\ BV)$  tant que l'on est pas en régulation. Lorsque l'écart  $\varepsilon$  est négatif, après l'écoulement d'une temporisation calibrée,  $Corr\ N_{max}\ P$  et  $KI$  sont fonction du rapport de  $BV$  seulement. L'à-coup ainsi généré alerte le conducteur qu'il se trouve en limite de régime. Lorsque l'écart  $\varepsilon$  redevient positif, on attend encore pendant une temporisation calibrée, avant de réutiliser les cartographies  $f(RA, rapport\ BV)$ .

**Calcul du régime de consigne maximum**

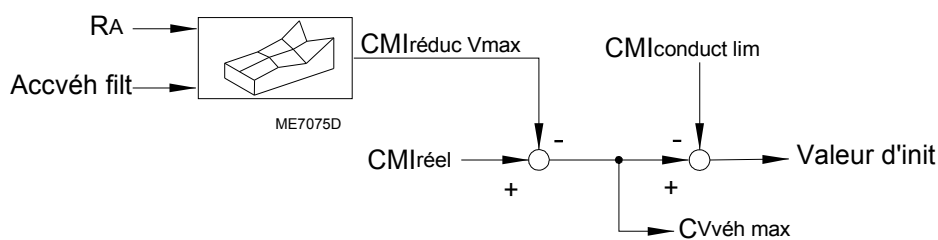
- Cas normal  $\rightarrow N_{max} =$  valeur calibrée  $N_{max\ normal}$  (6500tr/mn)
- Cas limite de régime brièvement augmenté : Si  $N < N_{max\ normal}$  pendant une durée calibrée alors, si  $V_{véh} > Seuil$  et  $T^{\circ}eau > seuil \Rightarrow N_{max} = N_{max\ brev\ aug}$ . On fait ensuite la somme des temps pendant lesquels  $N > N_{max\ normal}$  ; dès que cette somme atteint un seuil calibré, on décrémente d'1 pas  $N_{max\ brev\ aug}$  à  $N_{max\ normal}$ . Cette possibilité n'est pas permise dans notre application.
- Défaut sur vitesse véhicule  $\rightarrow$  valeur spécifique. (6500tr/mn) en BVM,  $f(rapport\ BV)$  en BVA (6500tr/mn).
- Boîtier papillon motorisé non alimenté  $\rightarrow N_{max} = f(\alpha\ pédal\ norm)$  (1400 à 3000 tr/mn).
- Capteur régime/position moteur en mode dégradé  $\rightarrow$  valeur spécifique (1200tr/mn).
- Position papillon inconnue ou erronée  $\rightarrow$  valeur spécifique (1400tr/mn).
- Erreur codage de variantes :  $N_{max} = 3000\ tr/mn$ .

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

## XI - DEMANDE DE COUPLE POUR LA REGULATION DE LA VITESSE MAXI



### Valeur d'initialisation de l'intégrateur



### Conditions d'enclenchement de l'intégrateur

$V_{veh\text{ prédit}} \geq \text{Seuil calibré}$  et condition d'activation de la régulation = 1.

### Forme de l'intégrateur

$$Corr\ V_{max}\ I_{(t)} = Corr\ V_{max}\ I_{(t-1)} + KI\ \epsilon_{(t)}.$$

Le principe de régulation de la vitesse maxi du véhicule est similaire à celui du régime maxi. La vitesse maxi, par contre, est figée et propre au véhicule.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## XII - CORRECTION D'AVANCE CONTENUE POUR AGREMENT DE CONDUITE

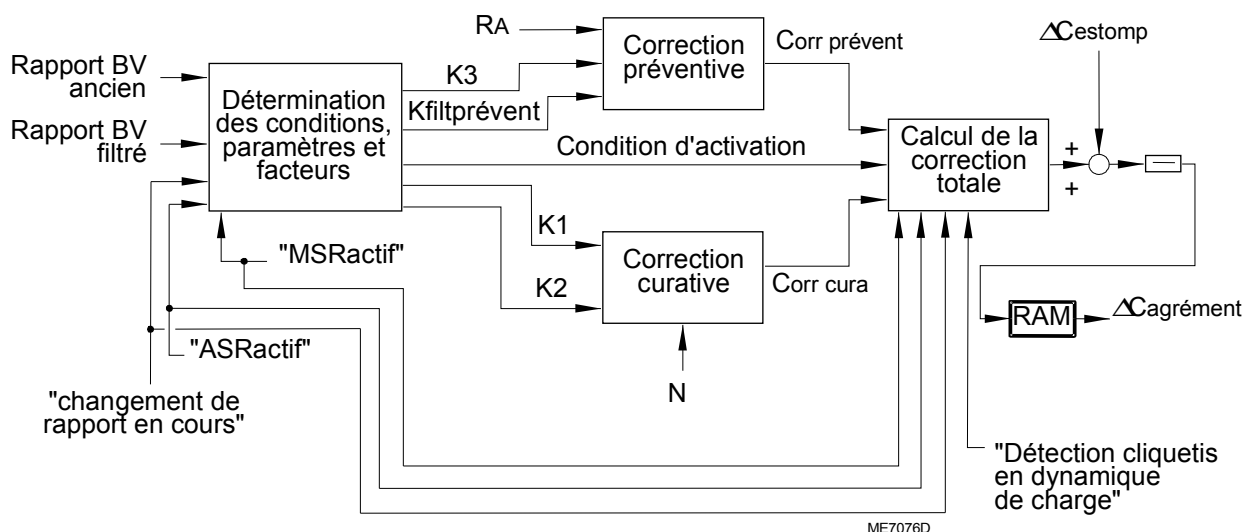
### A - PRESENTATION

Cette fonction a pour but d'optimiser l'agrément de conduite en supprimant les à-coups provenant de variations de régime diverses. Pour cela, elle calcule une correction additive  $\Delta C_{\text{agrément}}$  du couple de consigne à réaliser par l'avance Cons CMI<sub>av</sub>.

La correction finale  $\Delta C_{\text{agrément}}$  est globalement la somme :

- d'une correction curative liée aux oscillations de régime basse fréquence, agissant par opposition de phase,
- d'une correction préventive liée à l'observation de la charge ; elle est destinée à effacer le premier pic d'accélération véhicule qui suit un enfoncement pédale, en particulier après une décélération,
- d'un retrait de couple issu de la fonction d'estompage de couple au changement de rapport de la BVA.

$\Delta C_{\text{agrément}}$  peut être positif ou négatif.



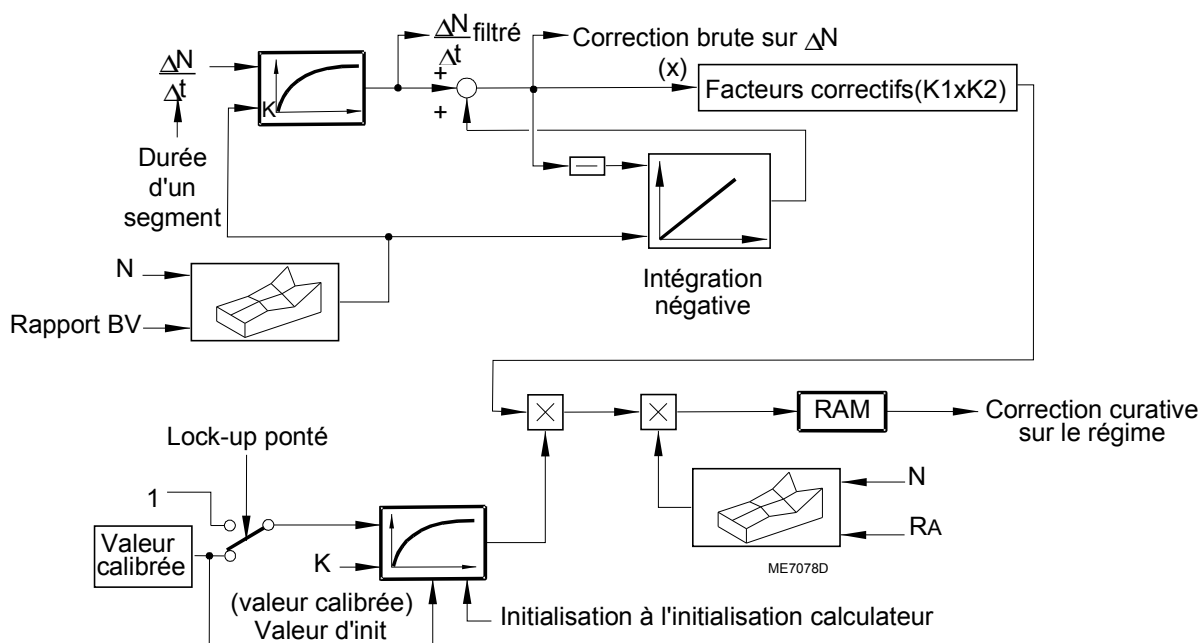
La correction finale est inversée en signe car  $\Delta C_{\text{agrément}}$  s'ajoute au couple de consigne, alors qu'en interne, on continue comme sur les systèmes antérieurs, à raisonner "retrait de couple".





## C - CORRECTION CURATIVE

Cette correction est calée sur la trame des segments moteur.



Les dérivées de régime sont filtrées ; ceci donne une correction de couple en opposition de phase avec les oscillations de régime. Un intégrateur permet de rendre la correction de moins en moins efficace au fur et à mesure que la variation de régime s'estompe. Cela permet d'avoir une correction nulle en cas d'accélération sans oscillation de régime. Filtrage et intégration sont fonction du régime et du rapport de BV. Le filtre et l'intégrateur sont réinitialisés (respectivement à  $\frac{\Delta N}{\Delta t}$  et 0) si la condition d'activation de la correction continue passe à "vraie" ou seulement sa 6<sup>ème</sup> sous-condition.

Les facteurs correctifs sont :

- $K1 \rightarrow$  fonction du régime et du rapport de BV engagé. Il est diminué par un facteur fixe calibré lorsque l'on est passé de "moteur entraîné" à traction et que la phase de rattrapage de jeux est terminée (condition  $D/T + \text{rattrapage jeux} = 0$ ).

Le facteur fixe calibré est forcé à 1 lorsque  $D/T + \text{rattrapage jeux} = 1$ .

*Nota : On appellera  $D/T + \text{rattrapage jeux}$  la condition où de décélération (moteur entraîné) on passe à traction  $\Rightarrow D/T + \text{rattrapage jeux} = 1$  car le moteur bascule sur ses cales.*

*Si on est passé en traction depuis un certain temps  $f(\text{rapport BV} ; N)$  ou  $[\alpha \text{ pédal norm} > \text{Seuil et } \Delta \alpha \text{ pédal norm} > \text{Seuil}] \Rightarrow D/T + \text{rattrapage jeux} = 0$ .*

- $K2 \rightarrow$  facteur de pondération éventuel lors d'un changement de rapport de boîte.
  - Ce facteur est normalement à 1 (inactif).
  - Si un changement de rapport est détecté (rapport ancien  $\neq$  rapport filtré), il est inférieur à 1 ( $0 < \text{valeur calibrée} < 1$ ).
  - Si le changement de rapport est effectué :
    - il revient à 1 immédiatement si on est "moteur entraîné" (décélération),
    - sinon, il revient à 1 avec une pente calibrée ( $\times$  incréments toutes les y secondes).
- Un facteur correctif spécifique dans le cas où le lock-up de la BVA est déponté ou glissant ; lock-up verrouillé, il est inactif (égal à 1). Un filtre permet d'éviter les à-coups lors des transitions d'état lock-up.
- Un facteur  $f(RA ; N)$  pour l'optimisation finale des calibrations.

### Forme des filtrages :

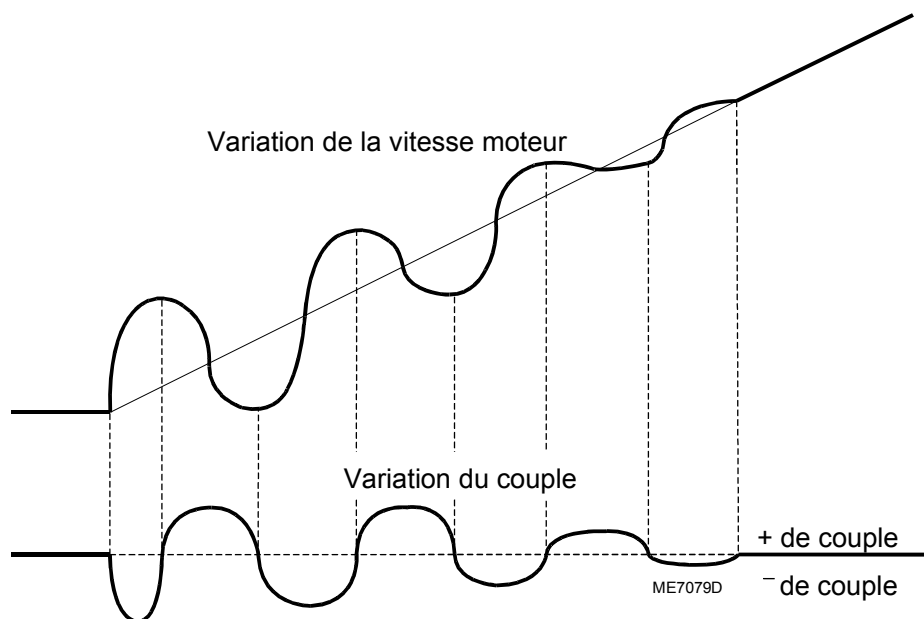
Valeur de sortie actuelle = valeur de sortie précédente +  $K(\text{Valeur d'entrée actuelle} - \text{valeur de sortie précédente})$ .

### Forme de l'intégration :

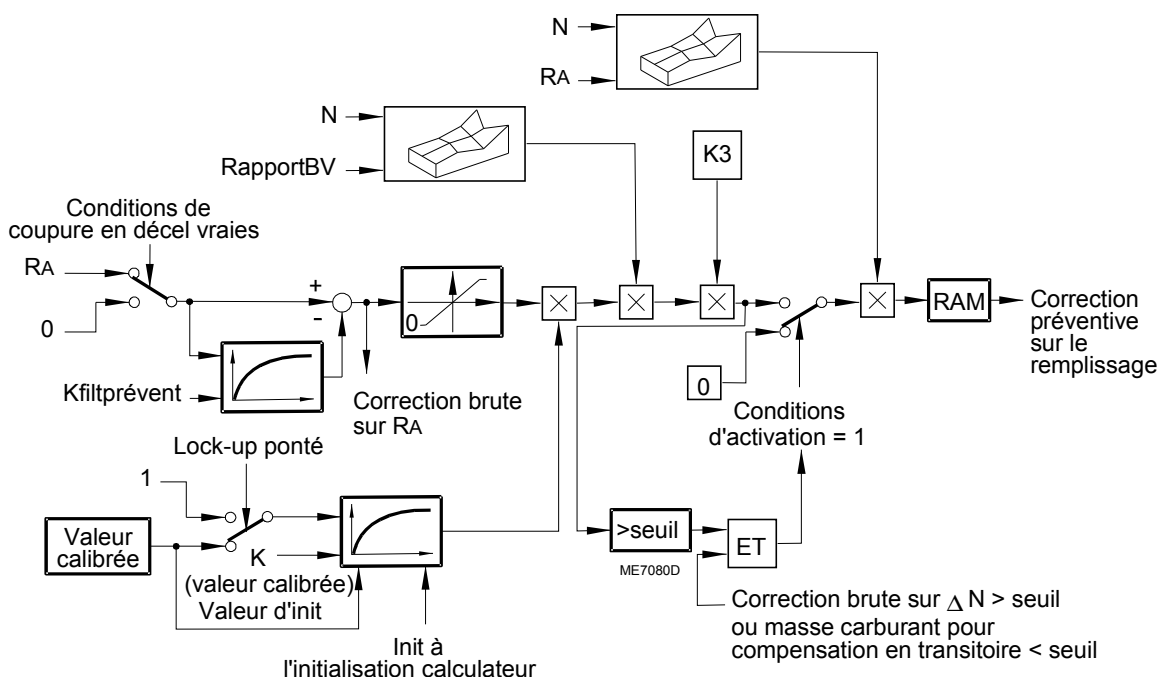
Valeur de sortie actuelle = valeur de sortie précédente – ( $K \bullet \text{valeur d'entrée}$ ).

### Conditions "moteur entraîné" :

On considère que l'on est en décélération (c'est le véhicule qui entraîne le moteur) si  $[CMI_{\text{conduct brut}} - C_{\text{pertes}}] < \text{Seuil } f(N)$ .



## D - CORRECTION PREVENTIVE



La correction repose sur la différence entre le remplissage actuel RA et la valeur filtrée de RA. Ce filtre, dont la récurrence de calcul est de 10 ms, est réinitialisé lorsque la condition d'activation de la correction continue passe à "vraie".

Son coefficient de filtrage Kfilt prévent peut prendre trois valeurs différentes :

- cas normal → Kfilt prévent est calculé à partir d'une cartographie (N, rapport BV),
- phase de rattrapage de jeux :  $D/T + \text{rattrap jeux} = 1$  et correction brute sur  $\Delta N_{\text{actuelle}} > [\text{correction brute sur } \Delta N_{\text{précédente}} - \text{valeur calibrée}]$  → Kfilt prévent est une valeur calibrée spécifique,
- cas d'accélération forte sans correction préventive : conditions d'activation de la correction préventive = 0 et masse de carburant pour compensation en transitoire supérieure ou égale à un seuil (mauvaise combustion ou correction préventive trop faible) → Kfilt prévent est une valeur calibrée spécifique.

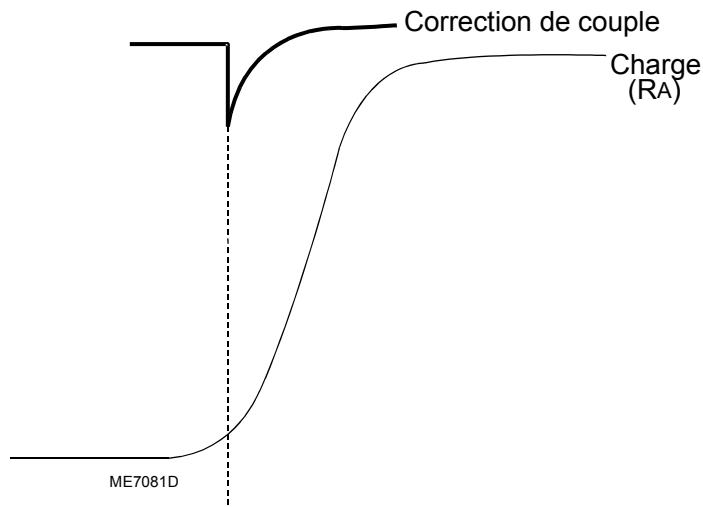
La correction brut sur RA est ensuite corrigée par quatre facteurs :

- un gain  $f(N ; \text{rapport BV})$ ,
- K3, facteur de pondération se comportant comme K2, mais avec ses propres valeurs,
- un facteur correctif spécifique dans le cas où le lockup de la BVA est déponté ou glissant (même principe qu'en correction curative),
- un facteur  $f(RA ; N)$  pour l'optimisation finale des calibrations.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

**Forme des filtrages**

Valeur de sortie actuelle = valeur de sortie précédente + K (valeur d'entrée actuelle – valeur de sortie précédente)



## E - CONDITION D'ACTIVATION DE LA CORRECTION CONTINUE

Elle passe à 1 lorsque neuf sous-conditions sont réunies :

- $T^{\circ}\text{eau} > \text{seuil calibré}$ ,
- hors phase démarrage,
- pas de défaut sur papillon motorisé,
- $\frac{\Delta N}{\Delta t}$  filtré passe de négatif à positif,

cette condition passe à "fausse" si :

- $\frac{\Delta N}{\Delta t} \text{ filt} < \text{seuil négatif}$  ou,
- $\frac{\Delta N}{\Delta t} \text{ filt} > \text{seuil positif}$  ou,
- rapport de boîte engagé alors que celle-ci était jusque là au point mort.

cette condition est systématiquement vraie en BVA.

- Pas d'action sur l'embrayage.
- $N < \text{seuil calibré}$ .
- Au moins une partie du régulateur de ralenti est active ou on est en ralenti entraîné avec BV en prise.
- Pas de changement de rapport effectué par la BVA ; si un changement a eu lieu, on attend une courte temporisation avant autorisation.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

- du MSR.

Pas de demande de couple en provenance de l'ASR ou

### XIII - RETRAIT D'AVANCE AU CHANGEMENT DE RAPPORT DE LA BVA

Dans cette application, le véhicule peut être équipé d'une BVA de type ZF4HP20. Dans ce cas, lorsque la BVA change de rapport, elle adresse au calculateur ME7.4.6 via le bus CAN, une consigne de retrait de couple pour estompage,  $\Delta C_{estomp}$ .  $\Delta C_{estomp}$  s'ajoute à la correction d'avance continue [curative + préventive].

Cette réduction de couple permet une diminution du temps de passage (confort) et une diminution de l'énergie dissipée dans le récepteur (tenue mécanique).

La consigne de retrait de couple parvient au calculateur ME7 en tant que pourcentage de 400mN. Sa valeur en binaire peut aller de 0 à 254 avec :

0 → correspond à - 25% de 400mN,

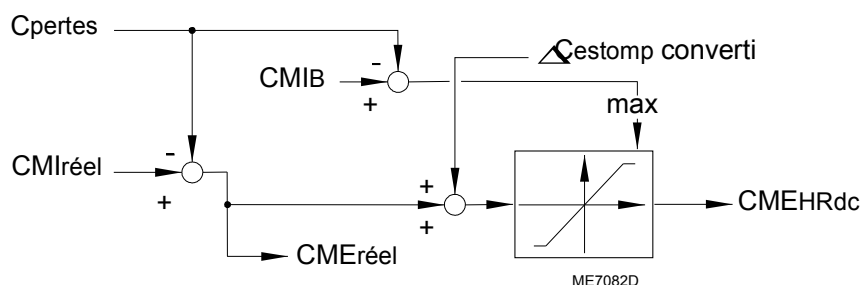
254 → correspond à 102% de 400mN,

1 incrément = 0,5% de 400 mN,

255 → valeur invalide  $\Rightarrow \Delta C_{estomp}$  est mis à 0.

$\Delta C_{estomp}$  parvient au format PCA, et doit être converti au format des couples de la structure couple Robert Bosch. Dans ce cas, le couple est sur 16 bits au lieu de 8 chez PCA, et 1 incrément vaut 0,00305% de 464mN.

#### Calcul des couples utiles au calculateur BVA

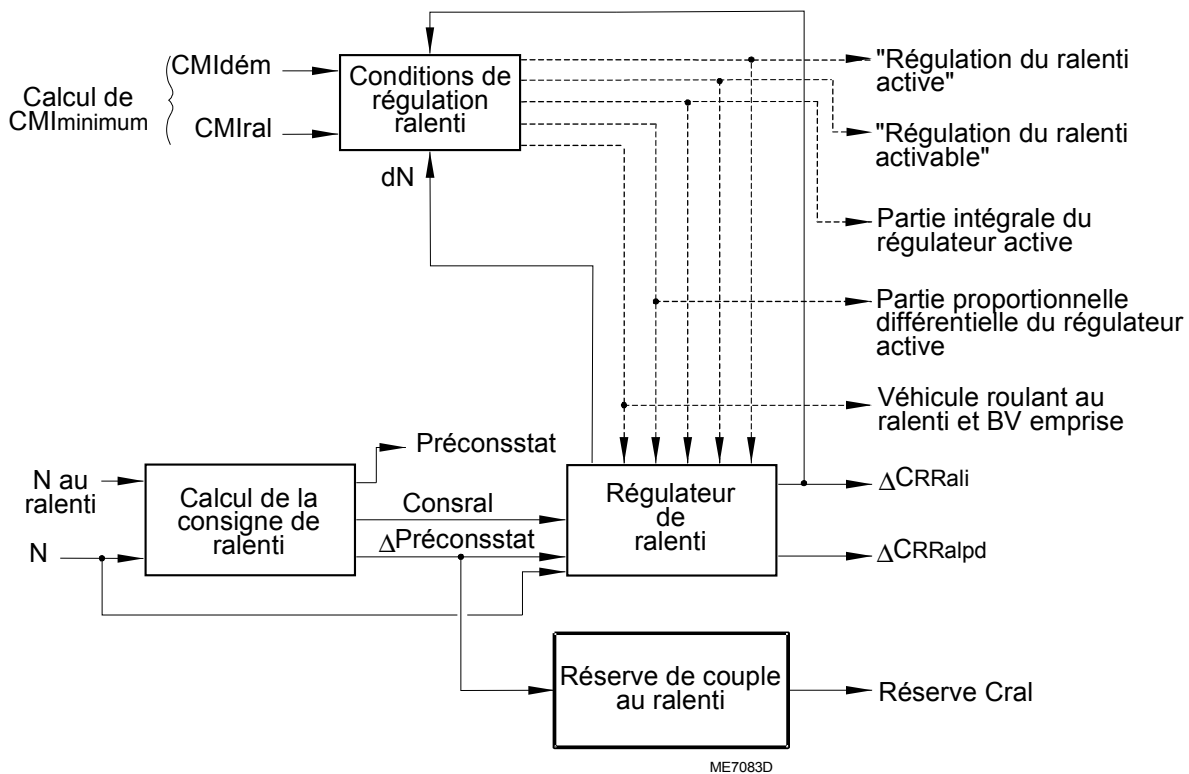


$CMEHRdc$  = couple moyen effectif hors réduction de couple demandée par la BVA.

$CMIB$  = couple moyen indiqué de base.

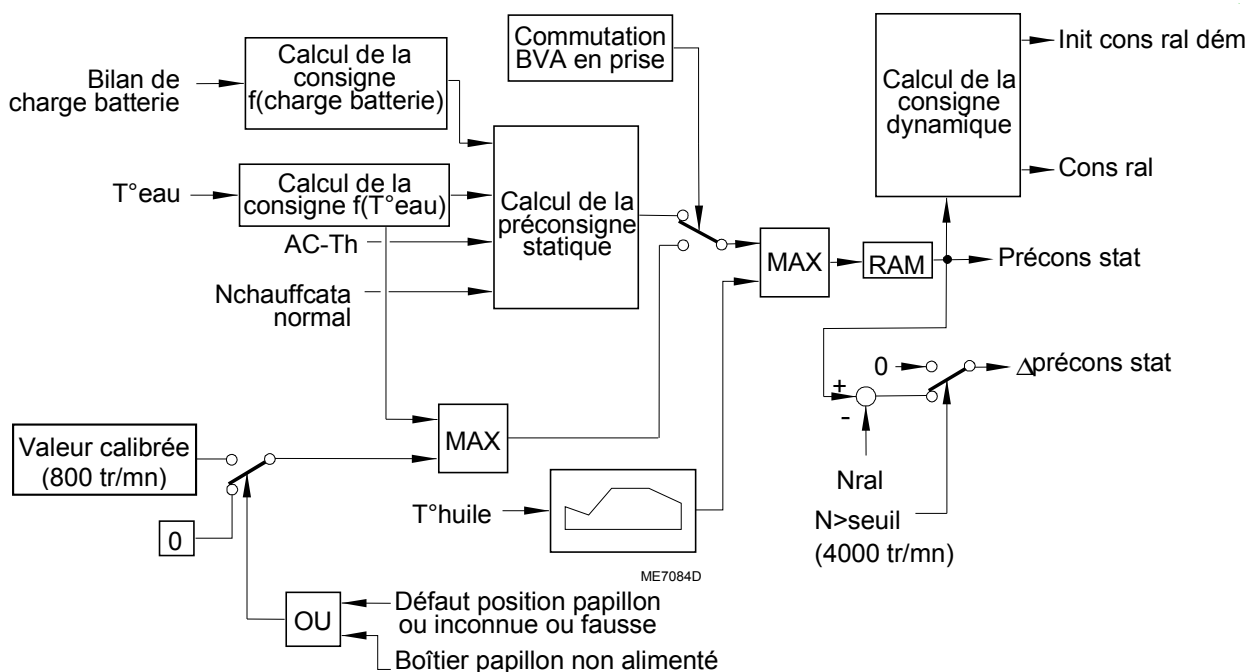
## XIV - REGULATION RALENTI SUR LE COUPLE MOTEUR

## A - VUE D'ENSEMBLE



## B - DETERMINATION DE LA CONSIGNE DE REGIME

## 1 - Processus général



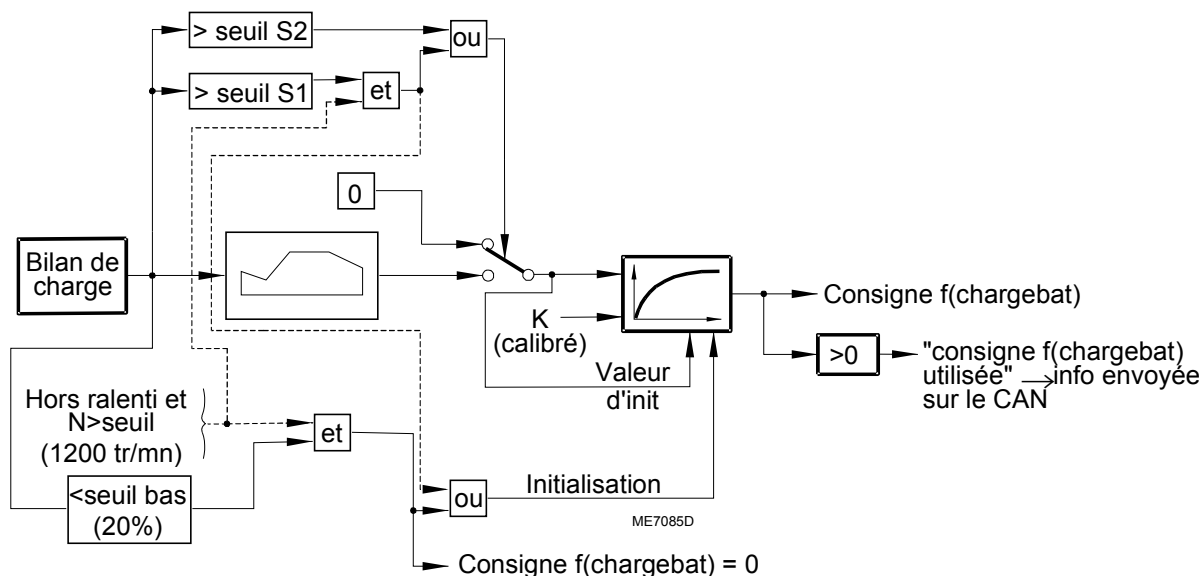
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



- Un bloc de calcul détermine la consigne de base qui dépend directement de la température d'eau. Quatre cas, donc quatre tables, sont pris en compte :
 

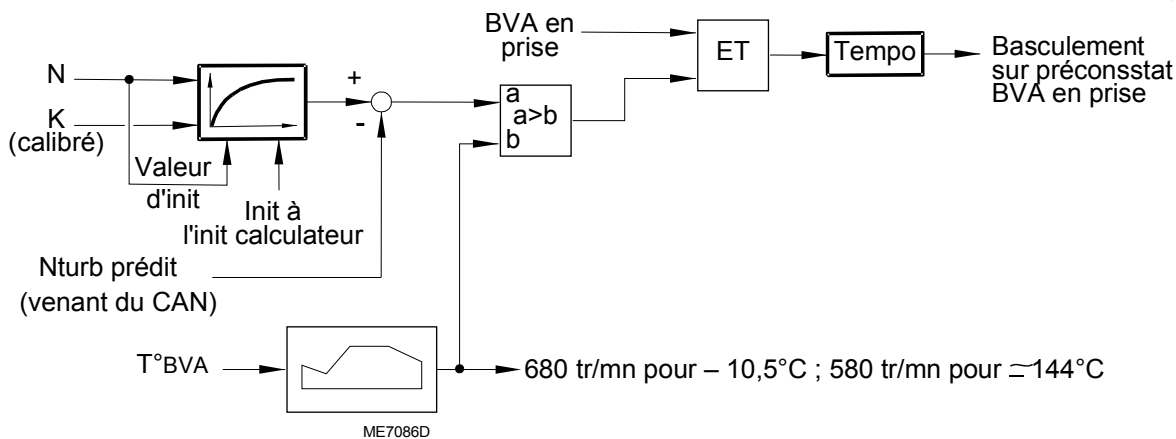
– BVM ou BVA en neutre et véhicule arrêté,	}	Consigne $f(T^{\circ}\text{eau})$ normale
– BVM ou BVA en neutre et véhicule roulant ( $V_{\text{véh}} > \text{seuil mini}$ )		
– BVA en drive et trainée normale	}	Consigne $f(T^{\circ}\text{eau})$ BVA en drive
– BVA en drive et réduction de trainée active		
- Un bloc détermine la préconsigne statique par choix maxi pour le cas normal ; si la BVA est en drive, la préconsigne statique est directement la consigne  $f(T^{\circ}\text{eau})$ .
- Un bloc à pour rôle de commuter sur cas normal ou cas BVA en drive.
- En cas d'une température d'huile trop basse, il faut augmenter préconstat ; une table dont la variable d'entrée est la température d'huile moteur est prévue à cet effet.
- Le bloc de calcul de la consigne dynamique applique la fonction suiveur.

## 2 - Calcul de la consigne en fonction de la charge batterie



Pour un bilan de charge d'environ 100%, la table donne un delta de consigne de 300 tr/mn.

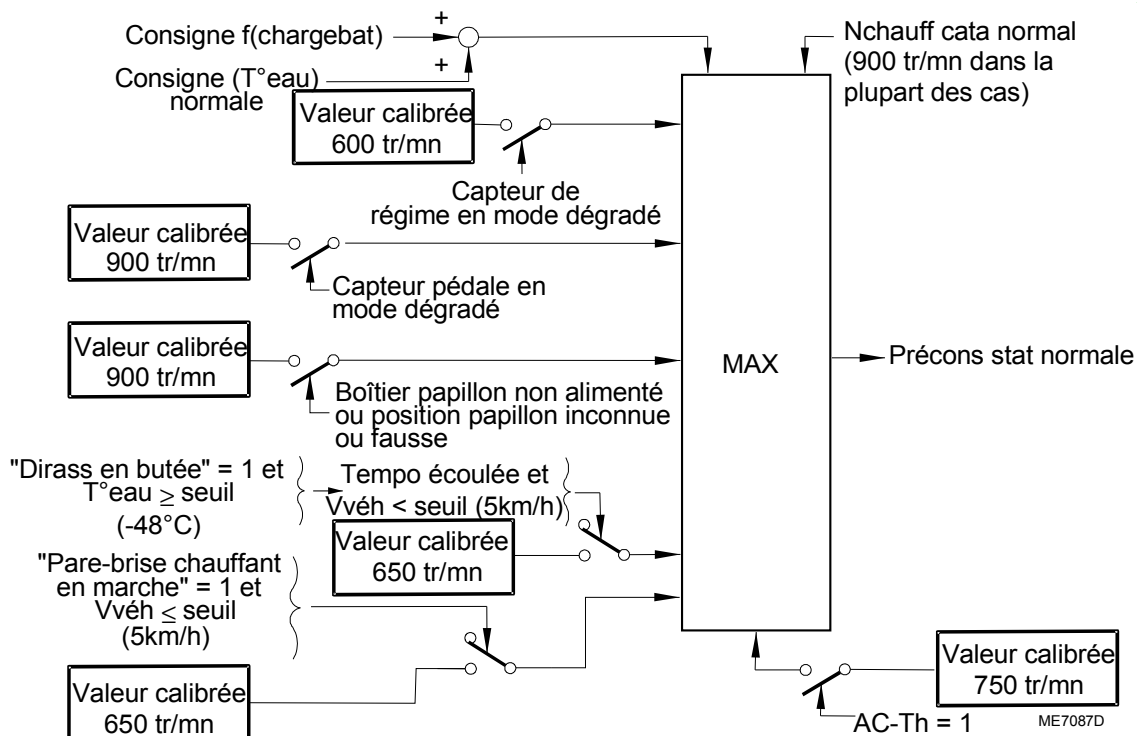
### 3 - Basculement sur consigne statique BVA en prise



Le basculement a lieu lorsque la BVA est bien sûr en prise et que le glissement du convertisseur est suffisamment élevé. Le seuil de référence prend en compte la viscosité de l'huile. La temporisation calibrée permet à la BVA de faire une auto-adaptation de la pression de ligne agissant sur ses récepteurs (embrayages et freins).

Par défaut, à l'initialisation calculateur, on est commuté sur la préconsigne statique normale.

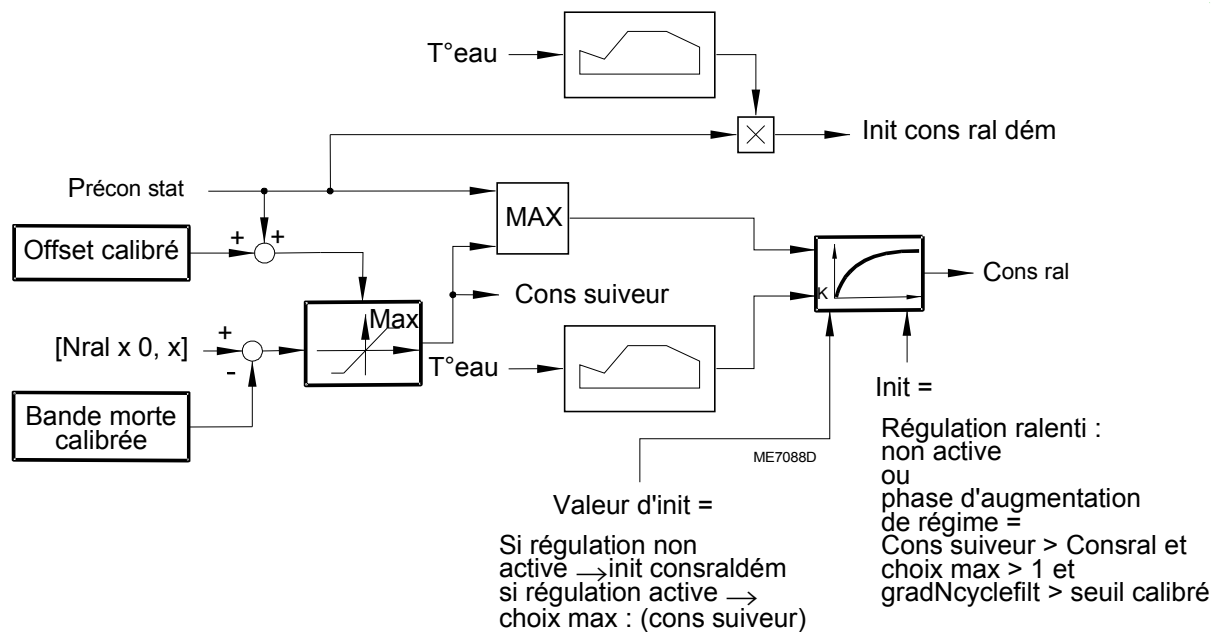
### 4 - Détermination de la préconsigne statique normale



*Nota :* La consigne liée au pare brise chauffant ne peut avoir lieu qu'une fois entre deux démarrages. L'autorisation d'application de la consigne est envoyée au bloc spécifique BVA en prise.

Le contact de dirass en butée et  $T^{\circ}\text{eau} \geq \text{seuil}$  constituent la condition d'application de la consigne "dirass en butée".

## 5 - Calcul de la consigne dynamique

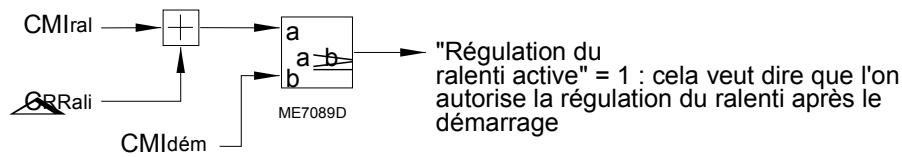


**Principe du suiveur :** Pied levé,  $N \searrow$  (décélération). Lorsque l'on entre en mode ralenti, de part la valeur du couple souhaité par le conducteur, le régulateur peut entrer en fonction, c'est à dire comparer  $N_{réel}$  ( $N_{ral}$ ) à  $Cons\ ral$  ( $N_{consigne}$ ).

Moteur stable,  $Cons\ ral = Préconsstat f(T°eau, Ubat \text{ etc....})$ . Mais au moment "pile" où l'on entre en zone ralenti, afin d'obtenir un bon agrément de conduite, on va amener le moteur en douceur à sa valeur  $Préconsstat$ . Méthode : le régulateur réagit en regardant l'écart entre  $N_{réel}$  et  $[N_{réel} \times K]$  faisant office de consigne de ralenti → c'est la fonction suiveur.

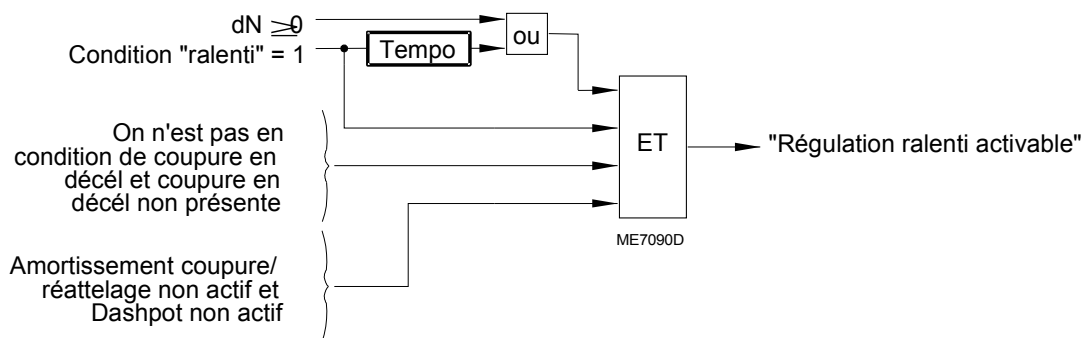
## C - CONDITIONS DE REGULATION

- Condition d'enclenchement de la régulation du ralenti :

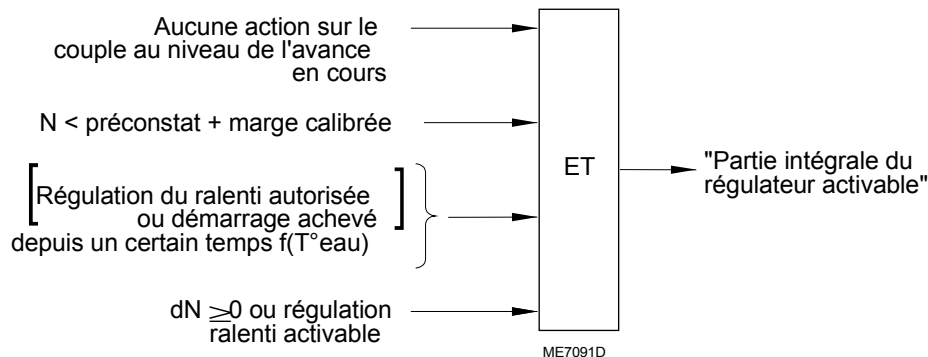


Si  $N < \text{seuil } N_{\text{mini}} \Rightarrow \text{"Régulation du ralenti active"} = 0$

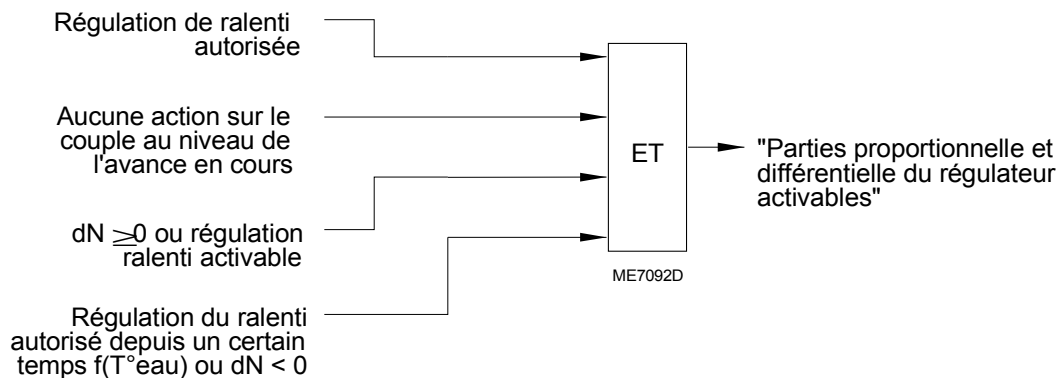
- Condition "régulation ralenti" :



- Condition "partie I du régulateur active" :



- Condition "parties P et D du régulateur actives" :



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

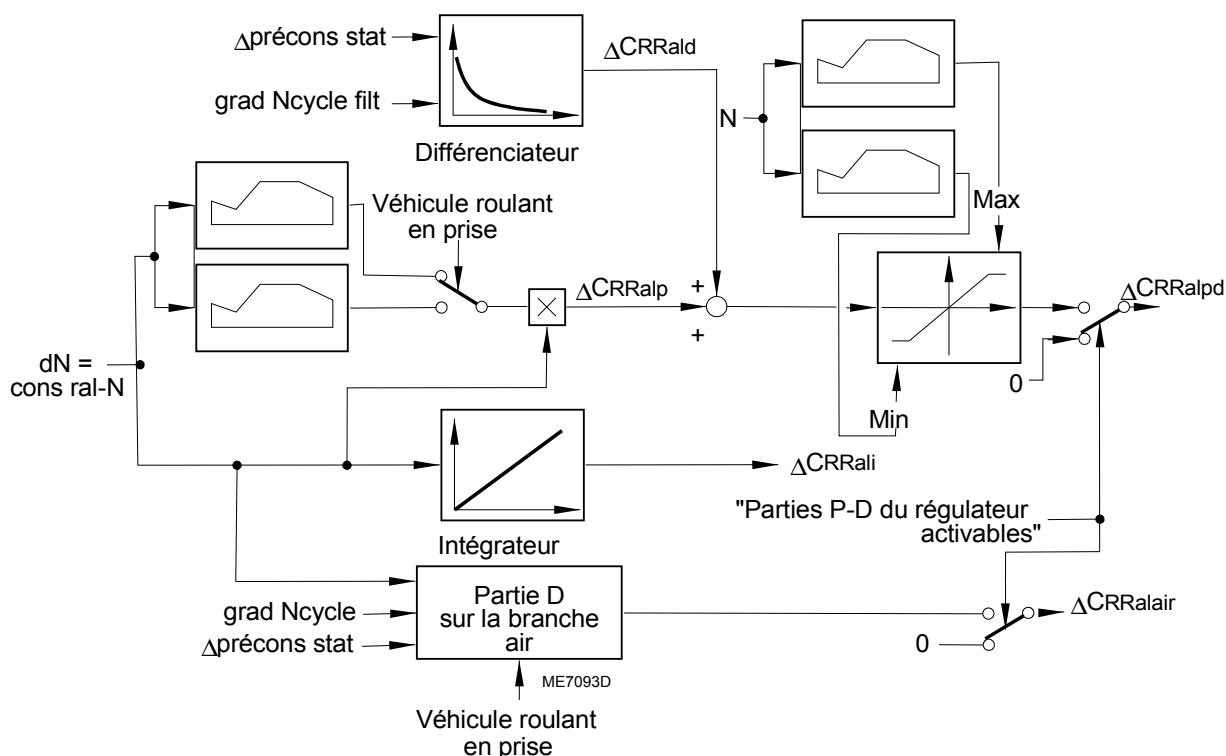
- Condition "véhicule roulant avec boîte de vitesses en prise"  
 $V_{veh} > \text{Seuil calibré}$   
 et
- ou
  - BVA en drive (sur le CAN)
  - Rapport BV > 0 et pas de débrayage depuis une tempo calibrée

### Remarque générale :

$Dn = \varepsilon = \text{écart } [Consral - N]$ , qui est la grandeur d'entrée du régulateur.

## D - REGULATION DU REGIME DE RALENTI

Il s'agit d'une régulation proportionnelle intégrale différentielle



**Remarque :** dN est forcé à zéro lorsque  $N > 4000 \text{ tr/mn}$ .

La correction proportionnelle est issue directement d'une table dont la variable d'entrée est l'écart de régime  $\Delta N$  entre la consigne et le régime instantané ; la correction, qui réagit ponctuellement en fonction de  $\Delta N$ , diffère selon que le véhicule est [à l'arrêt ou roulant en neutre] ou roulant en prise.

$$\Delta CRRalp = KP \times \Delta N$$

La correction intégrale réagit en fonction de la somme des écarts de régime  $\Delta N$ . Le coefficient d'intégration, et donc par suite la correction, est fonction de l'écart  $\Delta N$ . Deux cas sont pris en compte :

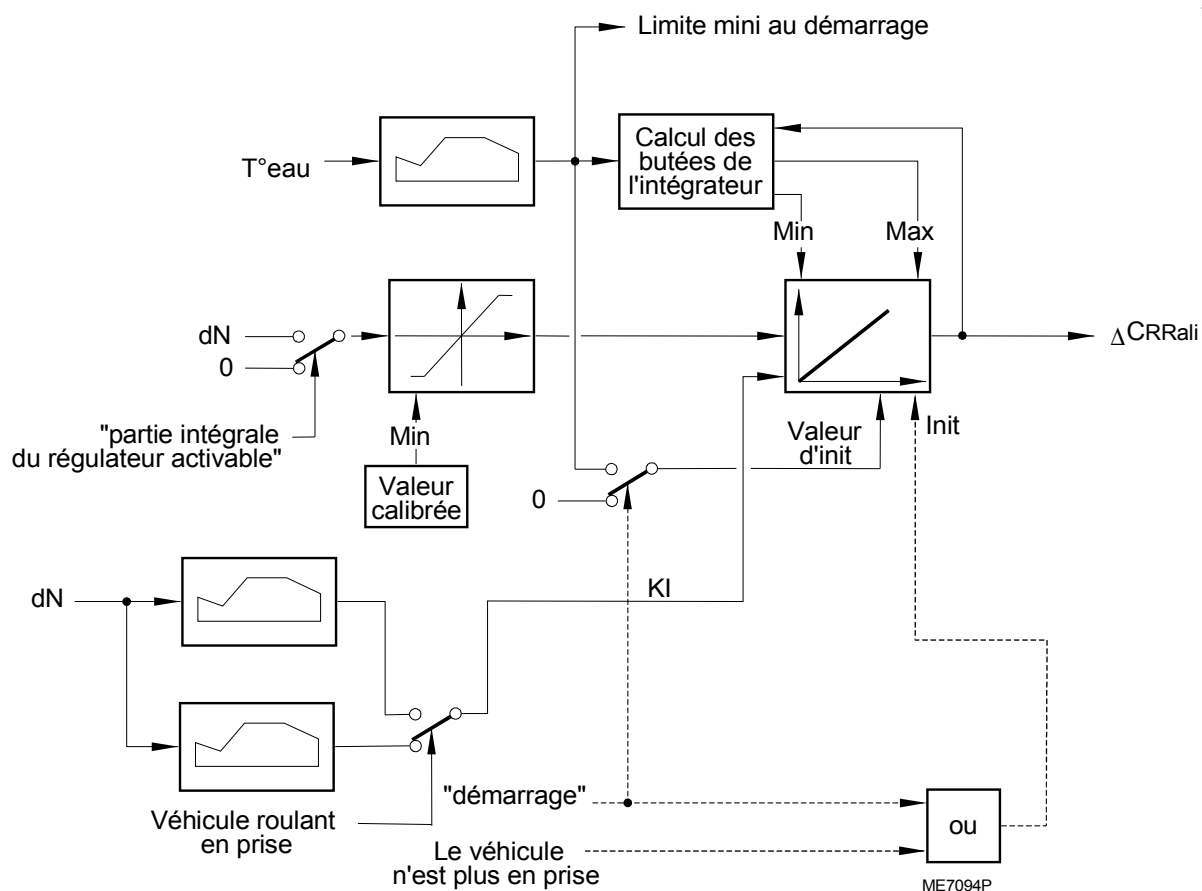
- Véhicule à l'arrêt ou roulant en neutre,
- Véhicule roulant en prise,

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

---

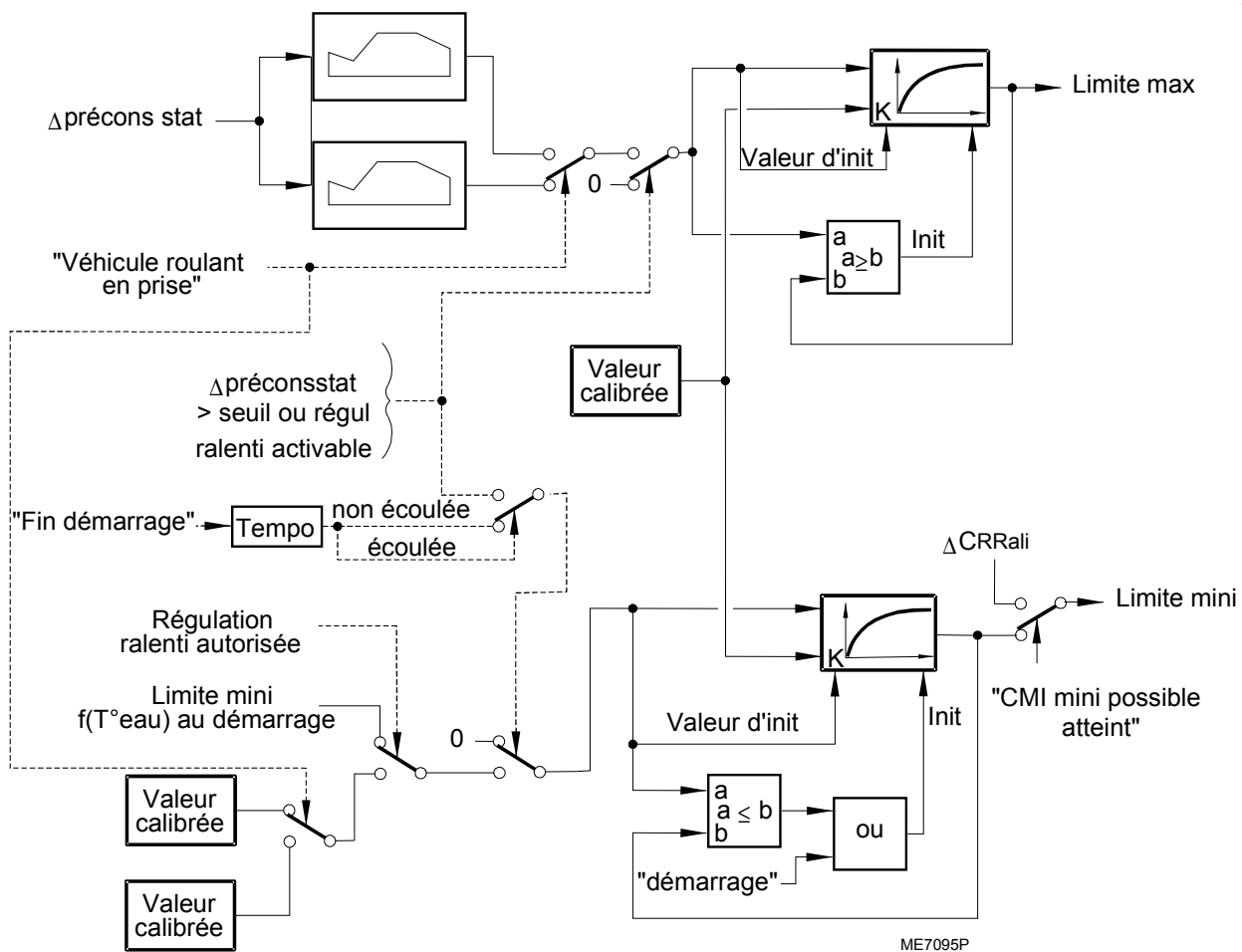
$$\Delta \text{CRR}_{\text{ali nouveau}} = \Delta \text{CRR}_{\text{ali ancien}} + (K_I \bullet dN).$$

Au démarrage la valeur d'initialisation de l'intégrateur est fonction de la température d'eau.



La grandeur de sortie  $\Delta CRR_{ali}$  influence le calcul du couple  $CMI_{conduct}$  brut.

### Limitation de l'intégrateur



- Globalement, un rétrécissement de la plage de régulation est filtré, un élargissement de la plage de régulation est accepté tel quel, car il provoque une réinitialisation du filtre avec la nouvelle valeur de la butée.
- Pour le calcul des butées, on distingue le cas particulier véhicule roulant en prise.
- Si la régulation ralenti n'est plus activable, la régulation intégrale revient alors progressivement à 0 par filtrage.
- La limite minimale possède la particularité suivante : elle est calculée en phase démarrage  $f(T^{\circ}\text{eau})$ .

La partie différentielle est particulièrement utile lorsqu'apparaît une "pointe" de gradient de régime, comme lors de l'enclenchement brutal d'une charge.

Le gradient de régime est corrigé par un facteur issu d'une table qui donne l'allure souhaitée de la variation de régime. Cette table a pour variable d'entrée le gradient de régime mesuré.

**Deux cas sont considérés :** Véhicule arrêté ou roulant en neutre,  
Véhicule roulant en prise.

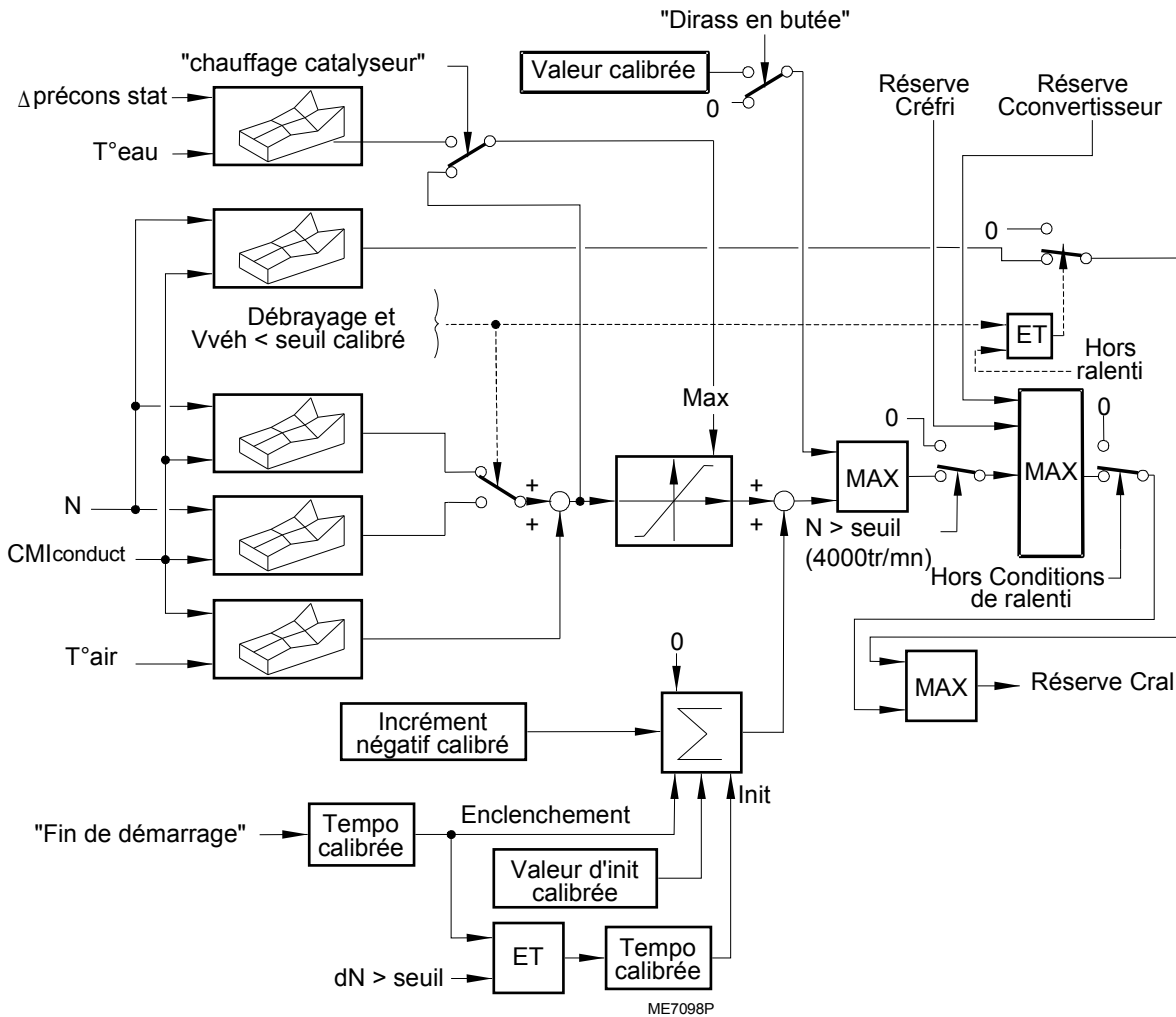
### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE





## E - RESERVE DE COUPLE AU RALENTI

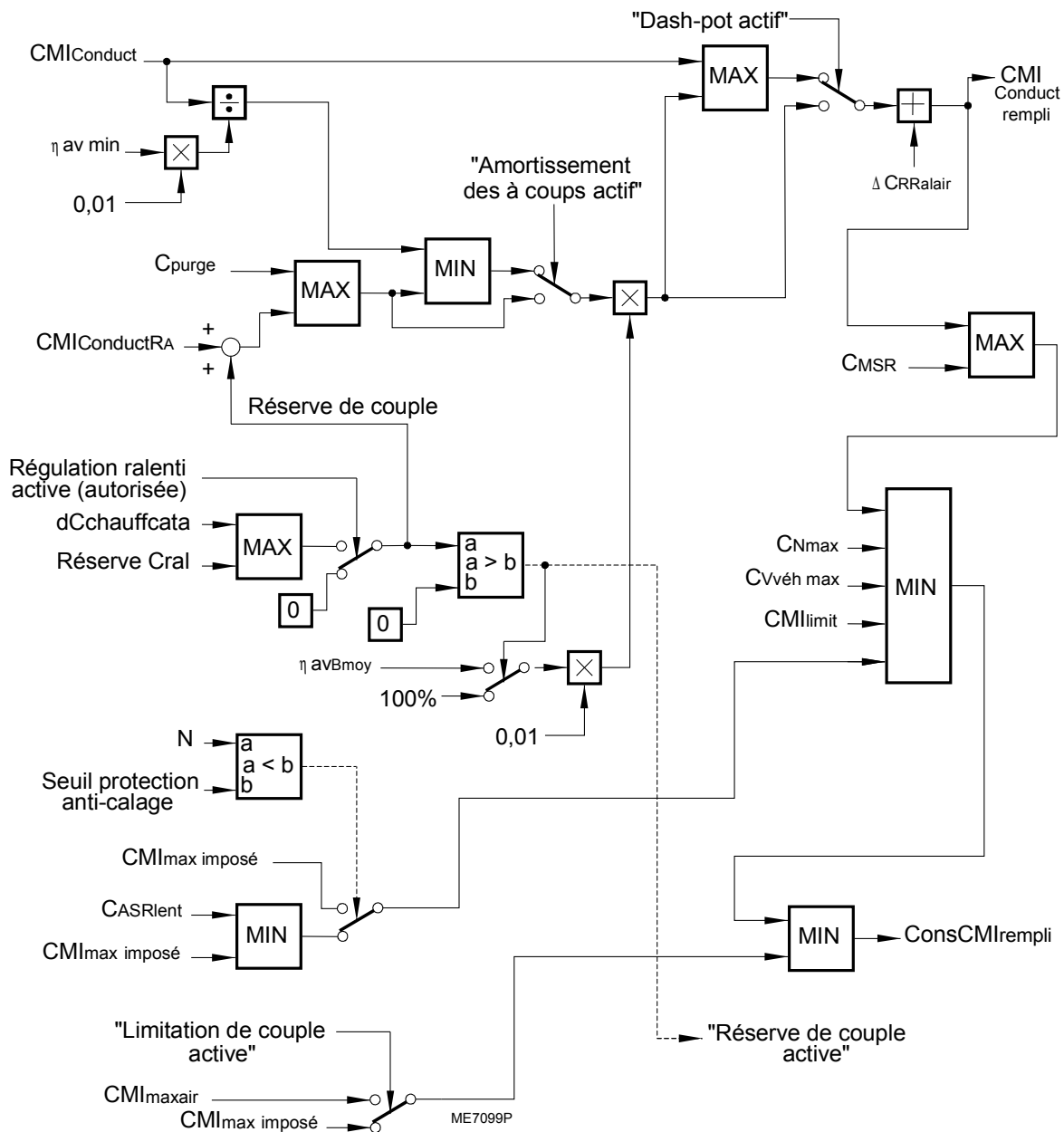
Cette fonction donne un point de fonctionnement moteur, tel que l'avance n'est plus à sa valeur optimale. On bénéficie ainsi d'une marge de manœuvre, en ayant la possibilité d'augmenter le couple par l'avance – dans le sens augmentation – pour contrer une chute de régime. Cette correction est comparable à la correction d'avance statique sur les systèmes antérieurs.



**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

# LA COORDINATION DE COUPLE

## I - COORDINATION DES ACTIONS SUR LE COUPLE – PARTIE AIR



*Nota :  $CMI_{conduct\ rempli}$  "couple demandé par le conducteur pour le remplissage" est utilisé dans la fonction "action sur le remplissage par la commande du papillon".*

**Légende :**

ConsCMIrempli = Consigne de CMI pour action par le remplissage.

C<sub>purge</sub> = Couple demandé par la fonction purge canister.

$\eta_{avmin}$  = rendement d'avance minimal (issu du calcul de l'avance minimale autorisée).

$\eta_{avB_{moy}}$  = Moyenne du rendement d'avance de base (issue du bloc de calcul des valeurs de base de la structure couple).

CMI<sub>limit</sub> = Consigne de CMI de limitation.

CMI<sub>max air</sub> = CMI maximum autorisé pour l'air.

**Principe de la fonction**

- On ajoute au couple demandé pour l'air CMI<sub>conductRA</sub>, la réserve de couple maximum, parmi les deux réserves proposées Réserve C<sub>ral</sub> et dC<sub>chauffcata</sub>. Il est nécessaire de comprendre la subtilité suivante : Sur les systèmes traditionnels, on applique directement un retrait d'avance statique et un retrait d'avance pour la montée en température du catalyseur. Ceci est transparent pour le conducteur, celui-ci appuyant sur l'accélérateur jusqu'à obtenir les performances voulues. Dans notre application nous sommes confrontés au problème suivant : si on dégrade l'avance il faut compenser sur l'air, sinon le couple conducteur demandé CMI<sub>conduct</sub> ne sera pas respecté. Dans la pratique, on commence par augmenter le couple de la branche air CMI<sub>conductRA</sub>. L'augmentation du remplissage qui en découle provoque une augmentation du couple optimal. Le couple optimal, dont nous verrons le calcul plus loin, est utilisé dans la détermination de l'avance à appliquer. La formule est telle, qu'une augmentation du couple optimal provoque une diminution de l'avance. Donc en fait, on travaille à l'envers, mais au final on obtient bien une dégradation de l'avance (nécessaire), tout en conservant le couple qui avait été demandé.

- Le couple conducteur ainsi augmenté est d'abord limité au minimum à la valeur de couple demandée par la purge canister  $C_{\text{purge}}$ , et au maximum au couple correspondant au rendement d'avance minimal autorisé  $\eta_{\text{avmin}}$  ( $C_{\text{Mlconduct}}/\eta_{\text{avmin}}$ ). On ne peut effectivement pas faire mieux que ce que le moteur peut donner ; si la réserve de couple augmente  $C_{\text{MlconductRA}}$ , en contre partie l'avance diminue, mais au-delà du rendement minimal admissible. Ensuite, le couple conducteur augmenté est multiplié par le rendement d'avance de base. Ceci permet de ne pas cumuler des diminutions d'avances dues à la réserve de couple et à des corrections contre le cliquetis.
- On fait alors le choix maxi entre la demande conducteur seule  $C_{\text{Mlconduct}}$ , et la demande conducteur augmentée. Enfin, on ajoute le delta de couple pour l'air  $\Delta C_{\text{RRali}}$  issu du régulateur de ralenti.
- La coordination de couple proprement dite intervient alors : il s'agit d'un choix maxi avec la demande en provenance de la MSR, puis d'un choix mini avec le couple demandé par l'ASR, les couples de limitation de régime maxi et de vitesse véhicule maxi, le couple demandé par la BVA ainsi que le couple de limitation  $C_{\text{Mlimit}}$  lié à la tenue moteur.
- Sécurités : si le régime chute de trop (inférieur à un seuil de protection anti calage), on neutralise la demande d'ASR en la remplaçant par  $C_{\text{Mlmax}}$  imposé.

Si un ordre de limitation de couple intervient, on limite le couple par l'air à une valeur maximale autorisée  $C_{\text{Mlmax air}}$ . Cela évite de déclencher le niveau 2 du concept de sécurité et de surveillance du système à papillon motorisé.



### Principe de la fonction

La consigne résultante  $ConsCMI_{résultant}$  brute est issue de choix maxi et mini entre le couple demandé par le conducteur  $CMI_{conduct}$ , et différentes demandes de couples internes (ex : régulation de régime maxi) et externe (ex : MSR).

Si il y a risque de calage, c'est à dire que le régime tombe en dessous d'un seuil  $f(T^{\circ}eau)$ , on impose  $CMSR = CMI_{max}$  imposé.

Lorsqu'une action sur le couple par l'avance est autorisée, la consigne  $ConsCMI_{av}$  est obtenue en limitant  $ConsCMI_{résultant}$  brut au maximum à  $[CMI_{opti} \times \eta_{avB}]$ , puis en ajoutant les deltas de couple issus du régulateur de ralenti et de la fonction anti à-coups.

Si aucune action sur l'angle d'allumage n'est nécessaire, la consigne est directement le couple indiqué de base  $CMI_B$  (fonction du rendement d'avance) corrigé par la fonction anti à-coups.

Au final, on limite le couple par l'avance à une valeur maximale autorisée  $CMI_{max av}$  ; cela évite de déclencher le niveau 2 du concept de sécurité et de surveillance du système à papillon motorisé.

### Génération du flag "limitation de couple active"

Si la consigne de CMI pour l'avance  $ConsCMI_{av}$  brut est supérieure à  $CMI_{max av}$  ( $\Delta CMI_{av} < 0$ ), le flag "limitation de couple active" est mis à 1.

Il repasse à 0 si  $CMI_{max av} \geq CMI_B$

ou

$CMI_{max av} \geq ConsCMI_{résultant}$  brut et "la structure couple avant limitation est autorisée à agir sur l'avance" = 1.

Enfin, en cas de coupure en décélération, ce flag est systématiquement mis à zéro.



## B - GENERATION DE FLAGS

- Soit  $CMI_{conduct\ lim} = \min [CMI_{max} ; CMI_{conduct}]$
- Si  $CMI_{conduct\ lim} > CASR_{lent}$  ou,  
Cons  $CMI_{résultant\ brut} = CASR_{rapide}$  et  $CASR_{rapide} < C_{max\ imposé}$   
alors "ASR actif" = 1
- Si  $CMSR > CMI_{conduct}$  limité à CBVA rapide  
alors "condition MSR" = 1
- Si  $CMI_{conduct\ lim} > ConsCMI_{résultant\ brut}$  ou  
"condition MSR" = 1  
alors "action sur le couple en cours" = 1
- "la structure du couple agit sur l'avance" = 1 si  
"limitation de couple active" = 1 depuis un certain temps calibré ou  
"la structure couple avant limitation est autorisée à agir sur l'avance" = 1
- "la structure couple avant limitation est autorisée à agir sur l'avance" = 1 dès que la nécessité d'une intervention est reconnue :  
La consigne de remplissage  $ConsRA$  est égale au remplissage minimal exigé  $RA_{min}$ .  
On est en condition de ralenti, c'est à dire "pied levé"  
 $Réserve\ C_{ral} > 0$   
 $dC_{chauff\ cata} > 0$  et [conditions de chauffage cata ou conditions de réactivation du chauffage cata] vraies  
Fonction Dash – pot active  
Amortissement des à-coups actif  
Amortissement coupure/réattelage actif  
Réembrayage  
 $CMI_{conduct} \neq ConsCMI_{résultant}$  et  $ConsCMI_{résultant} \neq CBVA_{rapide}$   
Dans partie air,  $\max [C_{purge} ; CMI_{conduct\ air} + réserve\ de\ couple] = C_{purge}$   
 $CBVA_{rapide} < CMIB$
- Si "la structure couple agit sur l'avance" = 1 ou  $\Delta C_{agrément} \neq 0$  et "régulation de ralenti active" (autorisée) alors,  
"action rapide sur l'avance en provenance de fonctions extérieures" = 1

## C - DIAGNOSTIC

Il s'agit du niveau 1 du concept de surveillance du papillon motorisé :

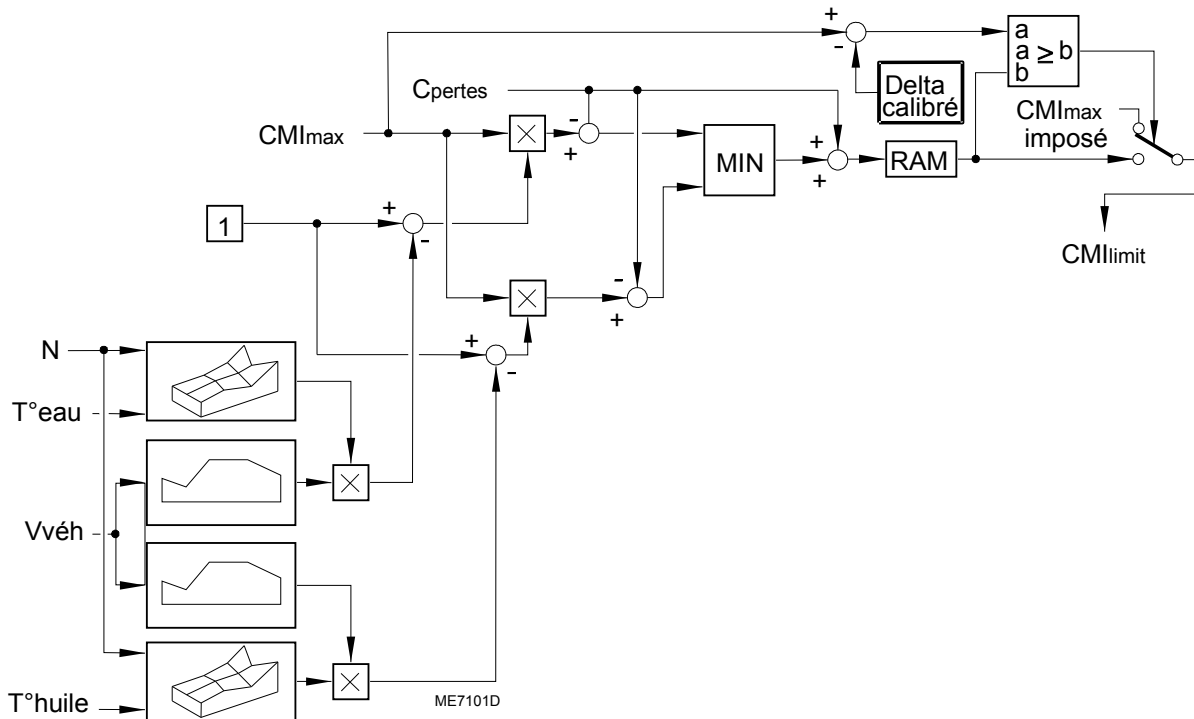
Si le flag "limitation de couple active" = 1 et que le remplissage de consigne n'est pas égal à sa valeur mini admissible, ( $CMI_{mini}$  possible atteint) et ceci pendant une durée assez longue (10 minutes par exemple), on déclare qu'il y a défaut. Dans ce cas, on passera au niveau 2 du concept de surveillance.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### III - LIMITATION A LA TENUE MOTEUR

Afin de protéger le circuit de refroidissement, et le moteur dans sa globalité par surveillance de la température d'huile, on calcule un couple de limitation  $C_{Mlimit}$ . Ce couple est utilisé dans la coordination de couple sur l'air et sur l'avance.

#### Principe :



On corrige le couple maximum possible  $C_{Mmax}$  en fonction des températures d'eau et d'huile à l'aide de facteurs cartographiques.

Ceci nous donne un couple maxi autorisé pour protection du circuit de refroidissement, et un couple maxi autorisé fonction de la température d'huile. On choisit le plus petit de ces deux couples, puis on ajoute le couple de pertes  $C_{pertes}$ .

$C_{Mlimit}$  est consigné en RAM ; cette RAM est initialisée à une valeur de 99,998%. La mémorisation de  $C_{Mlimit}$  calculé débute à partir du moment où la régulation du ralenti est autorisée.

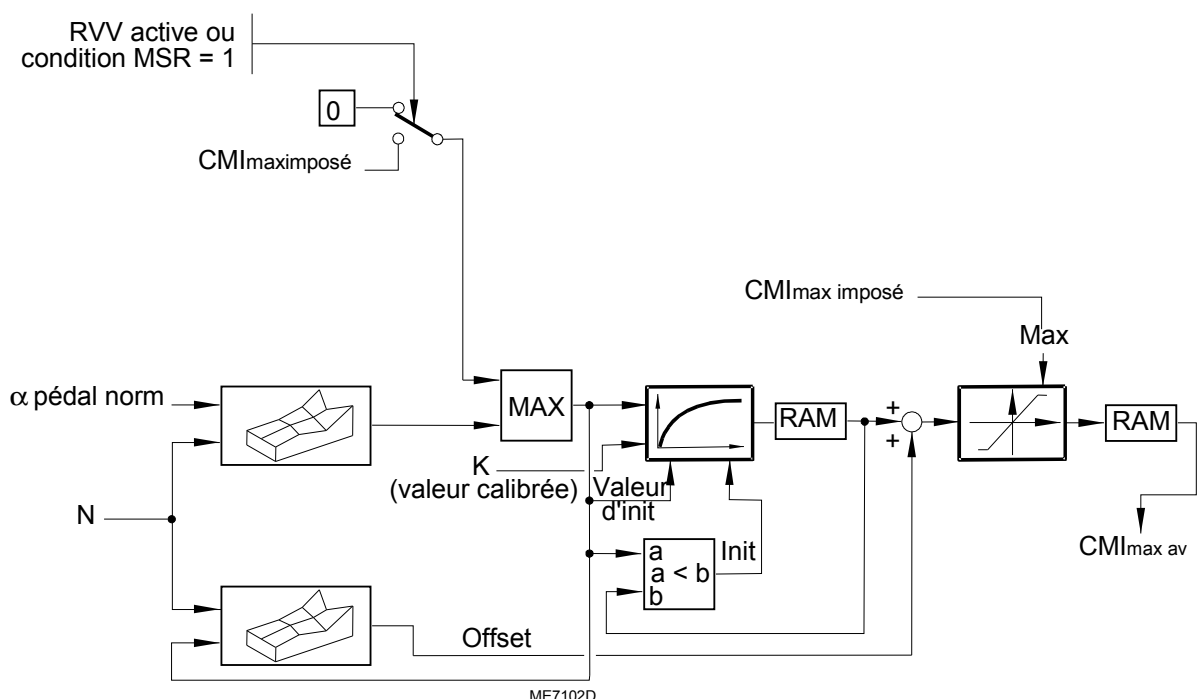
#### IV - CALCUL DU COUPLE MAXI AUTORISE

Ce couple maximal autorisé est normalement supérieur au couple brut issu de la coordination, ce qui évite de passer au niveau 2 du concept de surveillance du papillon motorisé.

Deux couples maxi autorisés sont calculés :

- CMI<sub>max</sub> air pour le remplissage,
- CMI<sub>max</sub> av pour l'avance.

##### A - CALCUL DU COUPLE MAXI AUTORISE POUR L'AVANCE



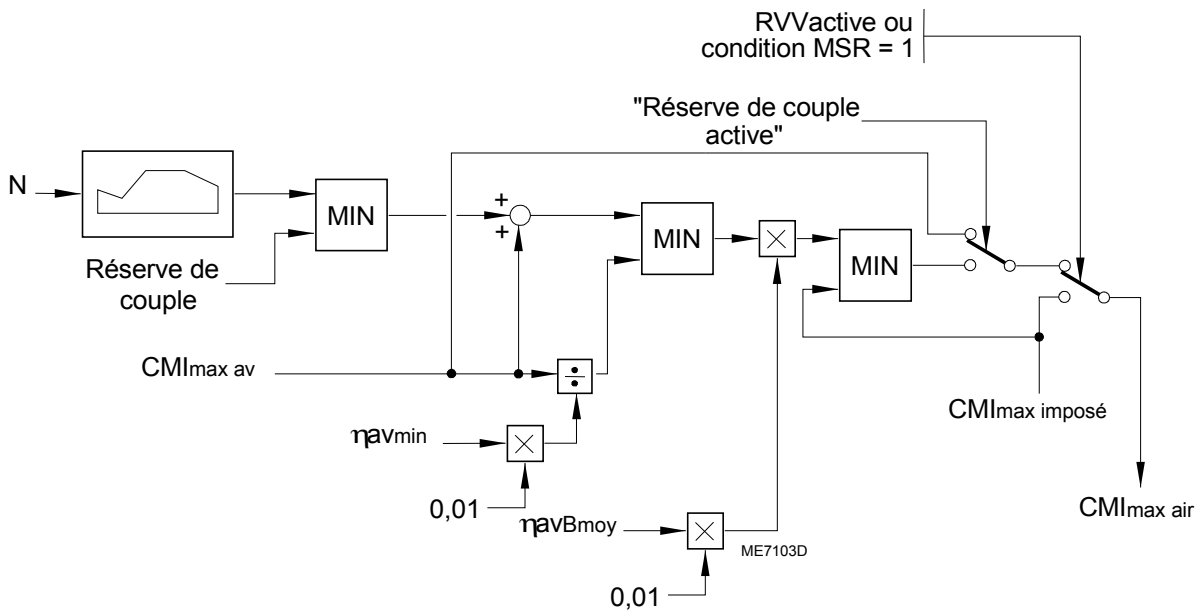
Les RAM : Initialisées à CMI<sub>max</sub> imposé lors de la mise du contact.

Forme du filtrage :  $\text{Valeur filtrée}_{(t)} = \text{valeur filtrée}_{(t-1)} + K (\text{valeur brute}_{(t)} - \text{valeur filtrée}_{(t-1)})$

Le filtrage n'agit que lorsque la nouvelle valeur de CMI<sub>max</sub> av est inférieure à la précédente. En effet, si le conducteur relâche brutalement sa pédale d'accélérateur, et que l'on applique aussitôt la nouvelle valeur de limitation, on risque d'empêcher l'action de la fonction dash-pot.

La cartographie d'offset a été mise au point pour tenir compte de certaines demandes d'augmentation de couple (régulation ralenti par exemple).

## B - CALCUL DU COUPLE MAXI AUTORISÉ POUR L'AIR



Normalement, le couple maxi autorisé pour l'air est le même que pour l'avance. Mais, si il y a réserve de couple, il faut augmenter  $CMI_{max\ air}$  en proportion, afin que cette réserve puisse s'exercer.

Si la RVV ou le MSR veulent et puissent intervenir,  $CMI_{max\ air} = CMI_{max\ imposé}$ .

## V - PROTECTION BVA CONTRE LES FAUSSES MANŒUVRES

Certaines BVA pilotées électroniquement adressent à l'ECM ME7.4, pendant un changement de rapport, deux consignes de couple : CBVA lent et CBVA rapide.

Dans notre application, la BVA 4HP20 se contente, lorsqu'elle effectue un changement de rapport, d'émettre une consigne de réduction de couple  $\Delta C_{estomp}$ . Néanmoins, afin d'assurer la fonction protection BVA contre les fausses manœuvres, le calculateur ME7.4 utilise dans la coordination globale des couples la grandeur CBVA rapide.

**Principe** : Normalement, avec une BVA 4HP20, CBVA rapide est mis à la valeur CMI<sub>max</sub> imposé dans le logiciel. Si le flag BVA "Condition pour protection de la BVA" passe de 0 à 1, et tant qu'il reste à 1, CBVA rapide est mis à zéro. CBVA rapide entraîne alors une brusque chute de l'avance vers le retard maxi et, nous le verrons plus loin, un niveau de coupure injecteurs maxi = 6.

Si flag BVA1 "surveillance du régime pour protection BVA" = 1 et flag BVA2 "le régime dépasse le seuil de coupure pour protection BVA" = 1 alors, flag BVA = 1.

Génération de flag BVA1 : Si la BVA indique sur le réseau CAN que le levier de sélection se trouve sur la position R ou D ou 3 ou 2 ou 1, une temporisation  $f(N, T^{\circ}\text{eau})$  est déclenchée. Si pendant cette tempo :

- $V_{véh} \leq \text{seuil ou défaut sur info } V_{véh} \text{ et,}$
- $N \geq \text{seuil } f(T^{\circ}\text{eau}) \text{ et,}$
- levier de sélection toujours sur R ou D ou 3 ou 2 ou 1  
alors, flag BVA1 = 1  $\Rightarrow$  on surveille le régime.

Si N repasse sous son seuil, flag BVA1 = 0 et flag BVA1 sera à nouveau égal à 1 que si le levier est déplacé sur N ou P, puis remis sur R ou D ou 3 ou 2 ou 1.

Génération de flag BVA2 :

Pour  $RA \geq \text{seuil } f(N, T^{\circ}\text{eau})$  ou,

$N > \text{seuil } f(T^{\circ}\text{eau})$

$\Rightarrow$  Dans la coordination globale des couples, ConsCMI<sub>résultant brut</sub> = 0

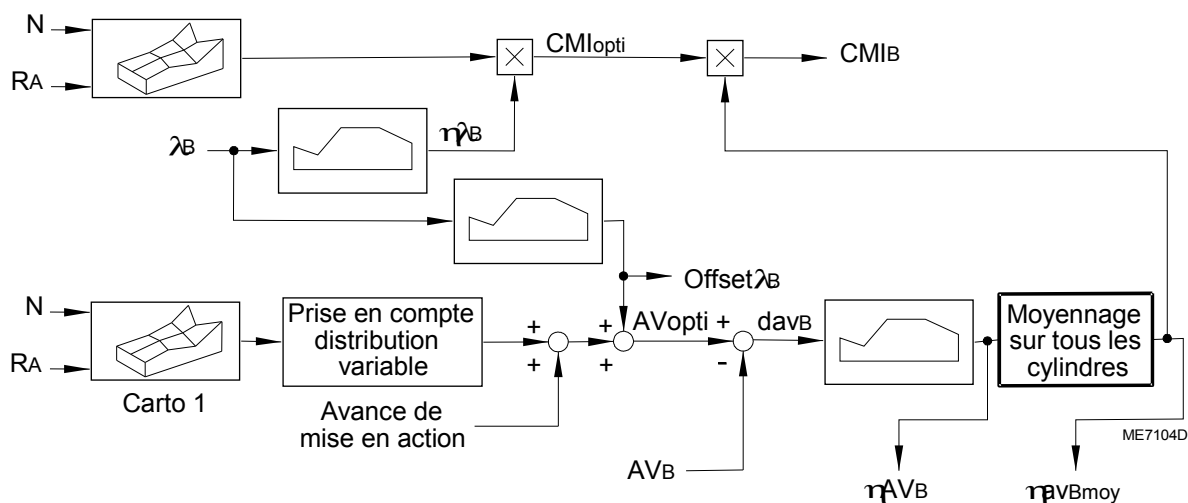
$\rightarrow$  Cons CMI<sub>lav</sub> et donc l'avance diminue fortement, à la correction continue anti à-coups près.

$\rightarrow$  ConsCMI<sub>résultant</sub> = 0  $\Rightarrow$  Cons Niv coup = 6  $\Rightarrow$  coupure totale d'injection demandée.

## CALCUL DES GRANDEURS DE BASE

Le but final de cette fonction est d'obtenir le couple moyen indiqué de base CMIB. Il s'agit du couple que l'on aurait si la combustion se déroulait avec le lambda de base  $\lambda_B$ , et l'avance de base AVB. Il est utilisé dans le calcul de la correction d'agrément de conduite, du couple CMEHRdC à l'attention de la BVA, du couple moyen indiqué CMIHRdC, la conversion du couple en avance à l'allumage, la coordination globale des actions sur le couple, et le calcul du niveau de coupure des injecteurs.

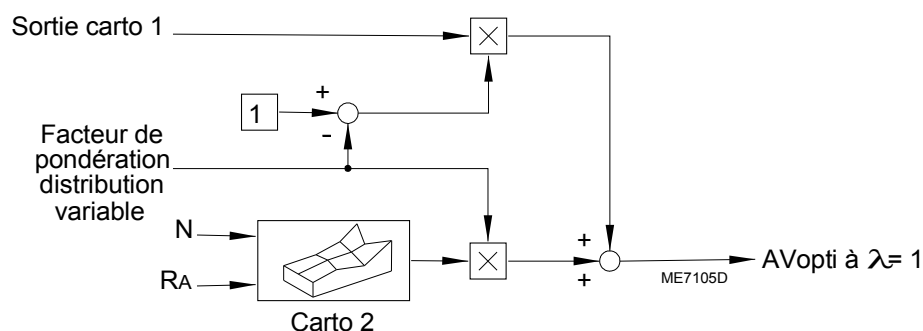
### Principe



- Une cartographie donne le couple indiqué optimal pour un lambda égal à 1. En le multipliant par le rendement de lambda de base, et par le rendement d'avance on obtient CMIB.
- Le rendement d'avance est obtenu de la façon suivante :
  - une cartographie donne l'avance optimale pour  $\lambda = 1$ ,
  - en sortie de la cartographie, il convient de prendre en compte l'influence de la distribution variable,
  - viennent ensuite correction de mise en action et un offset  $f(\lambda_B)$ ,
  - la différence  $[Av\ opti - AVB]$  entre l'avance optimale et l'avance de base sert d'entrée à une table qui donne le rendement d'avance de base  $\eta_{AVB}$ ,
  - enfin, on fait la moyenne des rendements d'avance de base sur tous les cylindres  $\eta_{AVB\ moy}$ .

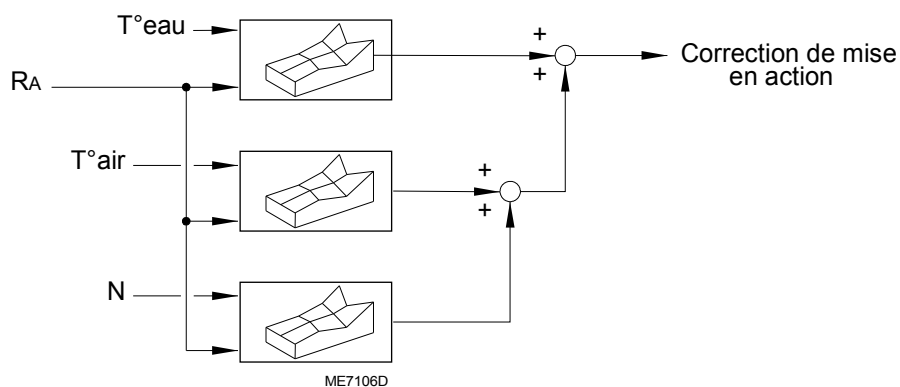
### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### Prise en compte de la distribution variable

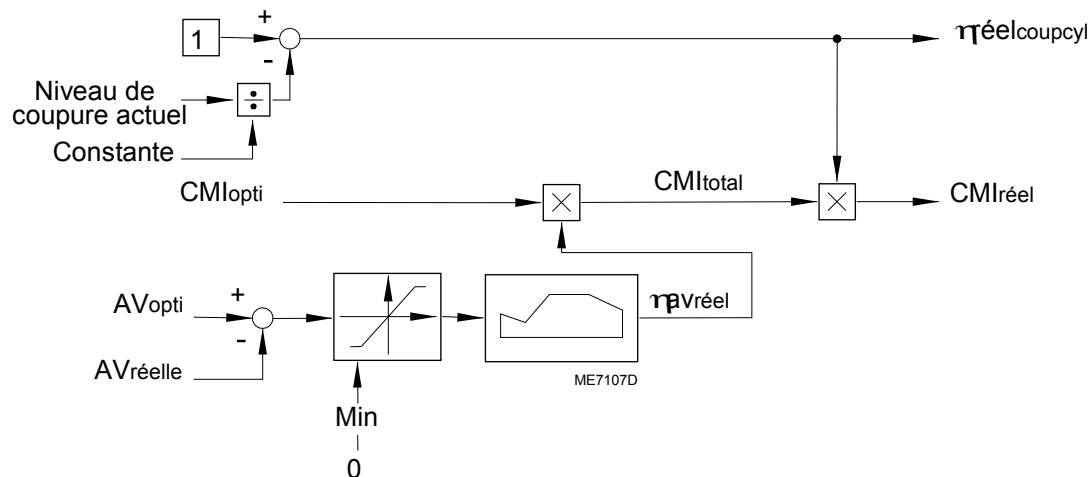


Dans notre application, le système de distribution variable est de type "2 points" car il offre seulement deux valeurs possibles de RFA. Un facteur de pondération, issu de la fonction distribution variable, permet selon l'angle de RFA de commuter entre la cartographie n°1 et la cartographie n°2.

### Correction de mise en action



## CALCUL DU COUPLE REEL



Le couple indiqué total, donc si tous les cylindres sont actifs, est égal au couple optimal multiplié par le rendement d'avance réel.

Celui-ci est issu d'une table dont la variable d'entrée est la différence entre l'avance optimale et l'avance réelle instantanée.

Ce couple est corrigé par le rendement de coupe cylindres afin d'obtenir le couple indiqué réel instantané.

**Remarque :** L'avance réelle est l'avance instantanée appliquée, sans tenir compte de la correction de phase. Dans le chapitre traitant de la gestion de l'allumage, elle est dénommée AVsansCorph



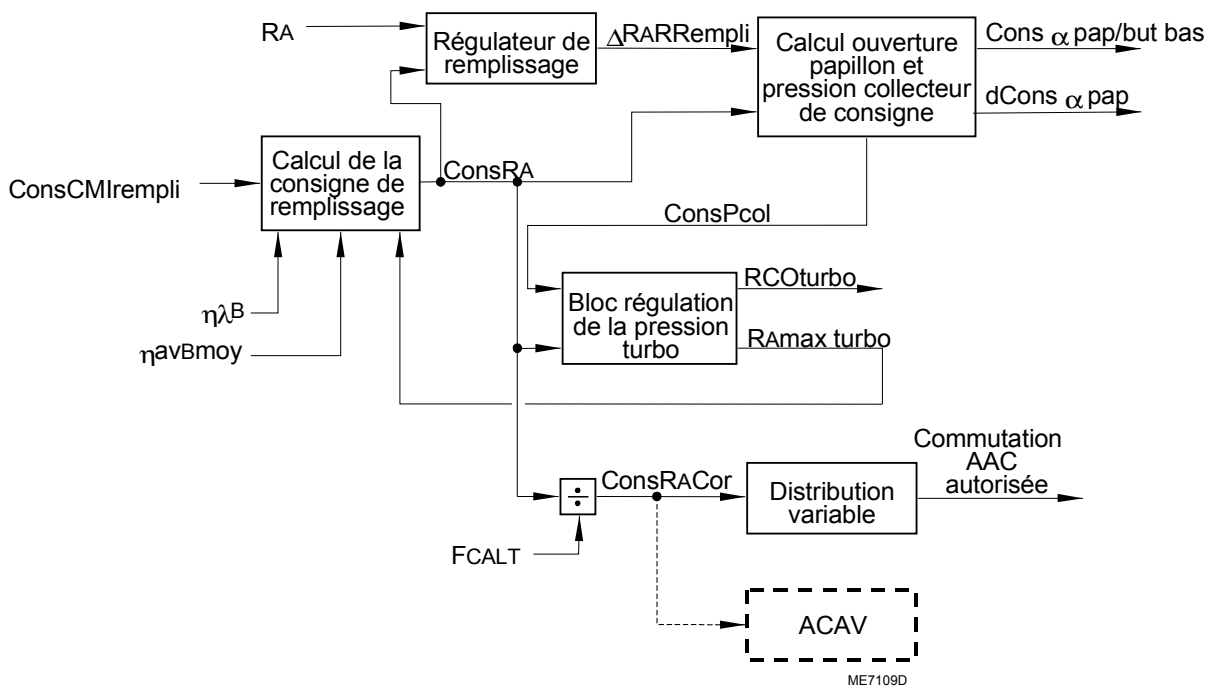
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**



**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

## ACTIONS SUR LE REMPLISSAGE

### I - VUE D'ENSEMBLE



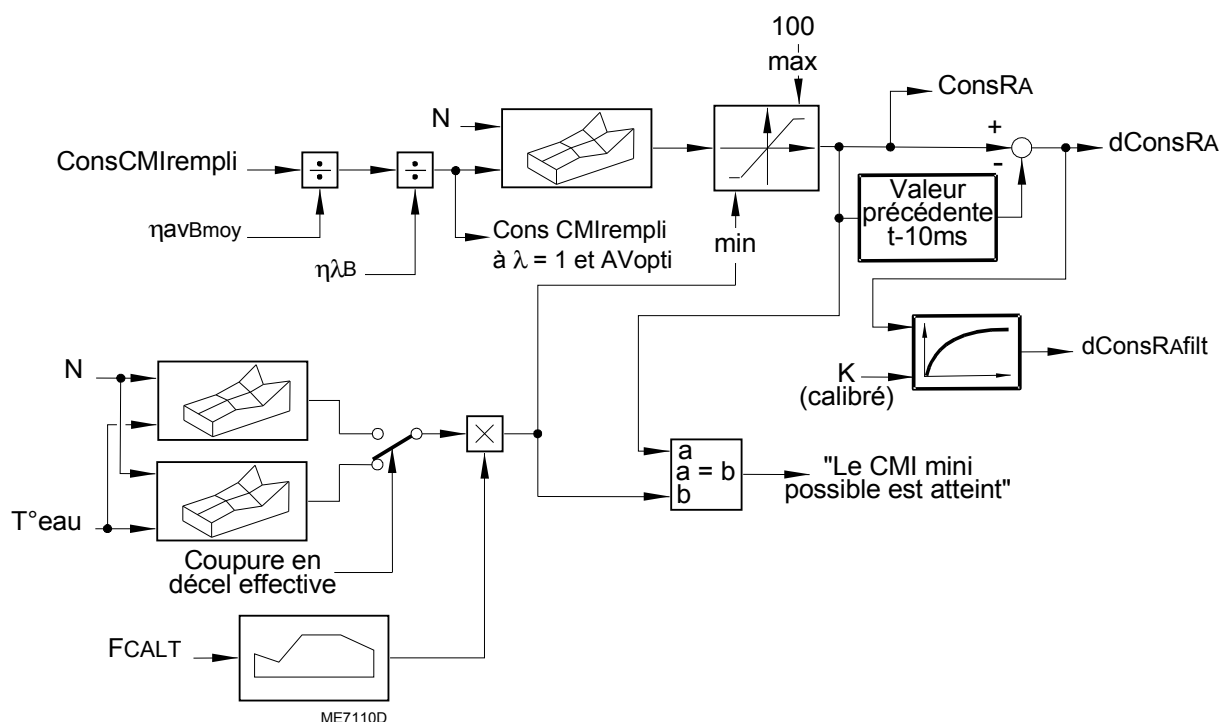
La consigne de couple indiqué destinée à la branche air est d'abord convertie en une consigne de remplissage  $ConsRA$  qui correspond au point de fonctionnement souhaité.

Un régulateur génère une correction de remplissage en fonction de l'écart entre le remplissage souhaité  $ConsRA$ , et le remplissage réel  $RA$ .

Un bloc convertit alors la consigne totale de remplissage en une consigne d'ouverture papillon  $Cons \alpha pap/but bas$  d'une part, et en une consigne de pression collecteur  $ConsPcol$  d'autre part, si le moteur est turbo compressé.

Enfin, la consigne de remplissage corrigée en fonction de l'altitude sert d'entrée à la fonction distribution variable (et éventuellement à une fonction ACAV).

## II - CALCUL DE LA CONSIGNE DE REMPLISSAGE



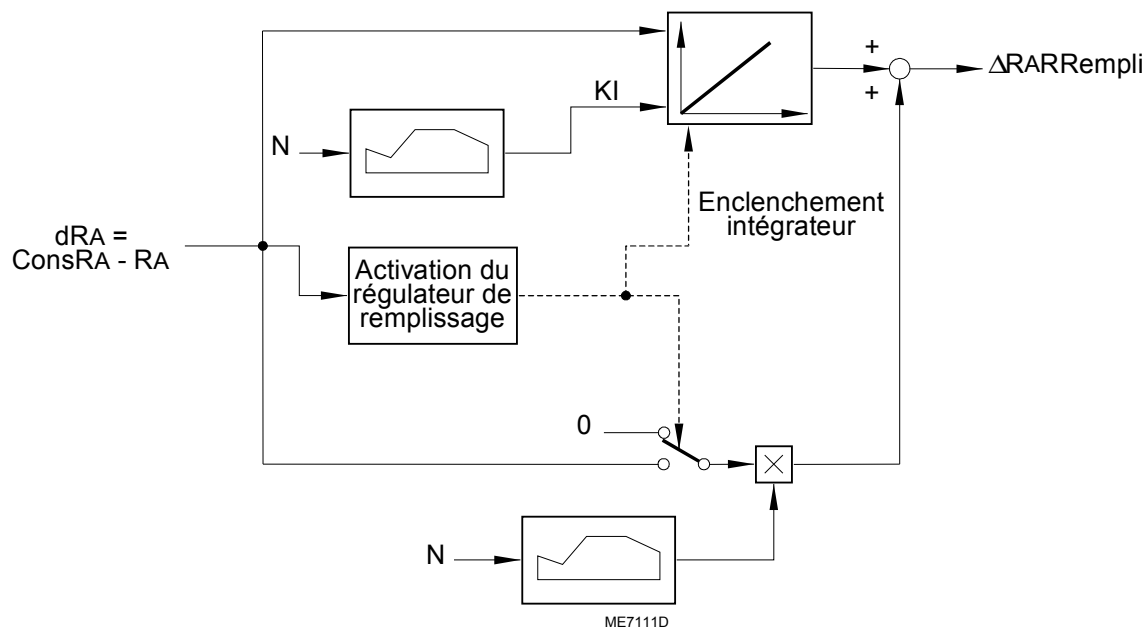
La consigne de couple indiqué est divisée par le rendement d'avance de base et le rendement de lambda de base, ce qui donne la consigne de couple indiqué optimal, correspondant à  $\lambda = 1$  et  $AV_{opti}$ . Une cartographie (N ; ConsCMIrempli opti) délivre le remplissage permettant d'obtenir ce point de fonctionnement. Ce remplissage de consigne brut est ensuite limité à une valeur minimale autorisée, ce qui donne ConsRA.

Le flag "le CMI mini possible est atteint" est utilisé pour stopper la régulation intégrale du ralenti, et dans le diagnostic niveau 1 du papillon motorisé.

**Remarque :** Diviser Cons CMIrempli par les rendements d'avance et de lambda, permet de respecter l'équation du couple moteur interne vue dans le chapitre 1 de la 1<sup>ère</sup> partie de ce document.

## III - REGULATION DU REMPLISSAGE

Un régulateur PI permet d'ajuster précisément en stationnaire l'ouverture papillon, en fonction de l'écart entre ConsRA et RA.



La correction proportionnelle est issue directement d'une table dont la variable d'entrée est le régime moteur.

$$\Delta RA \text{ RRempli } p = K_P \times dRA$$

La correction intégrale réagit en fonction de la somme des écarts de remplissage dRA. Le coefficient d'intégration, et donc par suite la correction, est fonction du régime moteur.

$$\Delta RA \text{ RRempli } i \text{ nouveau} = \Delta RA \text{ RRempli } i \text{ ancien} + [K_I \bullet dRA]$$

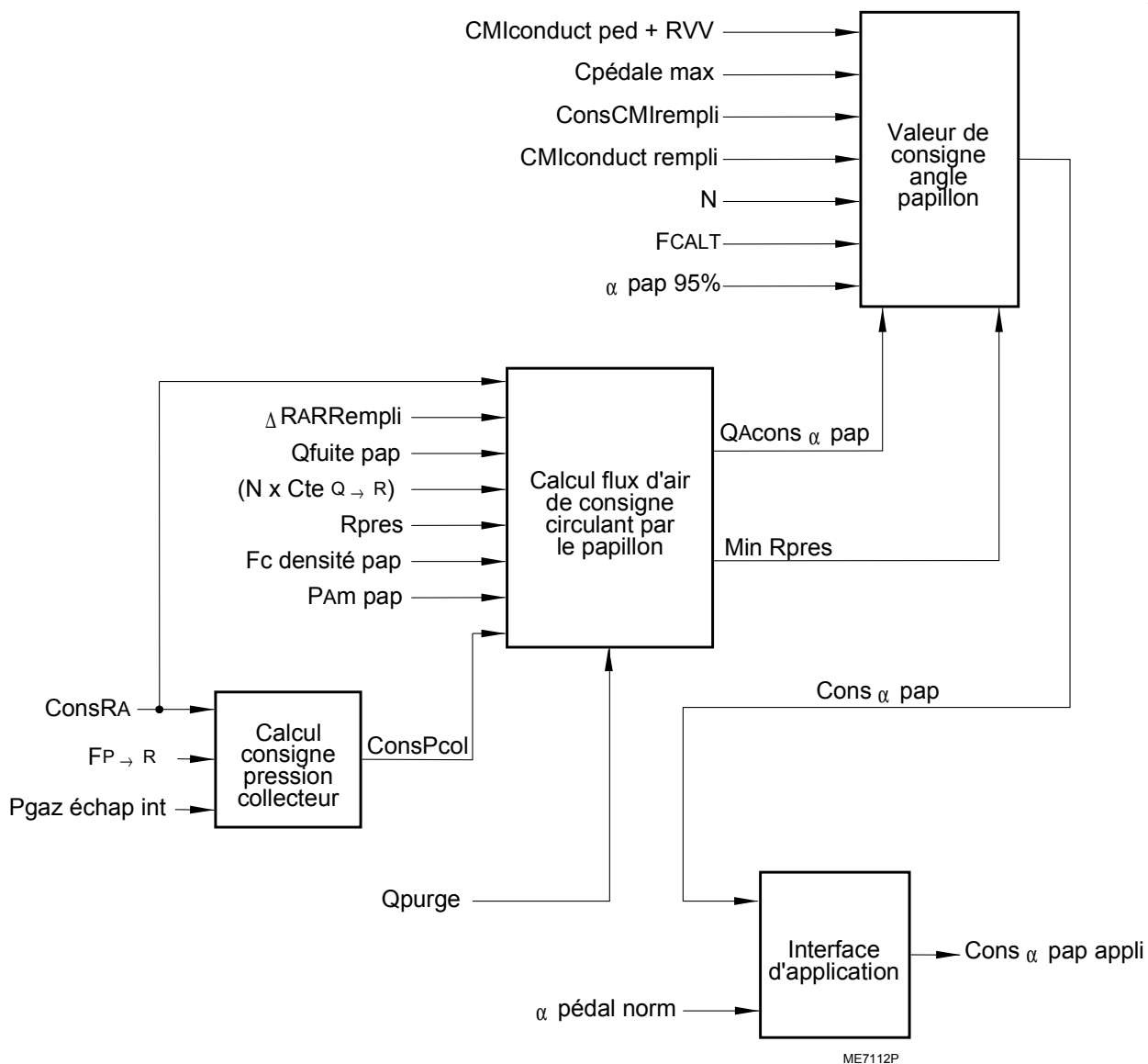
L'intégrateur est initialisé à 0 à la mise sous tension du calculateur ; ses butée mini et maxi sont des valeurs calibrées.

La régulation est activée si :

- la phase démarrage est achevée et,
- pas d'erreur sur capteur de pression absolue et,
- $dRA \leq 0$  et,
- $\text{Cons } \alpha \text{ pap } f(QA \text{ cons } \alpha \text{ pap}) \geq \alpha \text{ pap } 95\%$  ou  $\text{Cons } R_{\text{pres}} > 0,95$  (voir sous chapitre IV).

## IV - ACTION SUR LE REMPLISSAGE PAR COMMANDE DU PAPILLON

## A - VUE D'ENSEMBLE

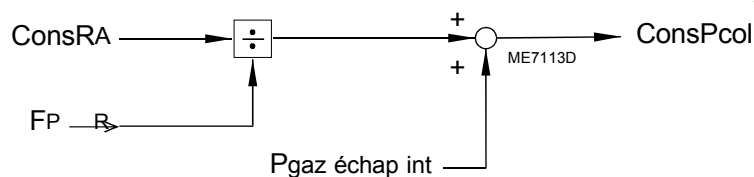


Les valeurs d'entrées utilisées sont les suivantes :

- $CMI_{conduct\ ped + RVV}$  = Couple relatif demandé par le conducteur fonction de la pédale et de la RVV.
- $C_{pédale\ max}$  = Valeur maximum de la demande relative de couple conducteur. Ces deux valeurs proviennent du calcul du couple demandé par le conducteur.
- $ConsCMI_{rempli}$  = Consigne de débit massique d'air.
- $CMI_{conduct\ rempli}$  = Couple demandé par le conducteur pour le remplissage. Ces deux valeurs sont issues de la coordination des actions sur le couple, partie air.
- $FCALT$  = Facteur de correction d'altitude.
- $\alpha_{pap\ 95\%}$  = Valeur d'ouverture papillon donnant 95% du remplissage maxi
- $Q_{fuite\ pap}$  = Débit massique d'air de fuite à travers le papillon.
- $(N \times Cte\ Q \rightarrow R)$  = Formule de conversion du débit en remplissage.
- $R_{pres}$  = Rapport pression absolue/pression en amont papillon
- $F_{c\ densité\ pap}$  = Facteur correction de densité de l'air à travers le papillon
- $P_{Am\ pap}$  = Pression amont papillon
- $FP \rightarrow R$  = Facteur de conversion pression en remplissage
- $P_{gaz\ échap\ int}$  = pression partielle des gaz d'échappement résiduels internes
- $Q_{purge}$  = Débit massique de la purge canister

Ces dix valeurs proviennent du chapitre "calcul de la charge". On se rend compte alors que, même avec un capteur de pression en bon état la modélisation de la tubulure d'admission doit être calculée obligatoirement.

## B - CALCUL DE LA CONSIGNE DE PRESSION COLLECTEUR

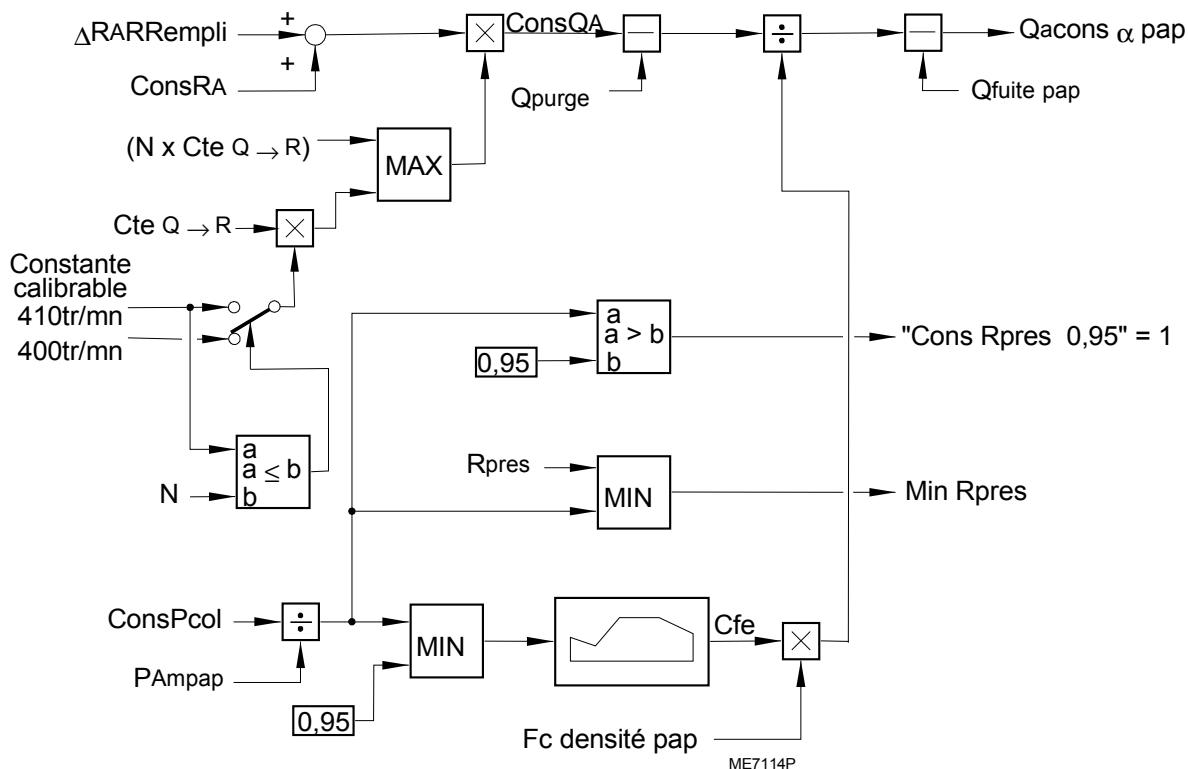


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



La consigne de remplissage est divisée par le facteur de conversion  $FP \rightarrow R$  pour obtenir une pression de consigne ; à celle-ci il convient d'ajouter la pression des gaz d'échappement résiduels, ce qui permet d'obtenir Cons Pcol

## C - CALCUL DU FLUX D'AIR DE CONSIGNE



- La somme ( $consRA + \Delta RARRempli$ ) donne la consigne totale de remplissage ; en la multipliant par  $(N \times CteQ \rightarrow R)$ , on obtient la consigne de débit massique d'air. Au moment où on lance le moteur, on souhaite donner une ouverture minimale au papillon, même si normalement le moteur se sert en air dans le collecteur. Pour cela, on impose un régime de 400 tr/mn dans la formule de conversion ( $CteQ \rightarrow R \bullet 400$ ).

Un autre régime constant, cette fois-ci calibrable, peut éviter une fermeture du papillon en cas de chute de régime (décollage véhicule par exemple).

- Il convient ensuite de soustraire le débit de purge  $Q_{purge}$ .

- Intervient alors la formule Saint-Venant :

On calcul un rapport de pression "de consigne"  $Cons Rpress = Cons Pcol / PAm pap$ .

Une table donne alors le coefficient de débit surfacique  $Cfe f(Cons Rpres)$ , que l'on corrige par  $Fc densité pap$ , afin de prendre en compte les conditions atmosphériques. La consigne de débit divisée par le  $Cfe$  corrigé nous donne un débit d'air normalisé.

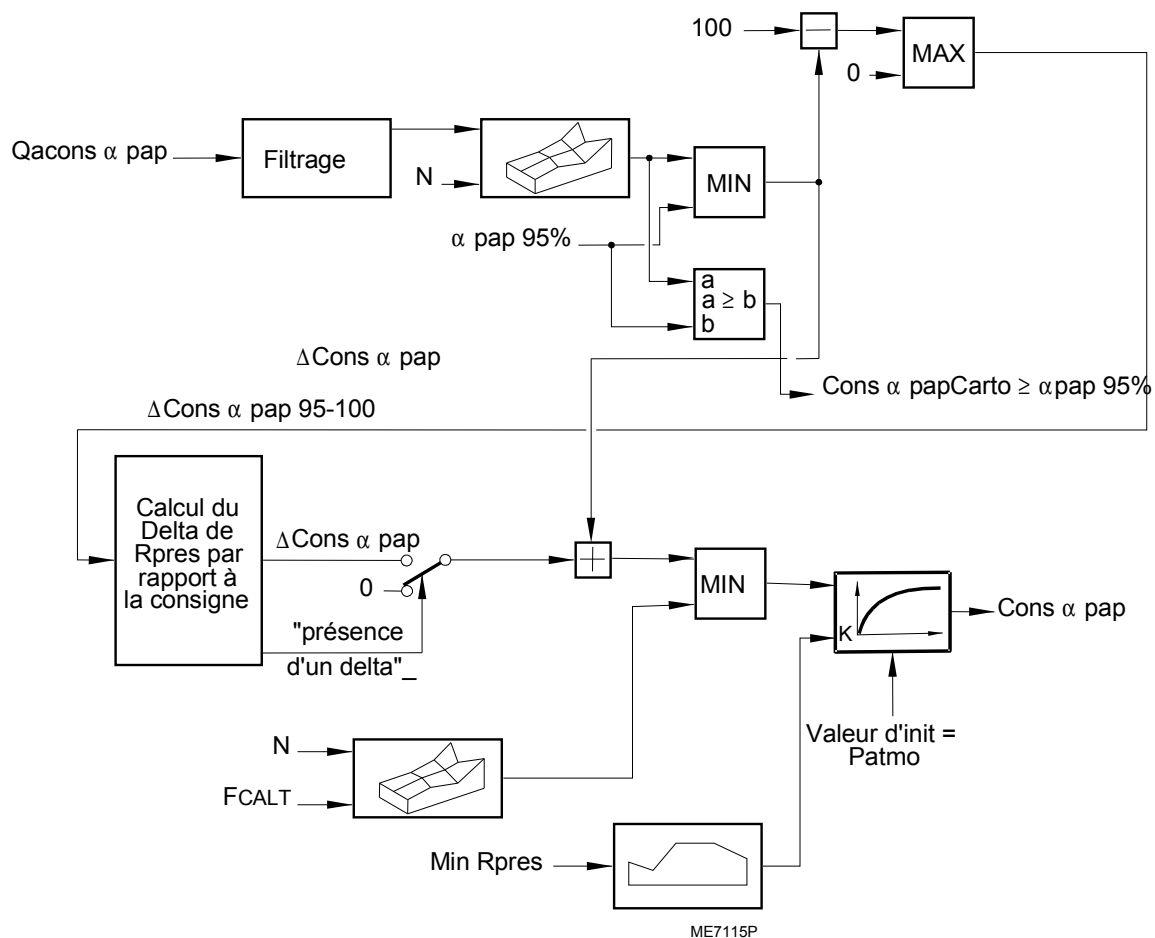
On procède en fait à l'envers de la méthode de détermination du débit d'air passant par le papillon, dans le cadre du calcul de la charge.

- Il reste alors à enlever le débit de fuite  $Q_{fuite pap}$  pour obtenir

$QA cons \alpha pap$ , c'est à dire le débit d'air normé qui permet de déterminer la consigne papillon.

- On remarque que le rapport de pression de consigne est limité à 0,95 ; c'est le bloc de calcul de la consigne papillon qui se charge de traiter les surplus éventuels de Cons Rpres.

## D - CALCUL DE LA VALEUR DE CONSIGNE D'ANGLE PAPILLON



## 1 - Processus

A partir du régime N, et de la consigne de papillon QA Cons  $\alpha$  pap préalablement filtrée, une cartographie donne la consigne d'ouverture papillon, qui est limitée au maximum à la valeur  $\alpha$  pap 95%.

Au delà de cette consigne, le surplus est délivré par un sous-bloc spécifique. (On entre dans des domaines acoustiques entraînant des instabilités numériques).

La consigne totale est limitée par une cartographie (N, FCALT) ; ceci n'est pas systématiquement, mais dépend de la motorisation concernée (bruits d'admission).

Enfin, pour éviter des instabilités au niveau du papillon, on fait appel à un filtre passe bas classique dont le coefficient de filtrage est fonction du choix mini Min Rpres entre le rapport de pression réel et le rapport de pression de consigne.

**Forme du filtrage**

Valeur filtrée actuelle = valeur filtrée ancienne + K (valeur brute actuelle – valeur filtrée ancienne).

## 2 - Filtrage de QA Cons $\alpha$ pap

- La valeur de QA Cons  $\alpha$  pap est relevée toutes les 10 ms ; une première mémoire tampon contient cinq valeurs de QA Cons  $\alpha$  pap, l'actuelle et les quatre précédentes.
- Enclenchement du filtre : si la valeur absolue de l'écart [Cons RA (t) – Cons RA (t – 40ms)] < seuil.
- Filtrage : les cinq valeurs de QA Cons  $\alpha$  pap sont consignées dans une seconde mémoire tampon, mais dans l'ordre décroissant.

Alors, si l'ancienne valeur de sortie du filtre ne se situe pas entre la plus grande valeur, et la plus petite valeur de QA Cons  $\alpha$  pap mémorisées, la nouvelle valeur de sortie sera la valeur moyenne de cette deuxième mémoire tampon. On entend par valeur moyenne, la valeur centrale, c'est à dire la troisième.

Par contre, si [Cons RA (t) – Cons RA (t - 40ms)] > seuil, la valeur de sortie est égale à la valeur d'entrée → pas de filtrage.

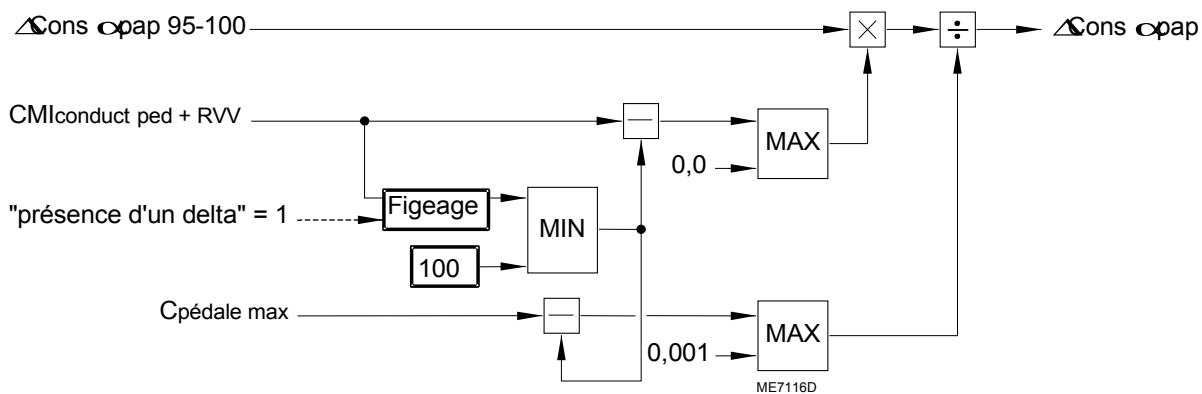
Le fait de filtrer le débit d'air de consigne lorsque l'écart de consigne de remplissage est minime permet d'augmenter la durée de vie du papillon motorisé.

### 3 - Calcul du delta de consigne papillon au dessus de 95%

#### Conditions d'application :

"Cons Rpres > 0,95" = 1 ou "Cons  $\alpha$  pap Carto  $\geq 95\%$ " = 1  $\Rightarrow$  "présence d'un delta" = 1.

#### Principe de calcul



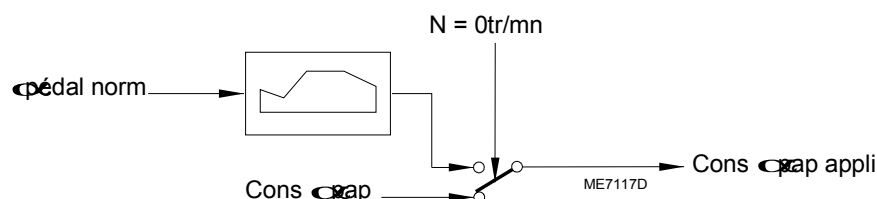
Le delta d'ouverture papillon  $\Delta$  Cons  $\alpha$  pap 95-100 entre 100% d'ouverture, et l'ouverture donnant 95% du remplissage, est multipliée par le rapport de "course pédale".

$$\frac{[CMIconduct ped + RVV - \min(100\%, CMIconduct ped + RVV \text{ figé})]}{[Cpédale max - \min(100\%, CMIconduct ped + RVV \text{ figé})]}$$

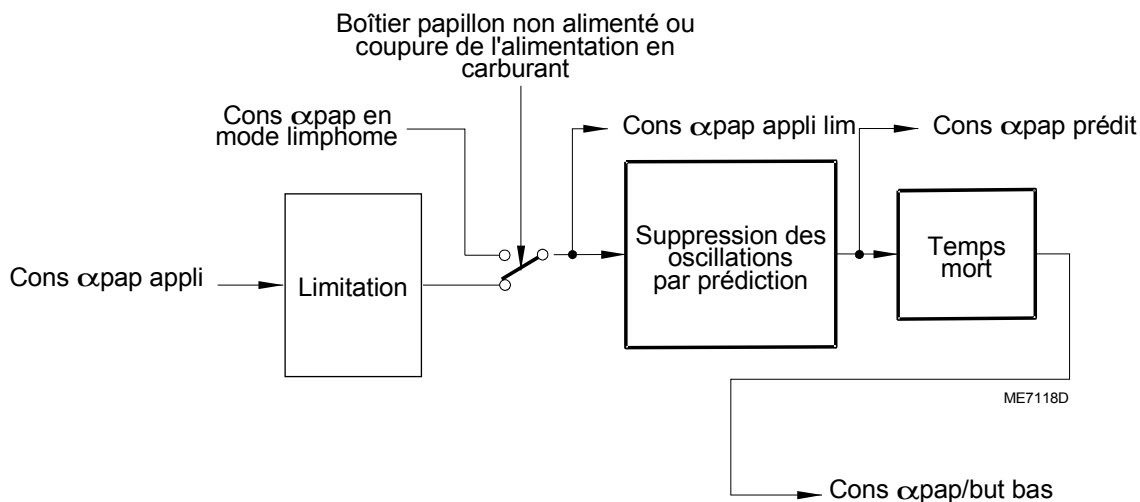
#### E - INTERFACE D'APPLICATION

Il permet de désactiver le calcul normal de Cons  $\alpha$  pap. Sans manipulation particulière, cet interface délivre une consigne d'ouverture papillon en fonction de l'enfoncement pédale, à condition que le régime de rotation soit nul.

Ceci peut être intéressant dans le cadre d'un test après-vente.



## V - MISE EN FORME DE LA CONSIGNE PAPILLON



**Limitation :** Si une des pistes du potentiomètre papillon est en défaut, ou qu'il y a un problème de cohérence entre les deux pistes, ou entre une piste et un angle modélisé  $f(\text{signal de charge})$ , on limite  $\text{Cons } \alpha \text{ pap appli}$  à une valeur  $f(N)$ .

En cas de défaut grave, on bascule sur la consigne d'angle papillon en mode limphome.

**Prédiction :** pour diminuer le nombre de cycles d'actionnement du papillon motorisé, on supprime les oscillations de l'angle de consigne. Cela se fait par prédiction. La récurrence de filtrage est de 10ms. Dans le principe,  $\text{Cons } \alpha \text{ pap prédit}_{(t)} = \text{Cons } \alpha \text{ pap appli lim}_{(t - 10\text{ms})}$ . On prédit, en fait, que la valeur d'entrée actuelle ne sera disponible en sortie que 10 ms plus tard.

Si  $|\text{Cons } \alpha \text{ pap appli lim}_{(t - 10\text{ms})} - \text{Cons } \alpha \text{ pap prédit}_{(t - 10\text{ms})}| < \text{seuil calibré (différent selon que l'on est au ralenti ou non)},$

alors,  $\text{Cons } \alpha \text{ pap prédit}_{(t)} = \text{Cons } \alpha \text{ pap prédit}_{(t - 10\text{ms})}$ .

### Temps mort :

La nouvelle valeur  $\text{Cons } \alpha \text{ pap prédit}$  n'est appliquée qu'après un temps mort de xms. On ne souhaite pas, en effet, faire bouger le papillon et donc modifier le remplissage, alors que l'essence qui était en attente derrière la soupape a été calculée à partir d'un remplissage RA différent.

## VI - DISTRIBUTION VARIABLE

### A - PRESENTATION

Chaque arbre à cames d'admission reçoit, à son extrémité côté distribution, un déphaseur à simple effet appelé "VTC" (Variable Timing Camshaft). Les déphaseurs sont chargés de modifier l'épure de distribution en dynamique, afin d'améliorer le remplissage lors des reprises à bas régime.

Le Retard Fermeture Echappement améliore le remplissage, en jouant sur l'inertie de la veine gazeuse dans la tubulure d'admission. Si, lorsque l'on recherche la performance, il est souhaitable d'augmenter au maximum le RFA, cela s'avère néfaste lors des reprises à bas régime. En effet, dans ce cas, l'inertie de la veine gazeuse est très faible, et le piston refoule une partie du mélange air-essence admis au cours de sa remontée. Il en résulte une importante perte de couple.

Le système VTC permet de concilier les impératifs "brio à hauts régimes" et "couple à bas régimes", en décalant le point de fermeture de la soupape d'admission de façon automatique.

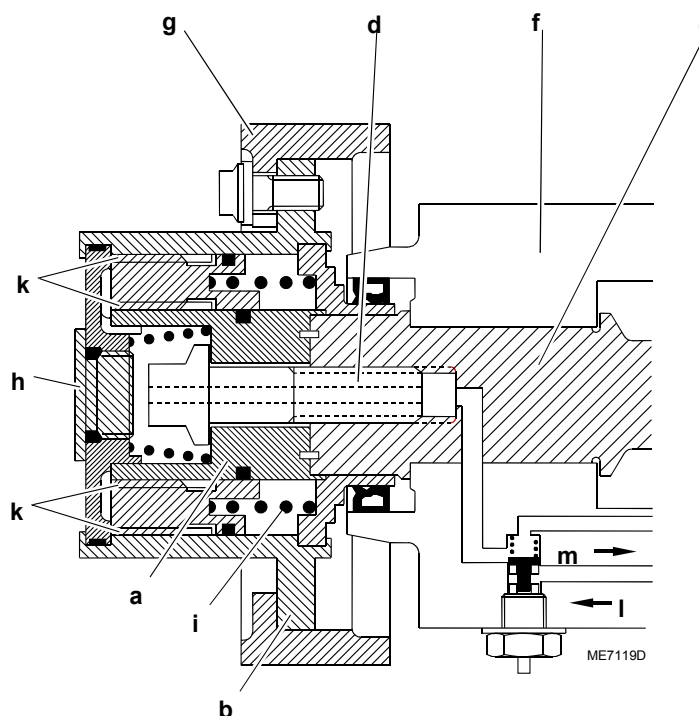


## B - LES DEPHASEURS

## 1 - Description

Un déphaseur (ou VTC) se compose :

- d'un cylindre (a) rendu solidaire de l'arbre à cames d'admission par une vis creuse. Le cylindre comporte sur sa périphérie des rampes hélicoïdales.
- d'un cylindre (b) formant moyeu du pignon de distribution. Un joint à lèvres assure l'étanchéité côté culasse. Il comporte intérieurement des rampes hélicoïdales.
- d'un piston intermédiaire (c) portant des rampes intérieures et extérieures, maintenu dans sa position de repos par un ressort.



- a - Cylindre cannelé extérieurement
- b - Corps cannelé intérieurement
- c - Coulisseau
- d - Vis creuse
- e - Arbre à cames
- f - Culasse
- g - Pignon de distribution (admission)
- h - Bouchon avec joint
- i - Ressort de rappel
- j - Electrovanne
- k - Rampes hélicoïdales
- l - Arrivée pression d'huile
- m - Retour de l'huile

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## 2 - Fonctionnement

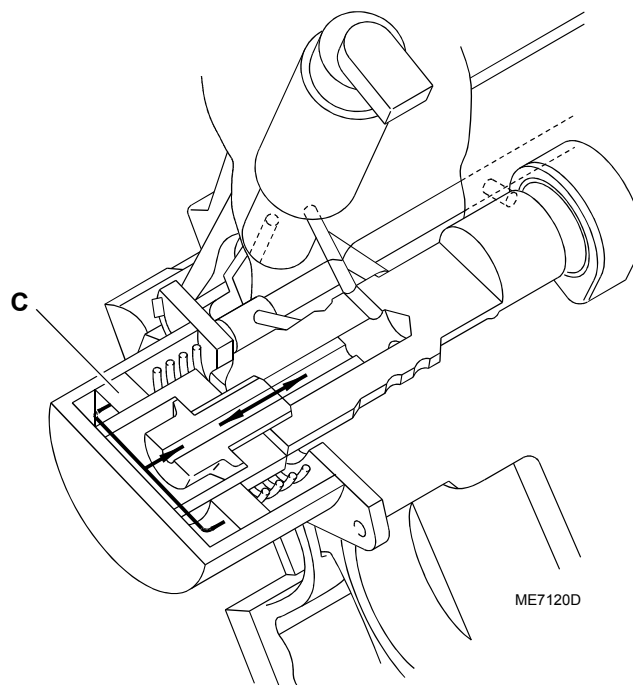
Moteur à l'arrêt, les "VTC" se trouvent en position "repos".

Moteur tournant, le calculateur peut piloter deux électrovannes qui commandent chacune un circuit d'arrivée d'huile moteur sous pression et ferment le circuit de retour au carter.

La commande n'est pas possible dans certaines conditions de température d'huile (en dessous de 40°C, ou au dessus de 140°C dans le circuit "culasse") ainsi que pour les régimes supérieurs à 4300 tr/mn.

Dans les plages qui lui sont autorisées, le calculateur ne commande les électrovannes que si une forte charge est imposée au moteur (par exemple, accélération brutale dans une montée).

Les pistons "c" subissent la pression de l'huile moteur et se déplacent en comprimant le ressort de rappel.

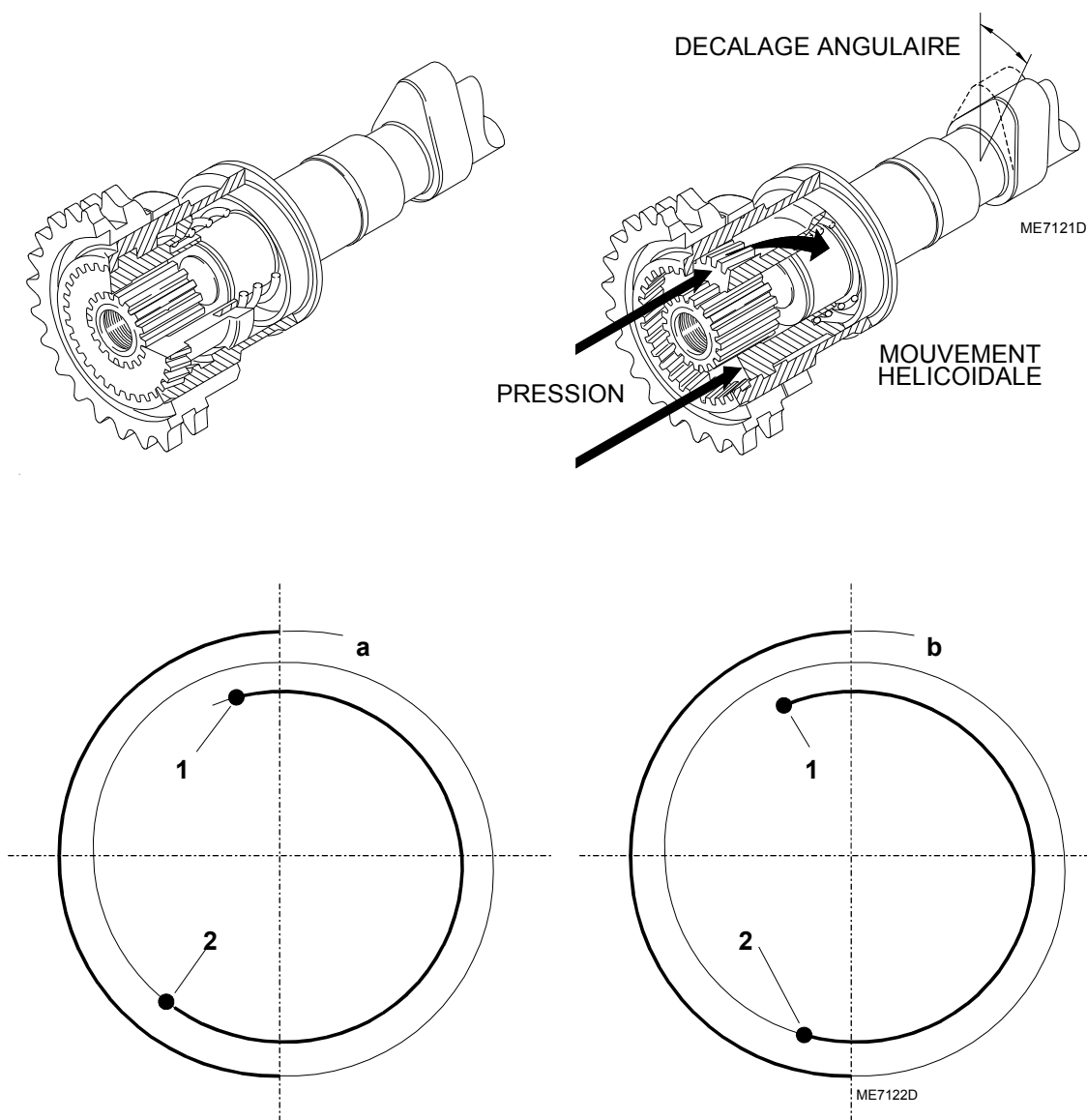


Ce déplacement axial provoque, grâce aux rampes hélicoïdales, la rotation de chaque arbre à cames d'admission (de 15° arbre à cames dans le sens "avance").

Le point de "retard fermeture admission" est avancé, ce qui évite le refoulement du mélange carburé vers le répartiteur et une perte de couple.

Dès que l'on revient en régime stabilisé, le calculateur coupe l'alimentation de l'électrovanne. Le circuit de pression d'huile est fermé, le circuit de retour ouvert. Le ressort de rappel repousse le piston "c", ce qui annule l'avance donnée à l'arbre à cames et retarde le point "RFA".

## Principe du dispositif VTC



a - Epure de distribution (moteur à l'arrêt, ou régime supérieur à 4300 tr/mn).

b - Epure de distribution (régime inférieur à 4300 tr/mn)

1 - Avance ouverture admission

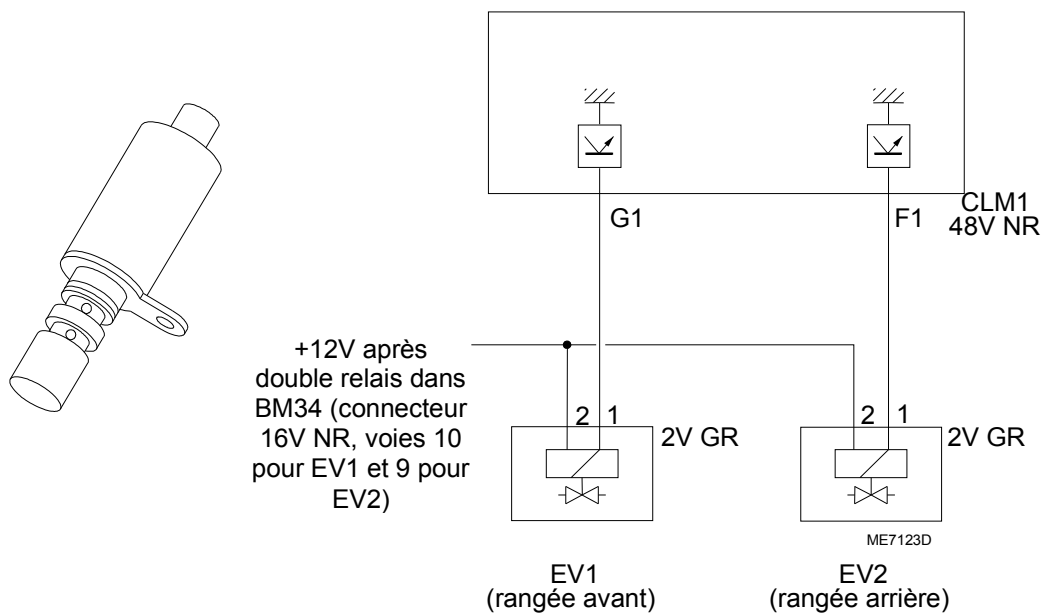
2 - Retard fermeture admission

**Remarque :** L'ensemble de la phase d'ouverture des soupapes d'admission se trouvant par instant décalé, il a été nécessaire de pratiquer deux fraisages sur la tête des pistons afin d'éviter le contact pistons-soupapes lors du retour au point mort haut (en début de cycle).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## C - LES ELECTROVANNES

Elles sont de type TOUT OU RIEN, et sont fixées chacune sur une culasse du moteur.

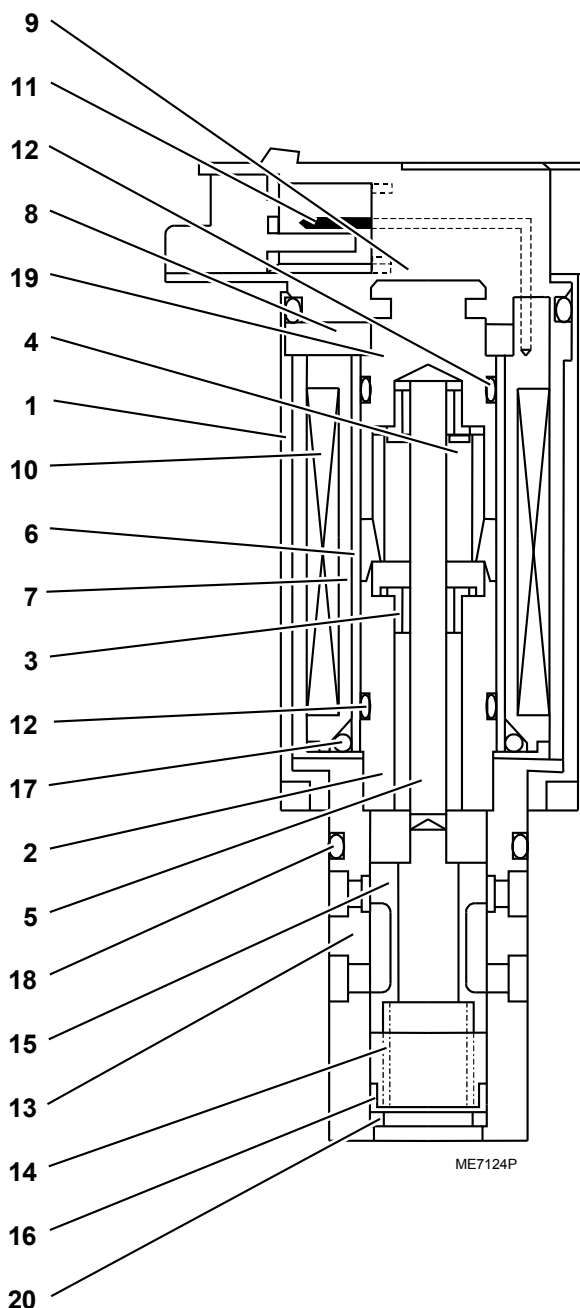


Résistance du bobinage :  $12^{\pm 0,5} \Omega$  à 20°C  
 Course du plongeur : 2,5 mm

EV1 EV2  
 (rangée avant) (rangée arrière)

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

Leur rôle est de couper le retour de l'huile moteur au carter ; l'huile de graissage est alors dirigée vers le VTC et, ainsi emprisonnée, monte en pression afin de commander le décalage de l'arbre à cames.



- 1 - Enveloppe
- 2 - Guide de tige
- 3 - Rondelle
- 4 - Noyau mobile
- 5 - Tige
- 6 - Chemise
- 7 - Carcasse bobinage
- 8 - Plaque supérieure
- 9 - Languette
- 10 - Bobinage
- 11 - Bobine surmoulée
- 12 - Joint torique
- 13 - Guide de piston
- 14 - Ressort
- 15 - Piston
- 16 - Bouchon
- 17 - Joint torique
- 18 - Joint torique
- 19 - Noyau
- 20 - Bague d'arrêt
- 21 - Support
- 22 - Joint torique

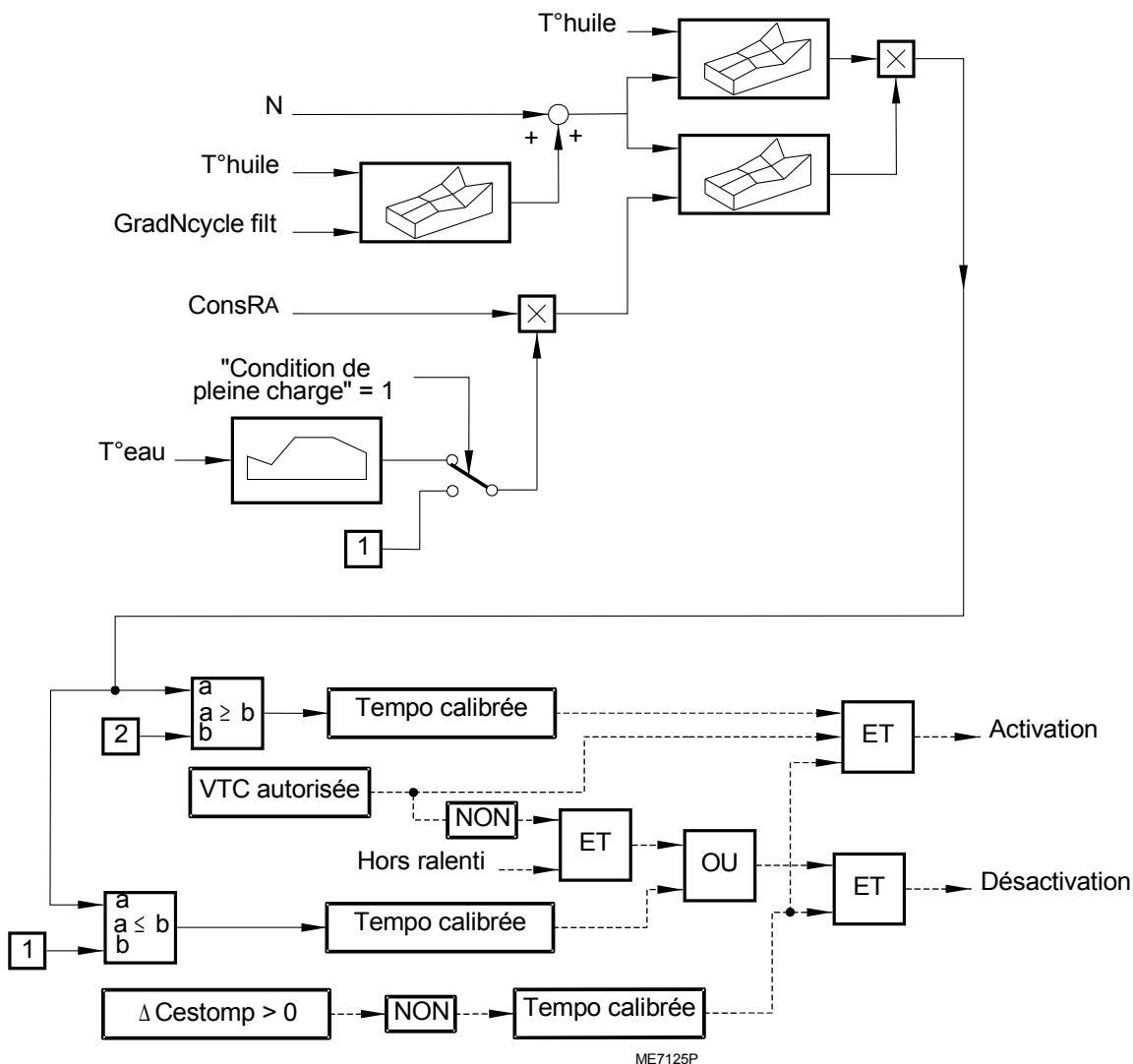
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## D - STRATEGIE DE FONCTIONNEMENT

## 1 - Conditions d'autorisation de la fonction

- $T^{\circ}\text{air} > \text{seuil}$  et,
- $T^{\circ}\text{eau} > \text{seuil}$  et,
- Pas de défauts sur capteurs température d'eau, d'air et d'huile ou sur papillon motorisé (position papillon inconnue ou fausse, ou boîtier papillon non alimenté) et,
- Démarrage écoulé depuis un certain temps calibré et,
- On n'est pas en zone de ralenti et,
- Le capteur de régime n'est pas en mode dégradé et,
- Pas de défaut sur les capteurs de phase.

## 2 - Conditions de pilotage des électrovannes



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

Les déphaseurs sont activables selon le point de fonctionnement moteur (régime, charge). (à partir de 1000 tr/mn et une charge d'environ 65%) et jusqu'à 4000 tr/mn environ.

Le remplissage est corrigé selon la température d'eau.

Le régime est corrigé en fonction de la température d'huile et le gradient de régime afin d'anticiper le point de basculement du dispositif.

Une correction (régime anticipé, T°huile) permet de prendre en compte la fluidité de l'huile.

La cartographie (régime, charge) délimite la zone d'activation des déphaseurs. Suivant le point de fonctionnement, elle délivre une valeur parmi les trois suivantes : 0 ou 1 ou 2.

0 → pas de commande des électrovannes

2 → commande des électrovannes (mise à la masse)

1 → hystérésis pour désactivation

Si la cartographie délivre un 2, on activera les électrovannes qu'au bout d'une certaine temporisation, afin d'éviter des allers-retours des vannes lorsque la valeur de sortie de la cartographie est instable.

Par ailleurs, on peut interdire le pilotage des arbres à cames lors d'une demande d'estompage de couple de la part de la BVA.

### 3 - Stratégie anti-grippage des électrovannes

Lorsque les déphaseurs sont désactivés, on commande l'ouverture des électrovannes cycliquement (toutes les x secondes, valeur calibrée) pendant un temps très court [20ms • y f(T°huile)]. La giclée d'huile ainsi déclenchée n'a pas le temps de faire bouger les AAC.

On ne déclenche pas un graissage dès la fin d'une activation, mais seulement après quelques secondes.

Un premier graissage a lieu un certain temps calibré après la fin du démarrage pendant [20ms • z f(T°huile x durée d'arrêt)].

**Remarque :** En dehors du ralenti et au-delà d'un certain régime, il est possible en test après-vente de commander un pilotage des électrovannes.

#### 4 - Calcul de l'angle de croisement de cames et du facteur de recouvrement des arbres à cames

Pour chaque arbre à cames :

- soit : l'angle d'adaptation initial, AAC au repos  $\alpha_{\text{adapt inito}}$  (voir chapitre 2 – II – D) et l'angle mesuré en fonctionnement entre le vilebrequin et l'AAC  $\alpha_{\text{AAC - vil}}$ ,
- la différence [ $\alpha_{\text{adapt inito}} - \alpha_{\text{AAC - vil}}$ ] est filtrée ; on obtient  $\Delta\alpha_{\text{AAC filt}}$ .

On calcule alors la moyenne suivante :

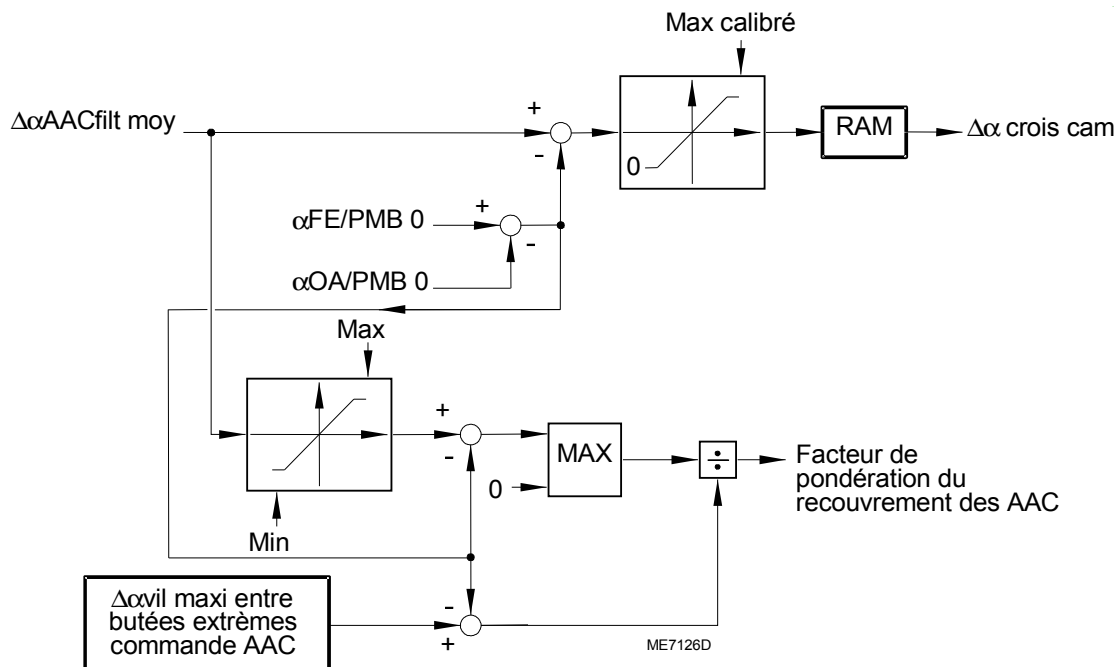
$$\Delta\alpha_{\text{AAC filt moy}} = \frac{\Delta\alpha_{\text{AAC filt1}} + \Delta\alpha_{\text{AAC filt2}}}{2}$$

#### Calcul de $\alpha_{\text{crois cam}}$ :

Définissons les angles suivants :

$\alpha_{\text{FE/PMB0}}$  = angle entre position de fermeture des soupapes d'échappement et PMB, l'AAC étant au repos.

$\alpha_{\text{OA/PMB0}}$  = angle entre position d'ouverture des soupapes d'admission et le PMB, l'AAC étant au repos.





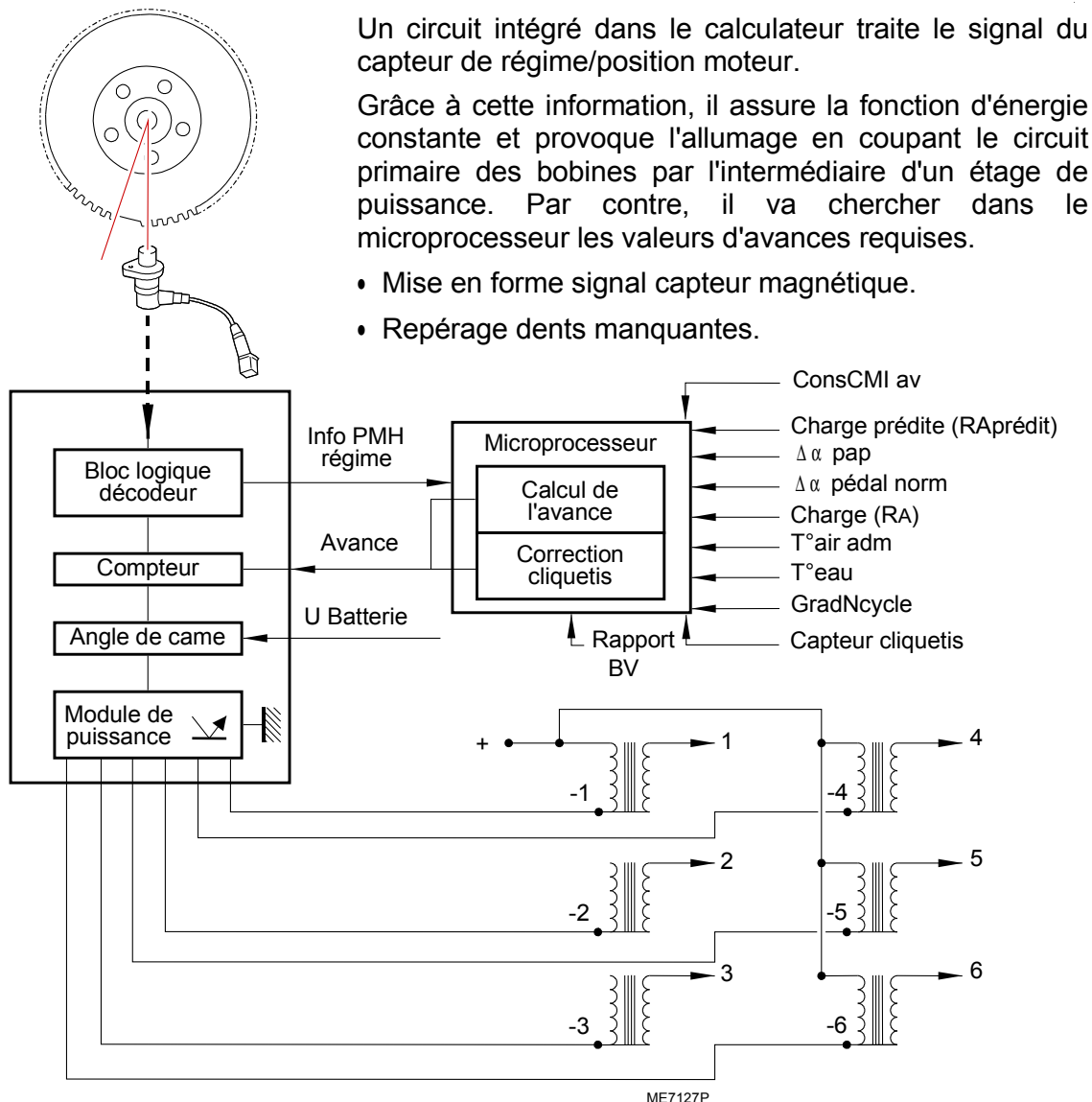
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

## GESTION DE L'ALLUMAGE

Globalement, les deux missions que la gestion de l'allumage doit assurer sont :

- provoquer une étincelle aux bougies suffisamment puissante,  
→ Laisser aux bobines le temps de se charger au maximum.
- provoquer une étincelle aux bougies au bon moment par rapport au cycle moteur  
→ Déterminer une avance à l'allumage permettant de respecter le couple moteur souhaité.

### I - SCHEMA SYNOPTIQUE DE L'ALLUMAGE



### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## II - FONCTIONNEMENT GLOBAL

Au niveau de l'allumage, le calculateur doit :

- déterminer une consigne d'avance,
- établir une énergie constante,
- transmettre le signal d'allumage directement aux bobines primaires.

### A - COMMANDE DE L'ANGLE D'AVANCE

L'avance à l'allumage optimale de base est obtenue dans une cartographie mise en mémoire dans le calculateur, dont les paramètres sont :

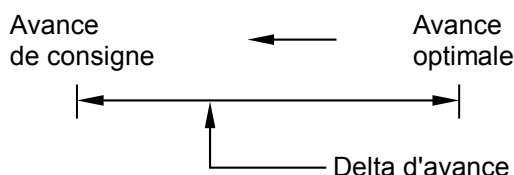
- le régime → donné par le capteur de régime/position moteur,
- la charge moteur → représentée par le remplissage en air frais du moteur, lui même déterminé à partir de la pression absolue d'admission ; celle-ci est donnée par le capteur de pression absolue tubulure.

Il convient néanmoins de tenir compte de la température d'eau (mise en température du moteur), et de la richesse du mélange appliquée.

L'avance qu'il faudrait appliquer serait en fait, l'avance optimale de laquelle on retranche un "delta d'avance" provoqué par les performances (couple) que l'on réclame du moteur à un moment donné, ce pour diverses raisons.

Aussi, on détermine une consigne de couple en fonction de la volonté conducteur filtrée (agrément), et des diverses demandes de couples extérieures. Si on fait le rapport entre cette consigne de couple et le couple optimal dépendant du régime, de la charge, et de la richesse appliquée, on obtient le rendement d'avance de consigne. Une simple courbe permet de convertir de rendement en delta d'avance.

En effet :



L'avance vraiment appliquée sera la consigne d'avance limitée à une valeur mini et une valeur maxi admissible. La valeur maxi prend en compte les températures d'eau et d'air, la position du papillon des gaz et de l'accélérateur, ainsi que le cliquetis.

**Remarque :** Les stratégies BVA et anti à-coups agissent toujours sur l'avance, puisqu'elles sont intégrées au bloc de calcul du couple de consigne.

## B - COMMANDE DE L'ANGLE DE CAME

On sait que pour un angle de came constant, la haute tension diminue au fur et à mesure que le régime augmente, l'énergie s'étant accumulée dans le primaire bobine diminuant également. Il faut donc que le courant primaire puisse toujours atteindre sa valeur maximale au point d'allumage.

Pour y parvenir, le Motronic fait varier l'angle de came en fonction de la tension batterie et vérifie que le courant primaire, au moment du déclenchement de l'allumage, a bien atteint sa valeur maximale.

Cette fonction "angle de came" est appelé "calcul d'énergie constante".

## C - DEROULEMENT DU FONCTIONNEMENT

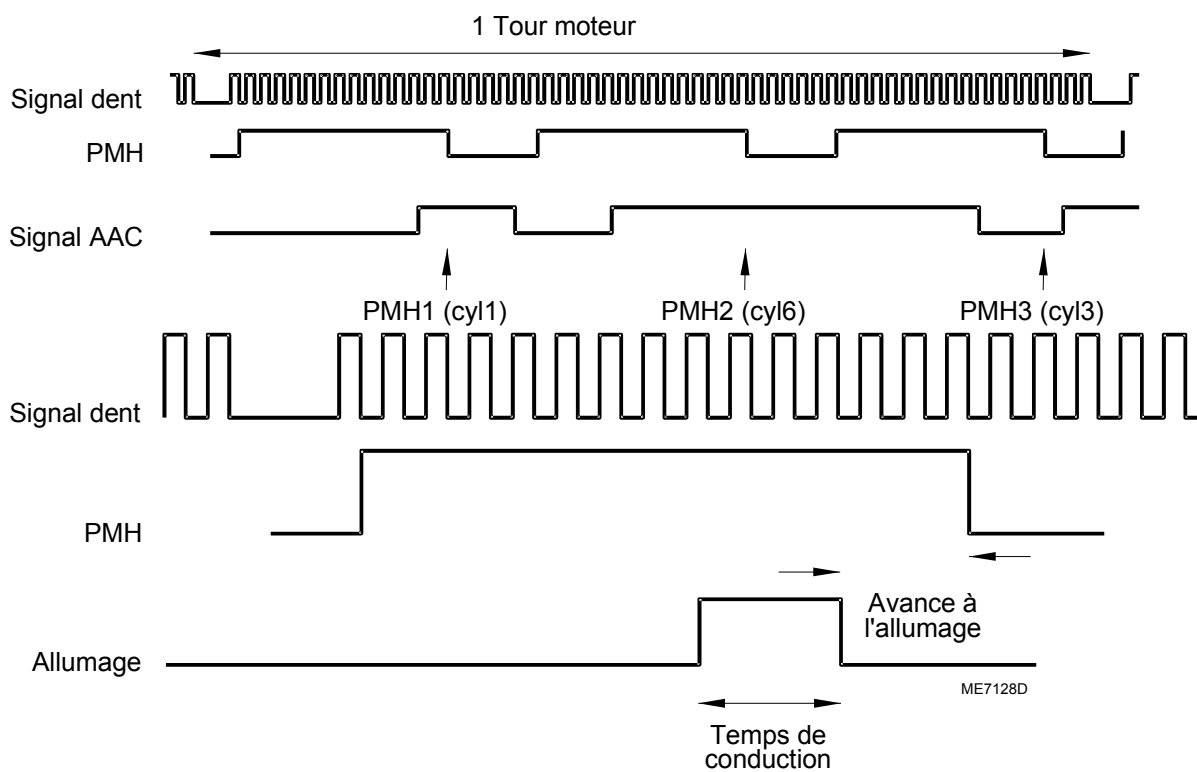
Le défilement des dents devant le capteur couronne crée des variations de flux magnétique qui se traduisent par une tension aux bornes du bobinage du capteur. Un circuit intégré dans le calculateur détecte les passages à zéro de cette tension qui ont lieu quand le capteur voit le sommet des dents et le milieu des creux (variation de flux nulle), et sa valeur maxi lorsque le capteur voit les transitions dents/creux ou creux/dents (variation de flux). Le capteur étant sensible au passage des "deux fausses dents", fournit un signal de référence de période et de tension supérieure.

Ensuite, le calculateur détermine l'avance optimale pour chaque cylindre puis commande individuellement les bobines des cylindres concernés et ce, dans l'ordre d'allumage.

On a vu que la couronne ne possède qu'un repère "deux fausses dents" ; le calculateur détermine donc le premier PMH grâce à ce repère, et les deuxième et troisième PMHs par comptage des dents (20 dents → 1/3 tour).

A partir du signal de référence, le calculateur ayant déterminé une certaine avance en fonction des différents paramètres, déclenche l'allumage lorsque le nombre de dents passées sous le capteur correspond à l'angle effectué par le vilebrequin, pour lequel l'étincelle doit jaillir.

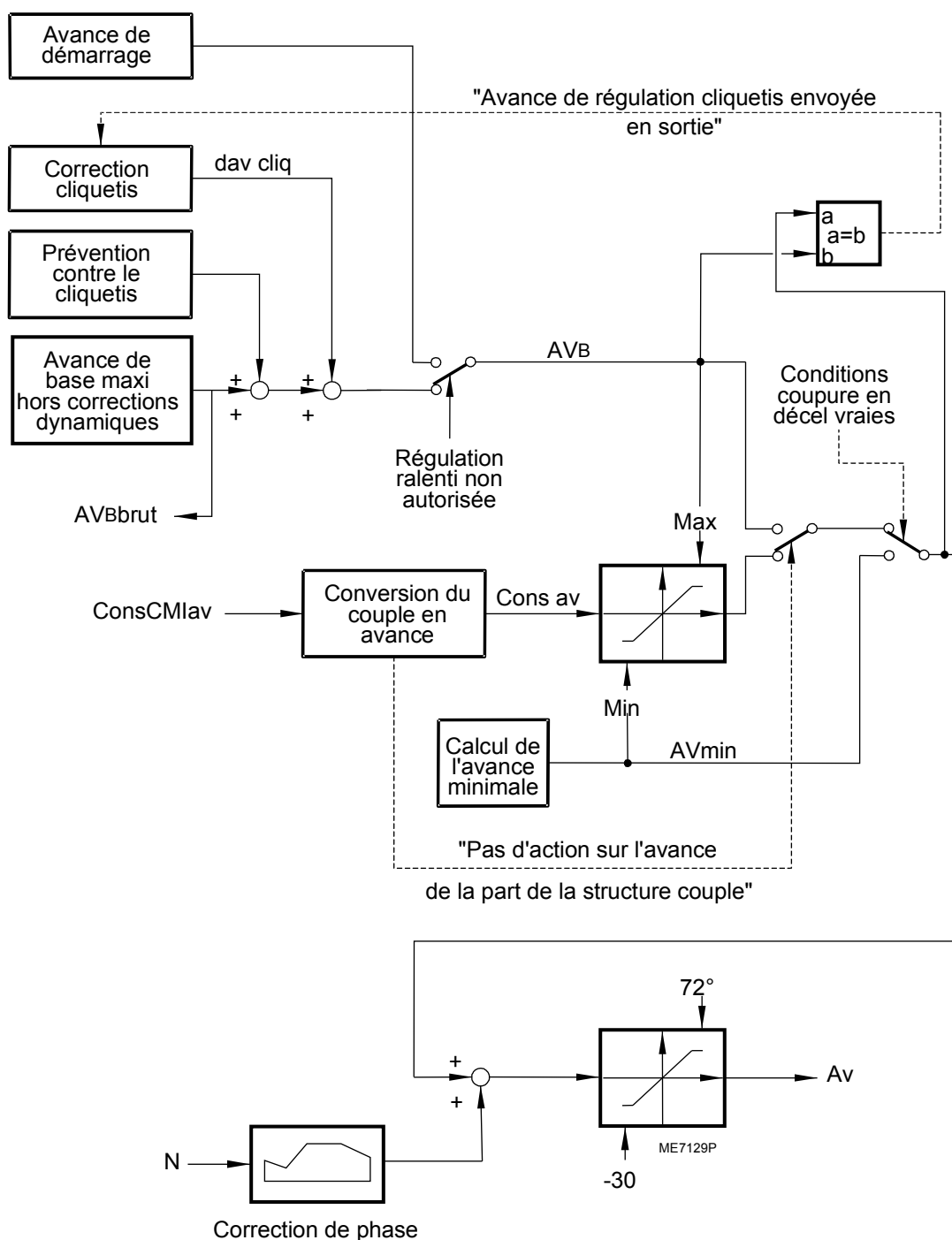
## D - SYMBOLISATION DU TRAITEMENT DE L'ALLUMAGE



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### III - ELABORATION DE L'AVANCE A L'ALLUMAGE

#### A - GENERALITES



La consigne de CMI destinée à la branche avance est convertie en consigne d'avance Consav. Cette consigne est limitée à une valeur minimale Avmin, et à une valeur maximale ; celle-ci est en fait l'avance de base AVB, c'est à dire la valeur maxi possible dans les conditions de fonctionnement actuelles du moteur. Cette avance de base dépend du point de fonctionnement du moteur ; à cette valeur brute s'ajoutent les corrections de prévention et de correction cliquetis.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

Au démarrage, le calcul de l'avance de base est spécifique. Après la correction de phase, on obtient l'avance finale.

### Remarque :

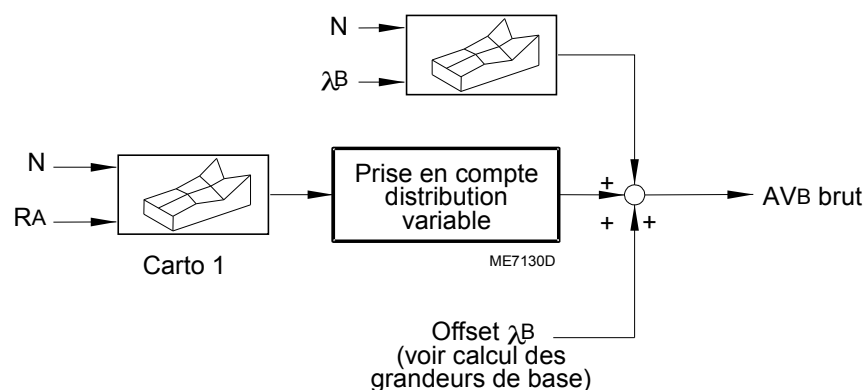
On verra plus loin que l'avance par la structure couple n'est utilisée que dans les cas de fonctionnement transitoires, ou régulation de ralenti car il est plus "sain" de raisonner couple. L'avance "couple" sera, de toute façon, limitée en cas d'apparition du cliquetis en accélération par exemple, grâce à AvB. En stabilisé, le remplissage est directement issu de couple souhaité ; RA et N déterminent alors un point de fonctionnement précis qui réclame logiquement l'avance optimale liée à ce couple. L'avance optimale corrigée par la régulation cliquetis est en fait ce que l'on appelle l'avance de base. AvB est donc l'avance appliquée lors de fonctionnements en stabilisé.

### Correction de phase :

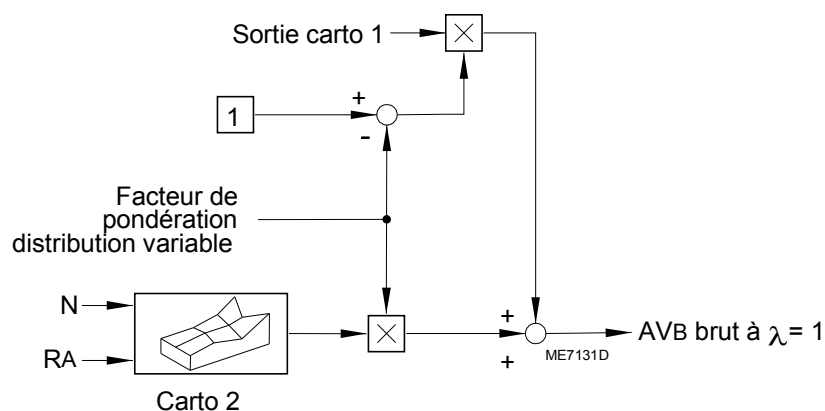
Elle compense le décalage dans le temps entre le moment où les dents passent sous le capteur couronne, et le moment où le signal électrique prend naissance dans le bobinage du capteur.

*Nota : Quand l'avance appliquée est Avmin, l'interrupteur rebasculera pour "coupure en décél" = 0 et Niveau de coupure injecteurs < 6.*

## B - CALCUL DE L'AVANCE DE BASE MAXI BRUTE



### Prise en compte de la distribution variable



Le calcul est identique à celui de l'avance optimale.

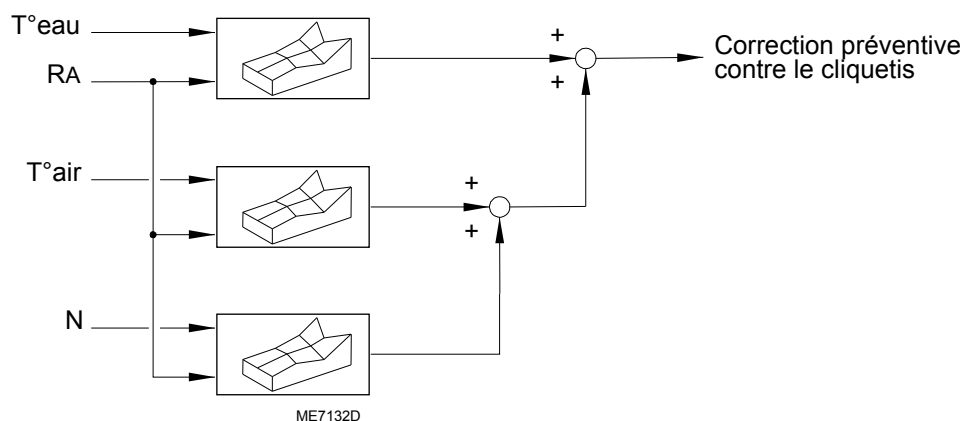
La cartographie (N,  $\lambda_B$ ) permet un décalage de la limite cliquetis.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

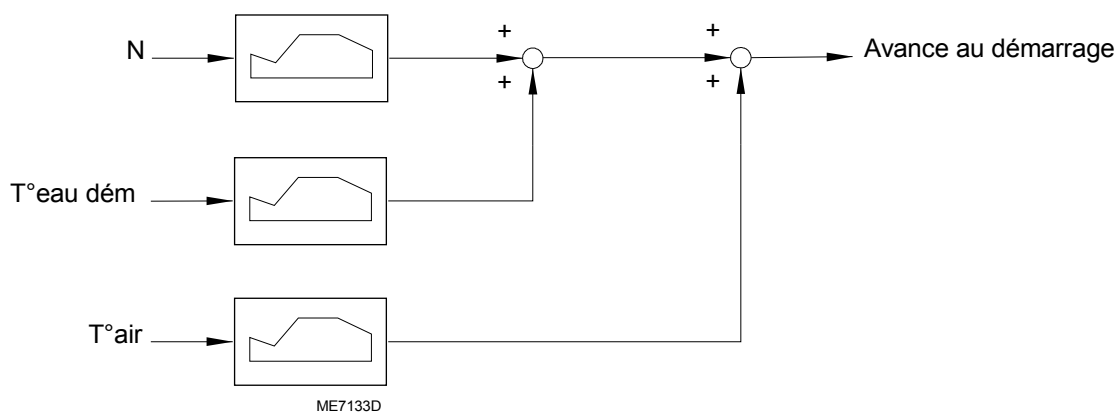


## C - CORRECTION PREVENTIVE CONTRE LE CLIQUETIS

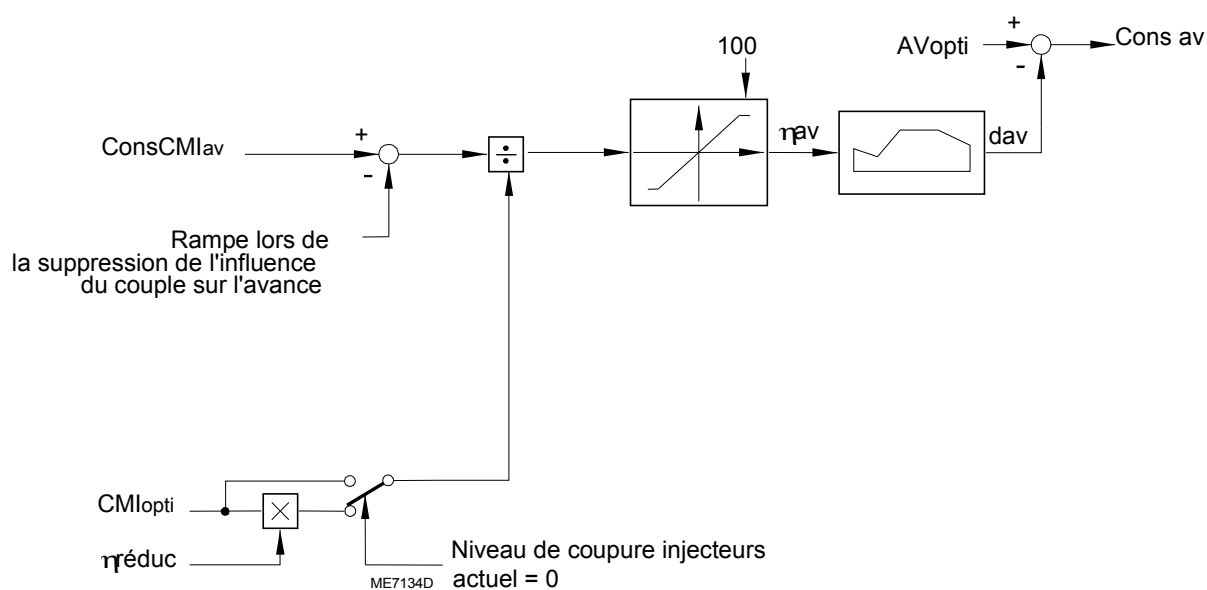
Il s'agit d'un retrait d'avance forfaitaire.



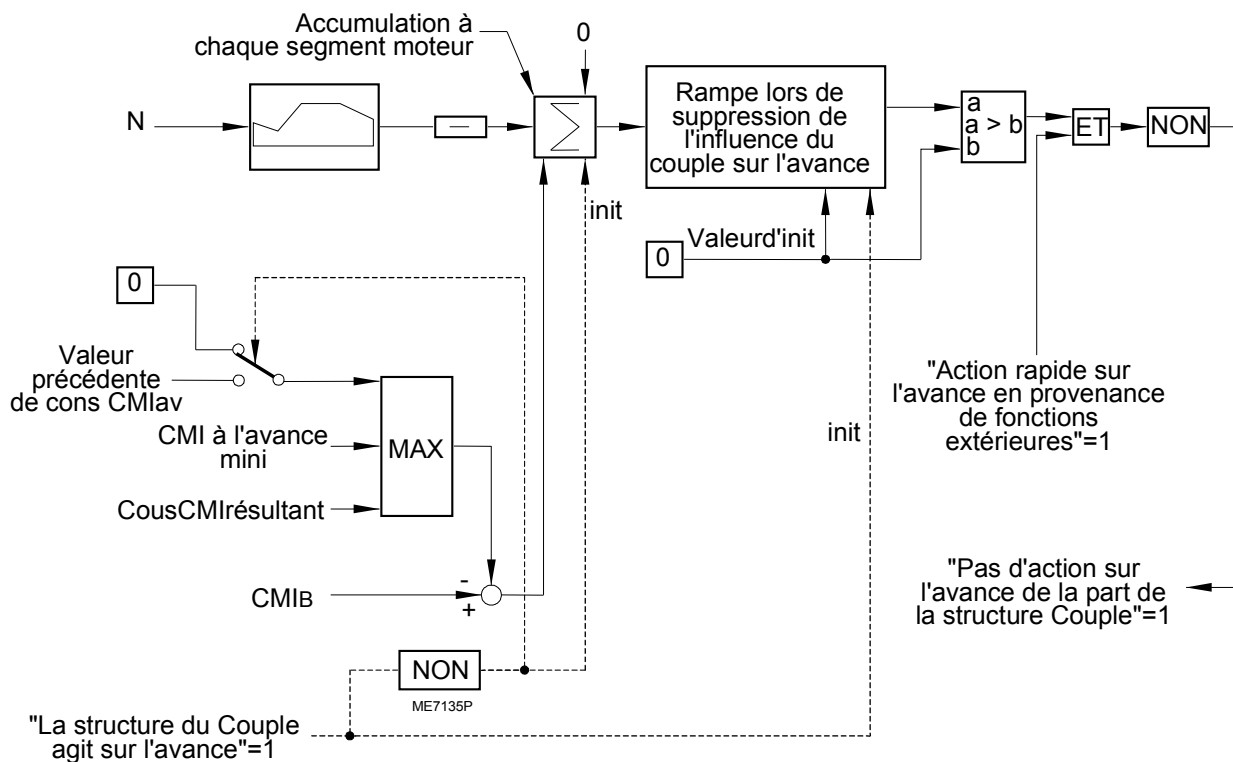
## D - AVANCE DE DEMARRAGE



## E - CONVERSION DU COUPLE EN AVANCE A L'ALLUMAGE



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



*Nota : CMI à l'avance mini est issu de la fonction "calcul du niveau de coupure d'injection".*

On distingue trois cas :

#### 1<sup>er</sup> cas :

Si le flag "action rapide sur l'avance en provenance de fonctions extérieures" = 1, on calcule et on applique une consigne d'avance à partir de Cons CMIav ; la valeur de la rampe est nulle.

Cons CMIav est divisée par le couple optimal pour obtenir le rendement d'avance de consigne. Le rendement d'avance est converti par une courbe en un delta d'avance de consigne par rapport à l'avance optimale ; cela nous donne en toute logique l'avance réelle de consigne.

**2<sup>ème</sup> cas :**

Lors de la coupure des demandes de couple (Le flag "La structure du couple agit sur l'avance" = 0) l'avance que l'on veut appliquer est l'avance de base. Mais, au moment pile où le flag passe à zéro, il se peut que Cons CMIav saute à une valeur plus élevée, entraînant ainsi un désagrément.

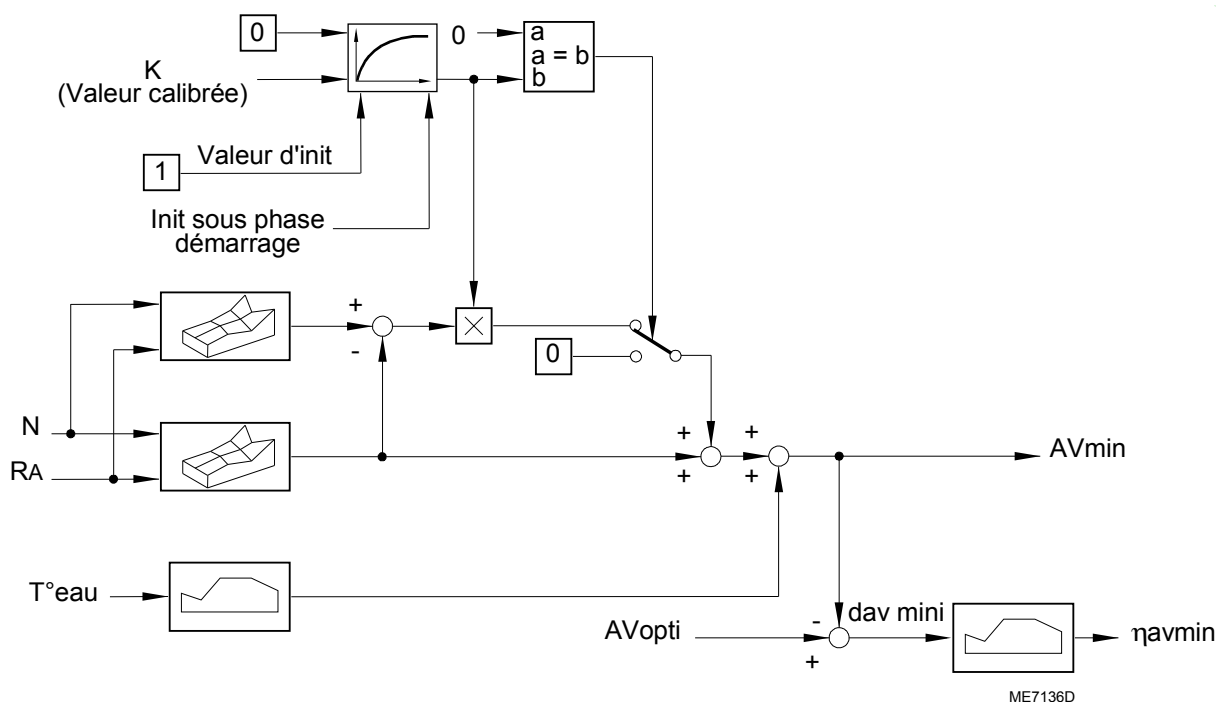
Pour pallier à cet inconvénient, on enclenche alors une rampe initialisée à la valeur du saut, et qui ensuite est décrémentée vers 0 à une vitesse fonction du régime moteur. Ceci procure une transition douce vers l'état sans demande de couple. C'est seulement lorsque la rampe devient nulle que l'on met à 1 le flag "Pas d'action sur l'avance de la part de la structure couple".

**Remarque :** Si la demande de couple qui disparaît ne concerne qu'une correction anti à-coups, il n'y a pas d'enclenchement de rampe. En effet, la rampe est incompatible avec le principe de la correction d'avance continue.

**3<sup>ème</sup> cas :**

Il n'y a aucune demande de couple et la rampe est à zéro. On met alors à 1 le flag "Pas d'action sur l'avance de la part de la structure couple".

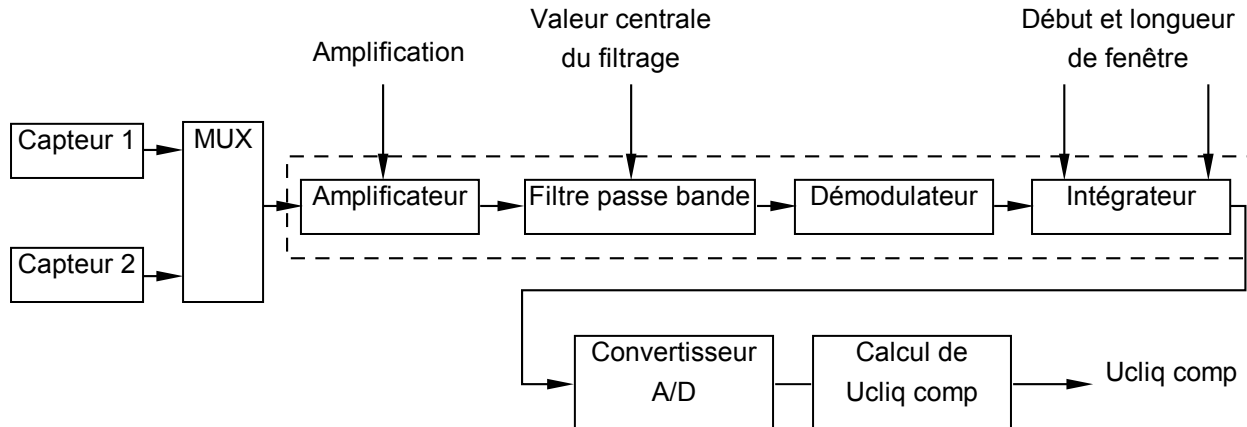
Dorénavant l'avance appliquée est directement l'avance de base, puisque le moteur est stable.

**F - CALCUL DE L'AVANCE MINIMALE AUTORISEE**

## G - REGULATION CLIQUETIS

Cette régulation se fait cylindre par cylindre, grâce au compteur de cylindres.

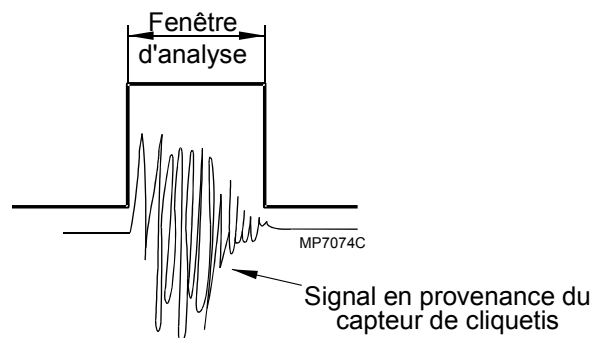
## 1 - Détection du cliquetis



Par les capteurs de cliquetis, le calculateur analyse les bruits du moteur sur une certaine fréquence déterminée, pendant une fenêtre d'évolution de vilebrequin, et ceci pour chaque cylindre. Les tensions ainsi obtenues sont comparées à un seuil de référence calculé pour chaque cylindre.

## Détail de la détection

- Il y a détection seulement si la régulation cliquetis est active.
- Le calculateur analyse sur chaque cylindre – dans l'ordre d'allumage - et dans une fenêtre précise, le signal provenant d'un des capteurs de cliquetis de la façon suivante :



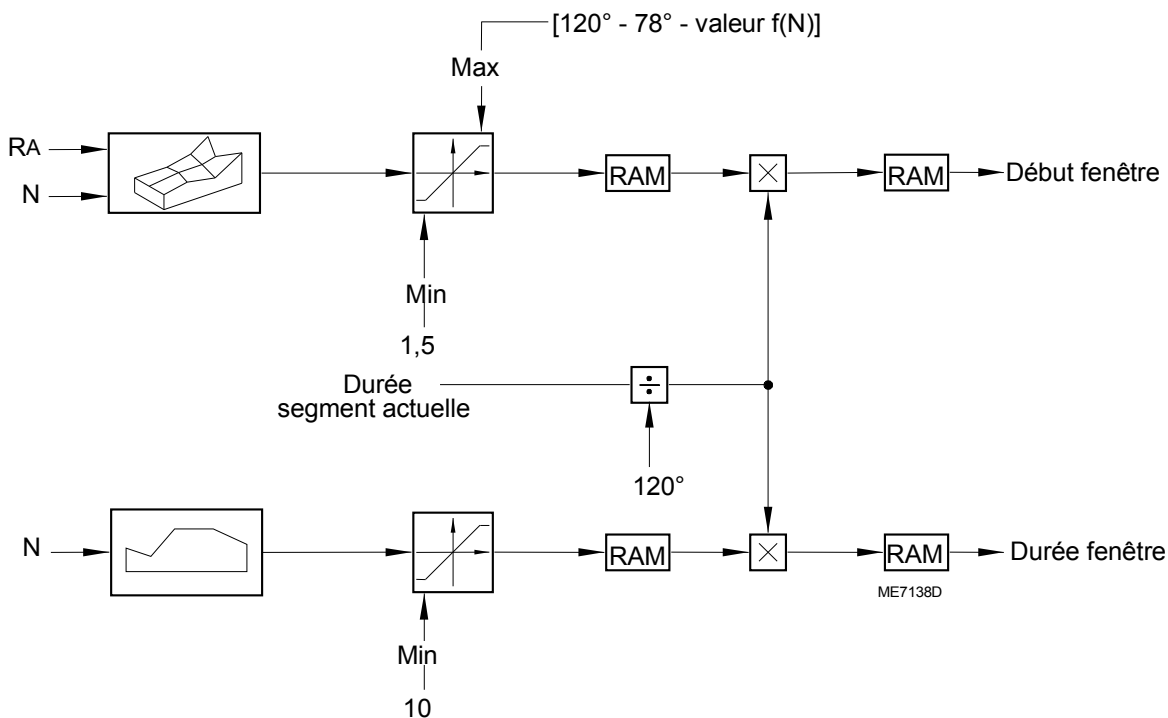
- choix du capteur de cliquetis, selon la rangée à laquelle appartient le cylindre que l'on s'apprête à analyser ; connexion sur la ligne capteur choisie par multiplexeur. En fonction des valeurs du compteur de cylindres, on alterne régulièrement la lecture sur le capteur n°1 et le capteur n°2,
- amplification du signal,
- filtrage (bande de fréquence),
- redressement du signal,

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

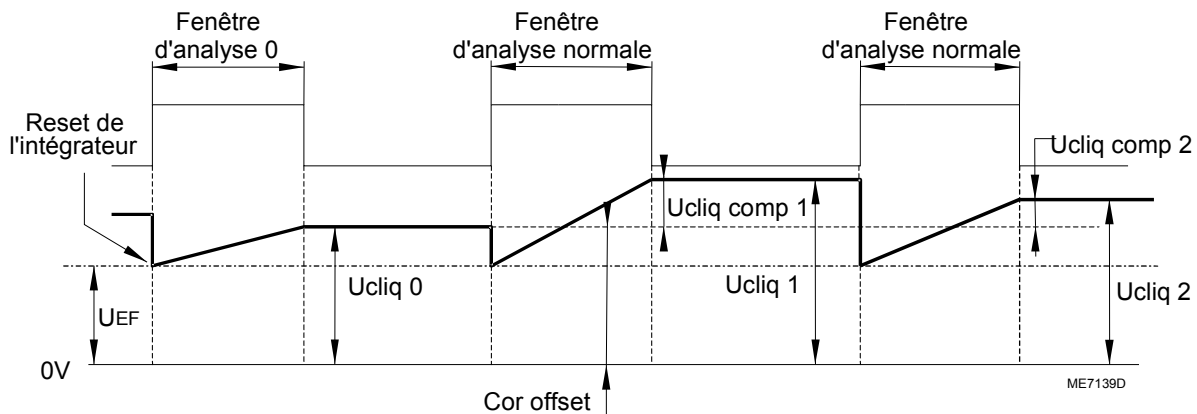
- Intégration (somme) de tous les signaux de tension durant la fenêtre d'analyse (position angulaire vilebrequin). A la fin de la fenêtre, le calculateur obtient une valeur Ucliq. Cette valeur Ucliq est compensée par un offset de compensation et devient Ucliq comp.

Le début et la longueur de la fenêtre sont déterminés en degrés vilebrequin, puis convertis en temps.

Le début de la fenêtre, situé entre le PMH et la prochaine MR', est fonction du régime et du remplissage. La longueur de la fenêtre dépend seulement du régime.



Interprétation du signal :



Après démarrage, lorsque  $T^{\circ}\text{eau} > \text{seuil}$  et régulation cliquetis inactive, on procède à un "test zéro" (voir chapitre diagnostic) durant lequel on mesure (ce sera la seule et unique fois pour ce cycle de roulage)  $U_{EF}$  et  $U_{cliq\ 0}$ .

$U_{EF}$  = Tension d'origine à l'entrée de la fenêtre ; elle est égale à la tension de reset de l'intégrateur.

$U_{cliq\ 0}$  = Tension de sortie à la fin de la fenêtre lors du 1<sup>er</sup> test zéro.

On calcule alors le gradient d'intégrateur pour la correction d'offset :  $\text{grad cor offset} = (U_{cliq\ 0} - U_{EF}) / \text{longueur de fenêtre calculée lors du test zéro}$ .

Grad Cor offset permet par la suite de calculer la correction d'offset Cor offset.

$U_{cliq\ comp} = U_{cliq} - \text{Cor offset}$  avec

$\text{Cor offset} = U_{EF} + (\text{grad Cor offset} \cdot \text{longueur calculée actuelle de fenêtre})$

**Remarques :** Le gradient est calculé pour un régime inférieur à 5000 tr/mn ; en effet, au delà les longueurs de fenêtres sont trop faibles, empêchant numériquement, de calculer le gradient.

(grad Cor offset • longueur fenêtre) est limité à 400mv en valeur absolue.

UEF est limité lors de sa mesure au test zéro initial à 495mv en mini, et 935mv en maxi.

- Il y a cliquetis si :

$U_{cliq\ comp}/U_{réf\ lim} \geq S_{détec\ cliq}$

ou

$U_{cliq} - U_{EF} \geq 3,7V$

} et  $\Delta C_{estomp} = 0\%$

$S_{détec\ cliq}$  = Seuil en tension de détection cliquetis

$U_{réf\ lim}$  = Niveau de référence limité vers le haut

$U_{réf\ lim} = \text{Min}(U_{réf}, U_{réf\ max} \bullet 2^{(Ampli-6)})$

$U_{réf\ max}$  est issu d'une table dont la variable d'entrée est N ; cette valeur normée est convertie en une valeur limite absolue en fonction du niveau d'amplification Ampli.

Il existe deux tables pour calculer  $U_{réf\ max}$  selon que le cylindre concerné est considéré, de par sa situation, comme étant "bruyant" ou "silencieux".

**Remarque importante :**  $U_{cliq\ comp}$ ,  $U_{cliq}$ ,  $U_{réf\ lim}$ ,  $S_{détec\ cliq}$  et le niveau d'amplification du signal Ampli sont toutes des valeurs calculées pour chaque cylindre.

- $S_{détec\ cliq}$  est issu d'une table dont la variable d'entrée est le régime ; il y a une table par cylindre. Cette valeur  $f(N)$  est ensuite limitée à 1 en mini et 5 en maxi, et éventuellement augmentée par un facteur K dyn rég ou K dyn ch, dans le cas où on se trouve en dynamique de charge ou de régime avec apparition de cliquetis.

En cas de perte de détection du cylindre 1 (problème de référence AAC), on applique un retrait préventif sur tous les cylindres, car on ne dispose pas d'une valeur de secours pour  $S_{détec\ cliq}$ .

- Uréf constitue le bruit de fond pour un fonctionnement sans cliquetis. Il est calculé en permanence, qu'il y ait du cliquetis ou non. Uréf est égal à une valeur initiale calibrée de départ (en fin de démarrage), valable pour tous les cylindres, puis actualisée en boucle pour chaque cylindre :

Uréf nouveau = Uréf ancien + (Ucliq comp – Uréf ancien)/Kfilt réf  
Kfilt réf peut prendre trois valeurs calibrées différentes selon un des cas suivants :

- cas normal,
  - cas de cliquetis en dynamique de charge
  - cas de cliquetis en dynamiques de régime
- } Cela évite les fausses détections, car en dynamique, le bruit de fond se modifie rapidement

Par ailleurs, dans cette formule, Ucliq comp est utilisée tel quel lorsque la régulation de cliquetis est autorisée, et divisée par :

- Sdétec cliq en cas de présence de cliquetis pour que la détection puisse continuer malgré un cliquetis permanent,
- 2 si Ucliq comp/Uréf lim > 2,5 et sans cliquetis en dynamique, ceci pour les mêmes raisons.

Il est possible aussi, en cas de cliquetis en dynamique, de réinitialiser Uréf à sa valeur de départ après démarrage.

- Amplification : Le coefficient d'amplification du signal capteur est égal  $2^{\text{Ampli}}$ , avec Ampli = niveau d'amplification. Par ailleurs, Uréf est multiplié par un facteur d'amplification Fampli réf avant d'être utilisé pour la détection et d'être réinjecté dans sa formule de mise à jour vue plus haut.

En effet, Ucliq comp est naturellement limité par la plage de l'intégrateur. Lorsque Ucliq comp est sur une de ses butées, Uréf lim doit également être limité, pour que Ucliq comp/Uréf lim puisse toujours être comparé à Sdétec cliq. Sinon la détection n'est plus possible. Il faut donc, en fonction de la valeur de Uréf, adapter la valeur de ce dernier grâce à Fampli réf ainsi que la valeur de l'amplification du signal  $2^{\text{Ampli}}$ .

On adopte le principe suivant :

- si Uréf > 1 → Uréf est multiplié par 0,5 et Ampli diminué de 1 régulièrement jusqu'à atteindre leur valeur minimale programmée,
- si Uréf < 0,3 → Uréf est multiplié par 2 et Ampli est augmenté de 1 régulièrement jusqu'à atteindre leur valeur maximale programmée.

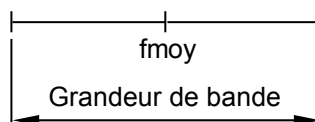


Après démarrage, Ampli est initialisé à 4.

Niveau d'amplification	6	5	4	3	2	1	0
Coefficient d'amplification	64	32	16	8	4	2	1

$\overline{Uréf} > 1$

- Fréquence : Le filtrage des signaux capteurs de cliquetis se fait sur une certaine bande d'écoute dont la fréquence moyenne est calibrable.



## 2 - Régulation

### a - Généralités

On distingue quatre cas de fonctionnement :

- régulation cliquetis active et la fonction cliquetis n'est pas en mode dégradé et la régulation ralenti n'est pas activable.  
→  $dav_{cliq} = \text{Retrait d'avance cylindre par cylindre} + \text{retard dynamique}$ .
- régulation cliquetis active et la fonction cliquetis est en mode dégradé.  
→  $dav_{cliq} = \text{retard de sécurité}$
- régulation cliquetis active et la fonction cliquetis n'est pas en mode dégradé et la régulation ralenti est active.  
→  $dav_{cliq} = \text{retard moyenné sur tous les cylindres}$ .
- régulation cliquetis non active  
→  $dav_{cliq} = 0$

Cas particulier : Si l'avance de sortie juste avant correction de phase est inférieure à l'avance de base, le flag "Avance de régulation cliquetis envoyée en sortie" = 0.

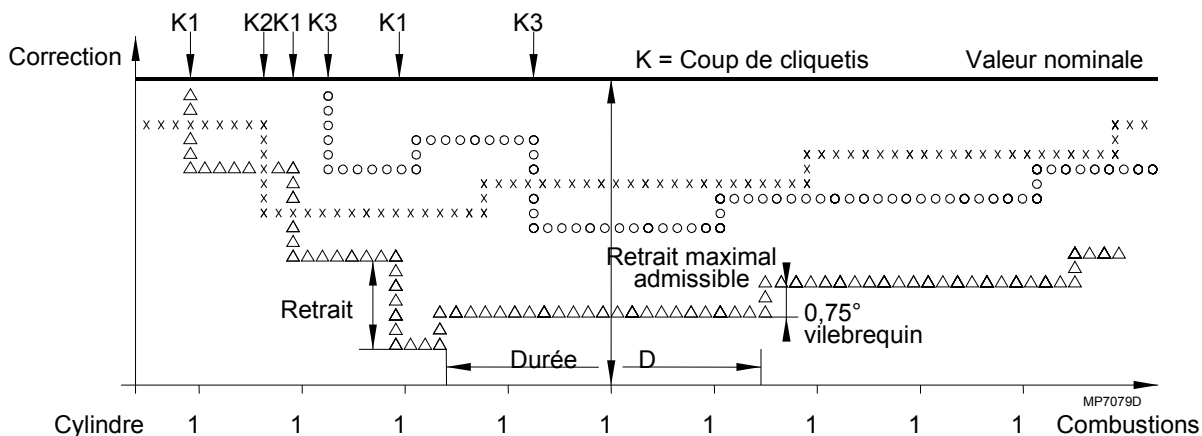
⇒ le calcul de la correction cliquetis est gelé et l'adaptation de régulation cliquetis coupée (problèmes d'émissions, fonctionnement de l'anti patinage,...).

## b - Conditions de régulation

- $T^{\circ}\text{eau} > \text{seuil } (20^{\circ}\text{C})$  et,
- $N > \text{seuil calibré } (200 \text{ tr/mn})$  et,
- démarrage achevé et,
- $RA > \text{seuil } f(N)$  ou détection cliquetis en dynamique de charge active. La régulation peut aussi être enclenchée si le flag dyn 2 "Seuil de charge franchi pour la mesure préventive adaptative" = 1.

## c - Régulation cliquetis

**Attention :** Par convention, le retrait d'avance pour combattre le cliquetis est négatif, car il s'agit d'un retard. D'ailleurs, il se soustrait à l'avance calculée.



Cyl 1    ΔΔΔΔ

Cyl 2    x x x x

Cyl 3    o o o o

Idem pour les autres cylindres

- Si du cliquetis est détecté sur un cylindre, le calculateur effectue un retrait d'avance sur celui-ci. Ce retrait d'avance par coup de cliquetis est fonction du régime de rotation. Le retour à l'avance normale se fait par pas de  $0,75^{\circ}$  avec une vitesse de réincrémentation  $f(N)$  exprimée en x combustions ou x fois l'unité de temps.

Il y a deux cartographies de vitesse de réincrémentation :

$V1 > V2 \Rightarrow D2 = 2 \times D1$  ;  $V1$  est deux fois plus rapide que  $V2$ .

La vitesse s'exprime en secondes/°vilebrequin.

La plupart du temps on utilise  $V2$ .

V1 est utilisé dans deux cas :

- si lors d'une réincrémentation rapide du cliquetis réapparaît, on reprend la réincrémentation lente,
- auto adaptation active et,  
pas de détection cliquetis en dynamique de charge ou de régime active (flag dyn1 ou dyn5 = 0) ou de régulation cliquetis en phase d'adaptation de dynamique (flag dyn3 = 0) et, régulation ralenti d'activable passe à non activable et inversement ou on change de domaine d'adaptation en étant en condition dynamique de charge ou de régime pour adaptation (flag dyn 4 ou dyn 6 = 1).

Le retrait d'avance maximal admissible pour un cylindre dépend lui aussi du régime de rotation.

Par ailleurs, afin d'éviter des fausses détections de ratés d'allumage, et aussi pour s'assurer une certaine stabilité de fonctionnement, chaque retrait calculé est centré autour de la moyenne sur les six derniers retraits calculés (1 par cylindre).

Ce domaine est : moyenne des retards +/- un seuil  $f(N)$

La moyenne des retraits se calcul ainsi :

Der Ret cyl1 + Der Ret cyl6 + Der Ret cyl3 + Der Ret cyl5 + Der Ret cyl2 + Der Ret cyl4/6.

avec Der Ret cyli = Dernier retrait calculé pour le cylindre i.

- Lorsque la régulation cliquetis est active, le calculateur effectue un retrait d'avance préventif de sécurité sur tous les cylindres, dont la valeur dépend du régime de rotation, et ceci dans les cas suivants :
  - défaut sur capteur(s) de cliquetis,
  - défaut détecté au niveau de l'étage de traitement du signal capteurs,
  - problème de synchronisation (repérage cylindres),
  - capteur de régime en mode secours.

Si le défaut disparaît, la suppression du retrait de sécurité ne peut avoir lieu que régulation de cliquetis inactive.

**Remarque :** Le retrait d'avance par coup de cliquetis est de  $3^\circ$  et le retrait maximal est de  $14^\circ$  environ.

### 3 - Auto-adaptation

Conditions d'activation :

- régulation cliquetis active et,
- $T^{\circ}\text{eau} > \text{seuil} (\simeq 60^{\circ}\text{C})$  et,
- $RA > \text{seuil } f(N)$

Le calculateur est capable de s'adapter aux variations inévitables de la limite cliquetis, telles, par exemple, celles dues à l'indice d'octane de l'essence utilisée.

Tous les retraits d'avance et ce pour chaque cylindre, sont mémorisées en tenant compte de la zone de fonctionnement du moteur (régime et charge RA). En régulation de cliquetis, dans la zone de fonctionnement correspondante, on reprend les valeurs mémorisées et on régule à partir de celle-ci (voir "régulation cliquetis").

En l'absence de cliquetis, on décrémente progressivement les valeurs mémorisées (voir "régulation cliquetis").

A l'arrêt du moteur, toutes les valeurs de retraits d'avance sont conservées en mémoire. Au démarrage, et pour chaque zone, on reprend les valeurs liées à chaque cylindre.

On repart de zéro seulement si on effectue un recentrage des adaptatifs à l'aide d'un outil de diagnostic.

**Explication :** La régulation du cliquetis se fait cylindre par cylindre. Donc, tous les deux tours ( $4 \times 180^\circ$ ) pour 1 cylindre, avance appliquée = avance de base brute – retrait de régulation cliquetis instantané :  $3^\circ$ , ou 0, ou entre les deux, dû à la réincrémentation.

Il faut donc mémoriser les retraits d'avance afin d'enlever au cylindre concerné la valeur instantanée du retrait de cliquetis.

Il y a deux mémoires :

- une mémoire simple à 4 cases (1 par cylindre) utilisée en permanence.  
→ lorsque l'adaptation est interdite, bien sûr  
→ auto-adaptation autorisée, car l'écriture dans la mémoire pour l'auto-adaptation se fait à partir des valeurs de régulation normales de la mémoire simple.
- une mémoire à quinze zones définies par quatre seuils fixes calibrés de régime, et trois seuils de charge (RA) variables,  $f(N)$ , (4 cases par zone) utilisée quand l'auto adaptation est active, et que des conditions supplémentaires d'écriture sont remplies. A l'intérieur, les retraits d'avance s'ajoutent et se réincrémentent comme pour la régulation normale, mais grâce à ce découpage, on peut personnaliser la régulation du cliquetis en fonction de la zone de fonctionnement du moteur. Une zone particulièrement sensible au cliquetis sera mieux protégée, car à chaque fois que l'on s'y trouvera, il y aura de fortes chances que le retrait d'avance ne soit pas revenu à zéro.

Différence entre les deux mémoires :

- la simple est remise à zéro à l'arrêt du moteur, ou si les conditions de régulation sont inactives,
- la mémoire d'auto-adaptation conserve la valeur instantanée des retraits (figeage) à l'arrêt du moteur. A la remise en route, dès que l'auto-adaptation est autorisée, on applique à chaque cylindre, pour la zone concernée, le retrait mémorisé à condition que celui-ci soit plus élevé que celui de la mémoire simple.

### Fonctionnement de l'auto-adaptation

Le retrait de la régulation cliquetis est calculé puis réincrémenté ; le résultat de ce traitement mathématique a deux possibilités :

- être écrit directement dans la mémoire simple afin d'être lu et appliqué → régulation normale,
- être écrit dans la mémoire simple puis écrit dans la mémoire d'adaptation si les conditions d'auto-adaptation et les conditions d'écriture sont vraies, traité par l'auto-adaptation au cours de l'écriture, puis lu et réécrit dans la mémoire simple si les conditions de lecture sont vraies. Il peut alors enfin être relu dans la mémoire simple et appliqué !

### L'écriture

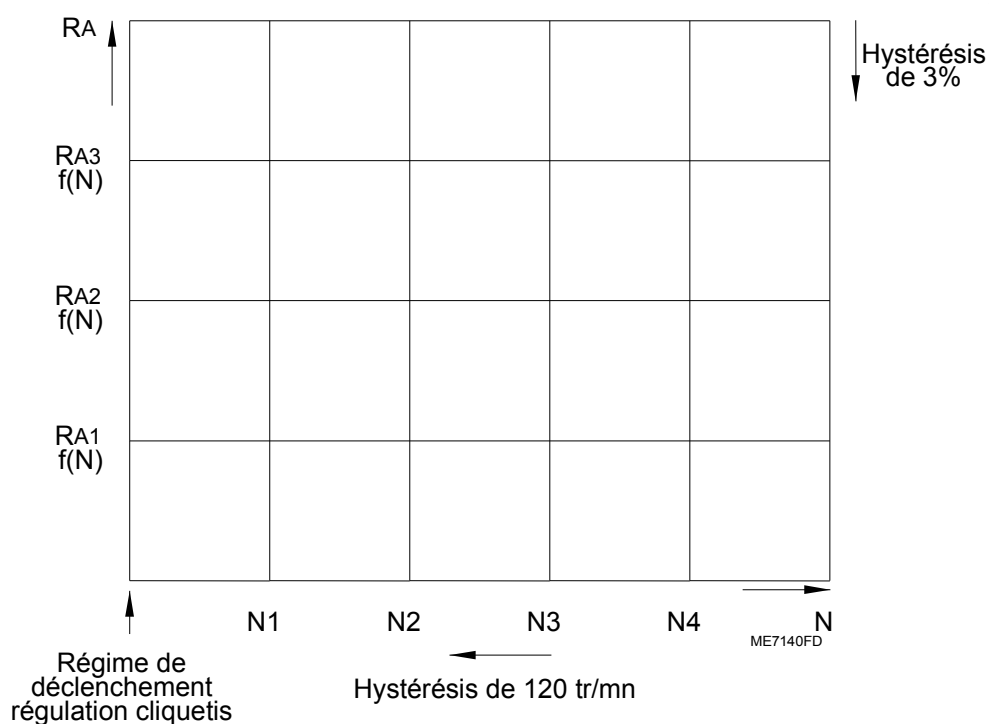
- Conditions : Auto-adaptation active et non figée (N est compris entre deux seuils calibrés, pas de limitation de régime maxi ou de Vvéh active, pas d'intervention ASR), et pas de retrait de sécurité, et pas de régulation cliquetis en phase d'adaptation de dynamique (flag dyn 3=0), et pas de détection cliquetis en dynamique de charge ou de régime active (flag dyn 1 ou 5 = 0), et régulation ralenti non activable.
- Un coup de cliquetis apparaît → la valeur du retrait venant de la mémoire simple + [valeur adaptative calibrée] est écrite dans la mémoire adaptative (dans la zone concernée), si cette somme est plus élevée que la valeur actuelle consignée en mémoire d'adaptation (Ex : retrait normal =  $-3^\circ$  + adaptatif =  $-0,75^\circ$  < retrait adaptatif =  $0^\circ$ ).
- Un ordre de réincrémentation apparaît → si la valeur du retrait venant de la mémoire simple  $\geq$  [retrait actuel de la mémoire d'adaptation + delta calibré] (Ex : retrait normal =  $-3^\circ$  +  $0,75^\circ$  =  $-2,25^\circ \geq$  retrait adaptatif =  $-3^\circ$  alors le retrait consigné dans la mémoire d'adaptation est diminué de la valeur d'un incrément adaptatif calibré ( $1,5^\circ$ ).
- Retrait en provenance de la mémoire simple égal à zéro → le retrait consigné dans la mémoire d'adaptation est diminué régulièrement (pour 1 cylindre i, à chaque apparition de sa fenêtre d'analyse) de l'incrément adaptatif calibré =  $1,5^\circ$ .

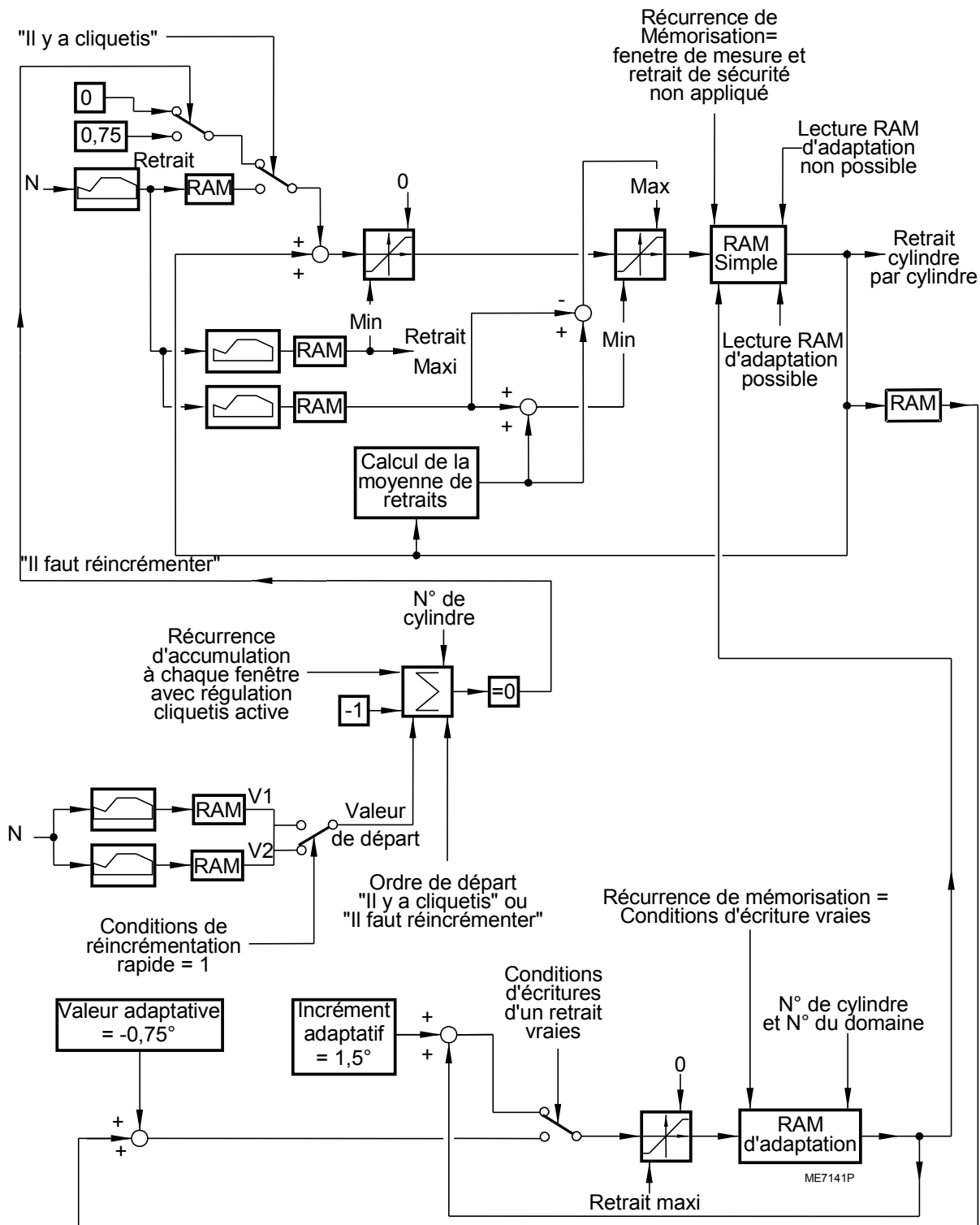
**Remarque :** Le retrait adaptatif est limité au maxi à la même valeur que le retrait normal.

**La lecture**

On applique le retrait adaptatif que l'on vient d'écrire dans la mémoire d'adaptation seulement si les conditions suivantes sont respectées :

- auto-adaptation active et,
- on entre ou on quitte la régulation ralenti ou,
- on change le domaine d'adaptation avec condition dynamique de charge ou de régime pour adaptation (flags dyn 4 ou dyn 6 = 1).





## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



## H - AVANCE DYNAMIQUE

En transitoire accélération, on peut déclencher une fonction d'avance en état dynamique afin de prévenir les risques de cliquetis. Cette fonction est de deux types :

- correction dynamique de charge,
- correction dynamique de régime.

### 1 - Correction dynamique de charge

Elle permet de remédier à :

- une tendance plus forte au cliquetis à une température donnée,
- une augmentation rapide du bruit.

#### a - Calcul du gradient de charge

- Pour  $N < 2000$  tr/mn  
→ grad charge dyn =  $\Delta\alpha$  pap (voir chapitre capteurs)
- Pour  $N \geq 2000$  tr/mn  
→ grad charge dyn =  $RA_{(t)} - RA_{(t - 10 \text{ ms})}$

#### b - Formation de flags

- Si grad charge dyn  $\geq$  seuil 1 f(N), le flag dyn1 "Détection cliquetis en dynamique de charge active" = 1 et un compteur est mis à une valeur Cp dyn 1 f(N) et reste à cette valeur tant que grad charge dyn  $\geq$  seuil 1 f(N). Ensuite il sera décrémenté jusqu'à 0 à chaque combustion. Lorsque Cp dyn 1 = 0 → flag dyn 1 = 0.
- Si grad charge dyn  $\geq$  seuil 2 f(N),  
et pas de retrait cliquetis de sécurité,  
et on est hors ralenti,  
et T°eau > seuil pour condition de régulation cliquetis alors, le flag Dyn 2 "seuil de charge franchi pour la mesure préventive adaptative" = 1, et un compteur est mis à une valeur Cp dyn 2 f(N) et reste à cette valeur tant que grad charge dyn  $\geq$  seuil 2 f(N). Ensuite, il sera décrémenté jusqu'à 0 à chaque combustion. Lorsque Cp dyn 2 = 0 → flag dyn 2 = 0.

- Si flag Dyn 2 = 1 et  $T^{\circ}\text{eau} > 30^{\circ}\text{C}$  environ  $\rightarrow$  flag Dyn 3  
"régulation cliquetis en phase d'adaptation de dynamique active"=1.  
Il est remis à zéro si l'adaptation dynamique de charge est nulle.
- Soit la variation de position papillon  $\Delta\alpha_{\text{pap}}$  ; elle est filtrée par un filtre passe bas avec coefficient de filtrage fixe calibré. Cela nous donne le gradient de charge pour adaptation grad charge adap.  
Alors, si grad charge adap  $\geq$  seuil 4 f(N) et,  
on est hors ralenti et,  
 $T^{\circ}\text{eau} >$  seuil d'enclenchement régulation cliquetis,  
 $\Rightarrow$  flag dyn 4 "dynamique de charge pour adaptation" = 1.

**Rôle des flags :**

- Dyn 1 = Il influence le seuil de détection et le niveau de référence dans le cadre de la régulation cliquetis,  
il autorise ou non la réincrémentation rapide du retrait cliquetis ainsi que l'écriture et la lecture de la mémoire d'adaptation de la régulation cliquetis.
- Dyn 2 = Il peut enclencher la régulation du cliquetis, et active l'adaptation de la dynamique de charge.
- Dyn 3 = Il autorise ou non la réincrémentation rapide du retrait cliquetis, l'écriture et la lecture de la mémoire d'adaptation de la régulation cliquetis, et active l'adaptation de la dynamique de charge.
- Dyn 4 = Il autorise la réincrémentation rapide du retrait cliquetis et la lecture de la mémoire d'adaptation de la régulation cliquetis.

## c - Actions sur la régulation cliquetis

Tant que  $Cp_{dyn\ 1} > 0$ , le flag dyn 1 = 1 et tant que  $Cp_{dyn\ 2} > 0$ , le flag dyn 2 = 1, donc le flag dyn 3 = 1 si  $T^{\circ}eau > 30^{\circ}C$ .

**Avec flag dyn 1 = 1 :**

- la détection est plus sévère → le niveau de référence  $Ur_{\text{éf}}$  est actualisé plus rapidement avec un  $K_{\text{filt}} \text{ réf}$  spécifique et le seuil de détection cliquetis  $S_{\text{détec cliq}}$  est multiplié par le facteur  $K_{\text{dyn ch}}$  afin de l'augmenter et ainsi de se prémunir des fausses détections.

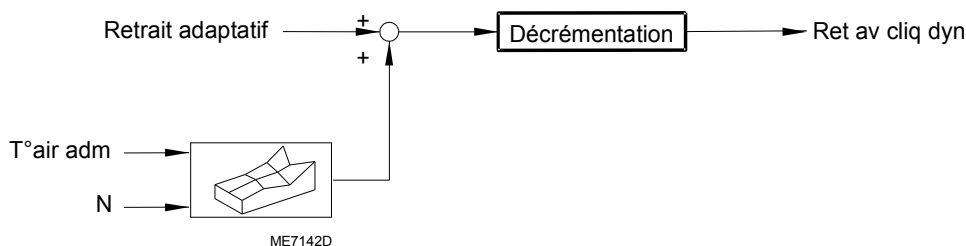
**Avec flag dyn 1 = 1 et flag dyn 3 = 1 :**

- la régulation du cliquetis en elle même se déroule de la même façon mais l'écriture en mémoire adaptation est interdite.

Si l'auto-adaptation est active, en cas de cliquetis on repart de la valeur figée se trouvant dans la mémoire d'adaptation (pour le domaine RA ; N concerné), et on ajoute un retrait d'avance que l'on mémorise dans la mémoire simple. La réincrémentation est systématiquement lente. La reprise de la valeur d'adaptation n'est possible que si le flag dyn 4 = 1.

## d - Adaptation de la dynamique de charge

Pour plus de protection, si le flag dyn 3 = 1 et le flag dyn 2 = 1 on ajoute un retrait supplémentaire  $Ret_{\text{av cliq dyn}}$ , identique pour tous les cylindres au retrait normal de régulation cliquetis propre à chaque cylindre.



Au moment où les flags dyn 2 et dyn 3 passent à 1, on calcule  $Ret_{\text{av cliq dyn}}$ , qui initialise un accumulateur, et en ressort pour être appliqué au moteur.

Lorsque le flag dyn 2 devient nul, on déclenche l'accumulateur qui décrémente  $Ret_{\text{av cliq dyn}}$  d'une valeur calibrée toutes les [valeur calibrée] combustions. Lorsque  $Ret_{\text{av cliq dyn}} = 0$ , le flag dyn 3 repasse à zéro.

Calcul du retrait adaptatif :

- Ret dyn adap = valeur initiale
- Si flags dyn 2 et dyn 3 = 1 et  $U_{cliq} \text{ comp} / U_{réf} > [Sd_{étec} \text{ cliq} \times \text{facteur correctif}]$  alors, si du cliquetis apparaît, Ret dyn adap = valeur initiale +  $X^\circ$  ( $-1,5^\circ$ ) ; on ajoutera  $X^\circ$  à chaque fois que du cliquetis sera détecté.

Ret dyn adap est consigné dans une RAM contenant les mêmes zones de régime que celles utilisées pour l'adaptation cliquetis.

Par ailleurs, Ret dyn adap est limité à une valeur maxi f(zone de régime actuel)

- Si pas de cliquetis ou  $U_{cliq} \text{ comp} / U_{réf} \leq [Sd_{étec} \text{ cliq} \times \text{facteur correctif}]$

alors, Ret dyn adap = 0.

- Si flag dyn 3 = 1 et que  $\text{grad charg dyn} \geq \text{seuil } 2 f(N) + \text{offset } f(N)$  alors, Ret dyn adap est "adaptable" car on est dans une condition de charge dynamique importante. Tant que l'on est dans cette condition, on calcul le rapport :

Nbre d'allumages où l'angle d'avance appliqué est AVB limité par  
régulation cliquetis

---

Nbre d'allumages où l'angle d'avance appliqué est AVB limité par  
régulation cliquetis + Nbre d'allumages où l'angle d'avance appliqué  
est Cons AV issue de la structure couple

En sortie de cette condition, si ce rapport est  $\geq$  seuil (en transitoires accel on a souvent été limité par le cliquetis), la valeur initiale de Ret dyn adap est décalée d'un incrément dans le sens retard en prévision de la prochaine entrée en condition de dynamique de charge (flags dyn 2 et dyn 3 = 1).

**Remarque :** A l'arrêt du moteur, tous les retraits d'avance dynamique sont sauvegardés jusqu'au prochain démarrage.

## 2 - Dynamique de régime

### a - Formation de flags

- Si  $\text{grad } N_{\text{cycle}} \geq \text{seuil } 5 f(N)$ ,  
et  $T^{\circ}\text{eau} > \text{seuil}$  pour condition de régulation cliquetis, le flag dyn 5 "Régulation cliquetis en dynamique de régime active" = 1, et un compteur est mis à une valeur  $C_p \text{ dyn } 5 f(N)$  et reste à cette valeur tant que  $\text{grad } N_{\text{cycle}} \geq \text{seuil } 5 f(N)$ . Ensuite il sera décrémenté jusqu'à 0 à chaque combustion.
- Soit  $\text{grad } N_{\text{cycle}}$  ; il est filtré par un filtre passe bas avec un coefficient de filtrage fixe calibré. Cela nous donne le gradient de régime pendant un cycle de travail, filtré pour la dynamique  $\text{grad } N_{\text{cycle}} \text{ filt dyn}$ .  
Alors, si  $\text{grad } N_{\text{cycle}} \text{ filt dyn} \geq \text{seuil } 6 f(N)$  et,  
 $T^{\circ}\text{eau} > \text{seuil}$  d'enclenchement régulation cliquetis,  
 $\Rightarrow$  flag dyn 6 "dynamique de régime pour adaptation" = 1.

### Rôle des flags :

Dyn 5 = Il influence le seuil de détection et le niveau de référence dans le cadre de la régulation cliquetis, il autorise ou non la réincrémentation rapide du retrait cliquetis ainsi que l'écriture et la lecture de la mémoire d'adaptation de la régulation cliquetis.

Dyn 6 = Il autorise la réincrémentation rapide du retrait cliquetis et la lecture de la mémoire d'adaptation de la régulation cliquetis.

### b - Actions sur la régulation cliquetis

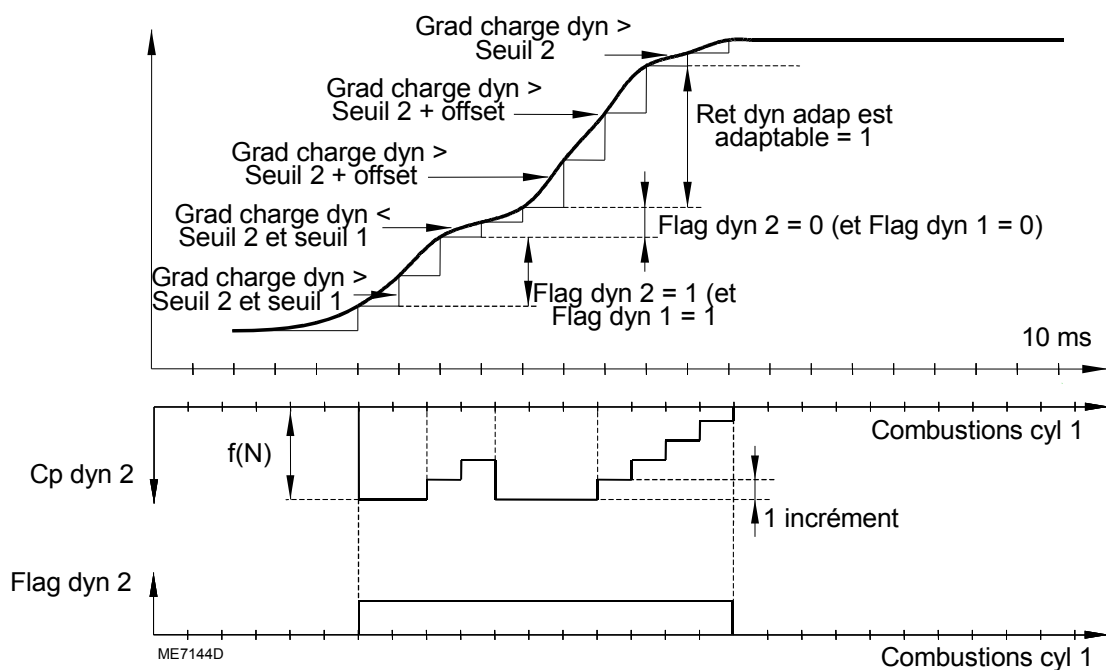
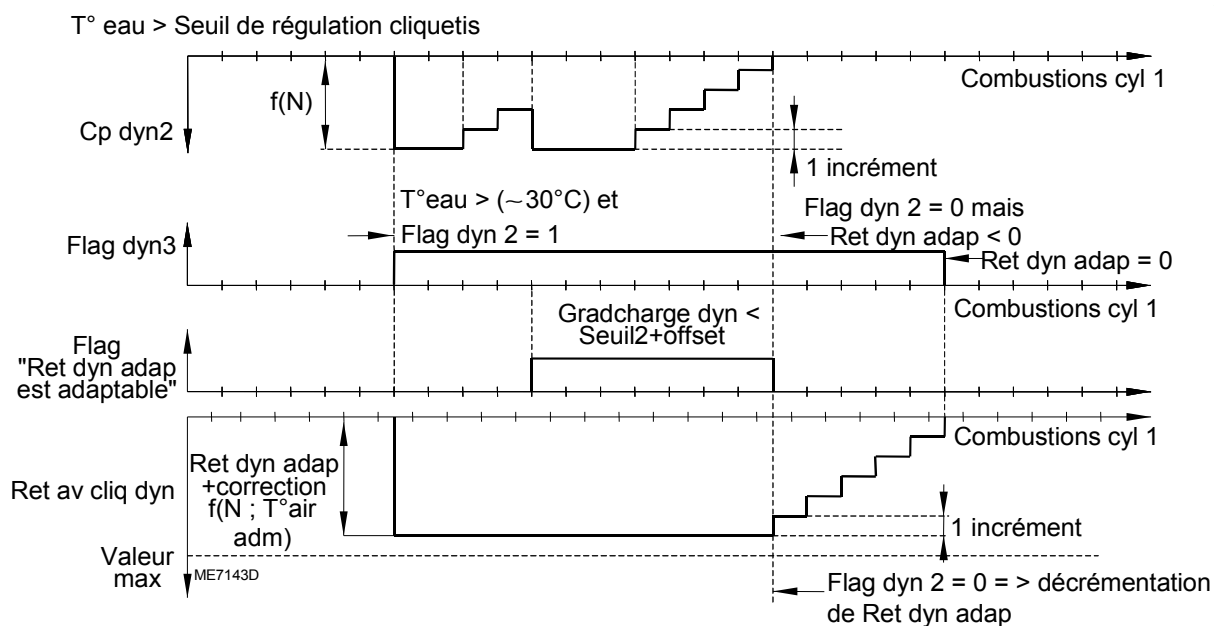
Tant que  $C_p \text{ dyn } 5 > 0$ , le flag dyn 5 = 1

Avec le flag dyn 5 = 1 :

- la détection est plus sévère (idem dynamique de charge)
- régulation cliquetis inchangée mais figeage de l'auto-adaptation et reprise de la valeur adaptative figée si flag dyn 6 = 1.  
La réincrémentation est systématiquement lente (idem dynamique de charge).

*Nota : Le déclenchement de la dynamique de charge peut s'effectuer de façon active pendant la dynamique de régime, et inversement.*

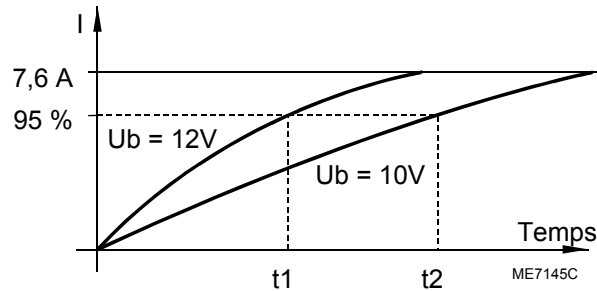
## Illustration de la dynamique de charge



#### IV - GESTION DU DWELL

Pour avoir une étincelle suffisamment puissante, il faut un courant primaire assez élevé  $\rightarrow 7,6\text{A}$ .

L'idéal est d'obtenir  $7,6\text{A}$  au moment même où il faut déclencher l'allumage.



##### La stratégie est la suivante :

On détermine le temps théorique en fonction de la tension batterie dont ont besoin les bobines d'allumage pour atteindre 95% de  $7,6\text{A}$ .

Par ailleurs, le courant primaire circulant dans une bobine primaire, est mesuré à l'aide d'un shunt interne au calculateur.

Un comparateur (1 par groupe de cylindres), bascule de 0 à 5V au moment où le courant primaire mesuré a atteint 95% de  $7,6\text{A}$ .

Le temps qu'à mis le courant pour atteindre  $[0,95 \times 7,6]\text{A}$  (instant de basculement du comparateur) permet d'ajuster le temps de charge bobine.

Le temps de charge réellement appliqué, est donc égal à la consigne  $f(U_{bat})$  à laquelle s'ajoute la correction  $dT_{charge}$  issue de la régulation.

$$T_{charge\ appli} = Cons\ T_{charge}\ f(U_{bat}) + dT_{charge}$$

Lorsqu'on lance la conduction du circuit primaire, on surveille le basculement  $0 \rightarrow 5\text{V}$  du comparateur. Lorsqu'il se produit, on relève le temps  $T_{comp}$  qui s'est écoulé depuis l'instant de mise en conduction du circuit primaire de la bobine concernée.

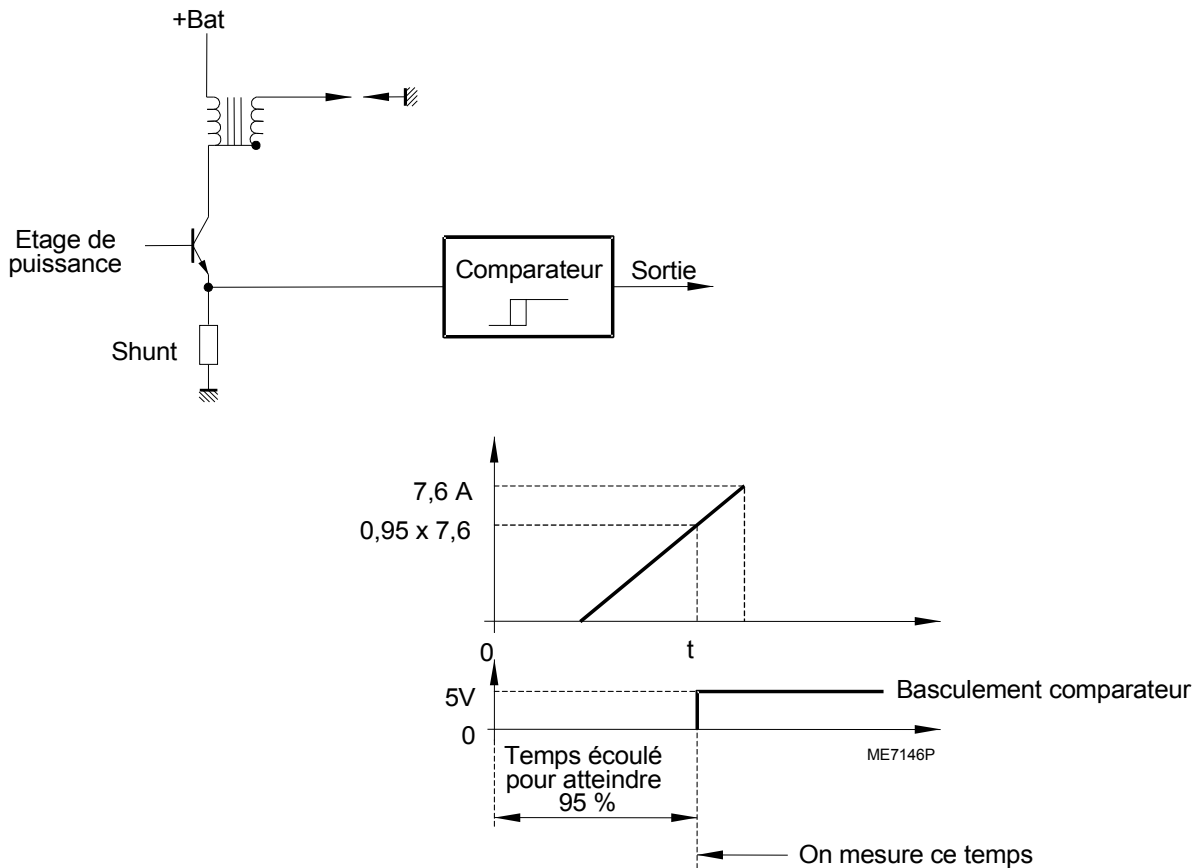
Il faut alors en déduire le temps que met la bobine pour atteindre 100% de  $7,6\text{ A}$ .

**Méthode de régulation :**

$T_{\text{charge appli (courant)}} = T_{\text{comp}} / \text{facteur calibré de basculement.}$

$dT_{\text{charge (courant)}} = T_{\text{charge appli (courant)}} - \text{Cons } T_{\text{charge.}}$

La détermination et régulation du temps de charge se fait pour chaque cylindre.



**Remarque :** Pourquoi le temps de charge bobine varie-t-il ?

Statiquement, le temps de charge idéal est  $f(U_{bat})$  mais il faut convertir ce temps en nombre de dents entre instant d'allumage et instant de mise en conduction. Mais ce nombre de dents varie avec le régime. Voilà pourquoi il faut réguler l'angle de dwell, c'est-à-dire placer l'instant de mise en conduction (une dent bien précise) à un nombre de dents plus ou moins élevé du point d'avance.

**Exemple :** à N1  $\rightarrow$  5 secondes  $\rightarrow$  5 dents

à N2 avec  $N2 = 2 \times N1 \rightarrow$  5 secondes  $\rightarrow$  10 dents. Si on continue à compter 5 dents, il ne sera écoulé que  $2,5\text{s} \Rightarrow \frac{I_{\text{maxi}}}{2}$ .

**Particularité :** La tension batterie utilisée est celle en sortie du convertisseur A/N de récurrence  $1 \text{ ms}$ , consignée en RAM à chaque début de charge bobine. Ainsi, cette tension n'est pas influencée par la baisse de tension des batteries qui a lieu pendant le temps de charge.



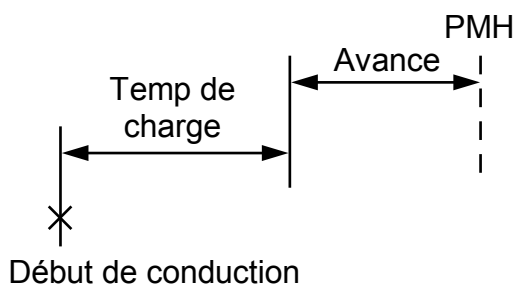
## V - COMMANDE DE L'ALLUMAGE

Le calculateur détermine :

- un temps de charge bobine lui permettant de savoir à quel moment débiter la conduction du courant dans le bobinage primaire,
- une avance à l'allumage lui permettant de savoir à quel moment interrompre la conduction de courant primaire → création de la HT secondaire → étincelle à la bougie.

La commande du circuit primaire se fait à l'aide d'étages de puissance internes du calculateur, à partir des signaux d'entrée régime/position moteur et phasage (capteur AAC).

La fin de la charge d'un cylindre est toujours effectuée dans le segment associé à ce cylindre. Par contre, le début de la charge correspondant à cet allumage peut-être effectué dans un segment précédent, suivant la durée de la charge calculée, et de la durée d'un segment ( $f(N)$ ).



Dans le principe, à partir du PMH dont on connaît la position, si l'on revient en arrière de l'angle d'avance, plus le temps de charge converti en angle, on obtient l'instant où il faut lancer la conduction du courant primaire.

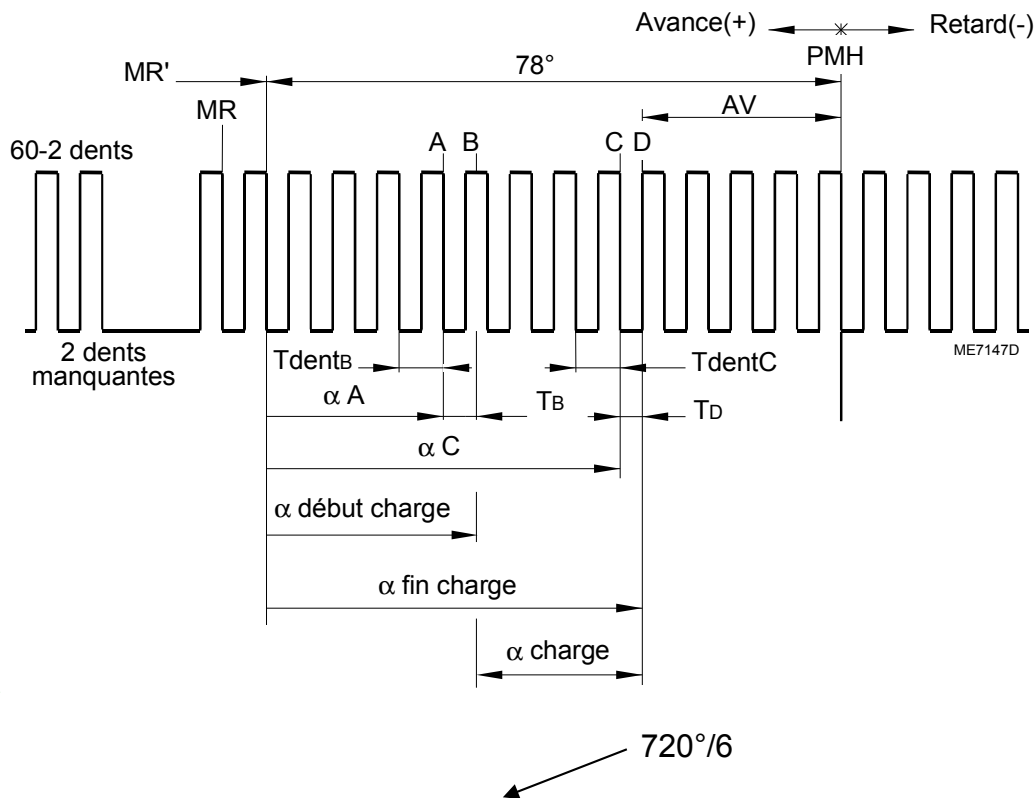
Pour une plus grande précision, on détermine exactement la dent ou la fraction de dent du début de conduction, et de la rupture du primaire.

Pour une meilleure précision, il semble normal que l'on raisonne en angle. Néanmoins, pour  $N \leq 800$  tr/mn, la fin de la charge est exprimée en temps. En effet, même si raisonner en temps est moins précis, cela permet de pallier aux inconvénients suivants :

- au lancement du moteur, la durée d'une dent ( $6^\circ$  vilebrequin) est supérieure au temps de charge bobine,
- lorsque le moteur devient autonome, la variation dynamique étant très importante, l'angle calculé auparavant deviendrait d'un seul coup insuffisant pour que la bobine se charge correctement. Appliquer dès le départ un angle plus grand solliciterait beaucoup trop les étages de puissance et les bobines.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### Pilotage de l'allumage pour N > 800 tr/mn



- Angle de charge :  $\alpha_{\text{charge}} = \frac{120^\circ}{T_{\text{segment}}} \cdot T_{\text{charge}}$  appli
- Division d'une dent : Facteur de division =  $\frac{\text{angle d'1 dent}}{\text{incrément angulaire}} = \frac{6^\circ}{0,75^\circ} = 8$ .

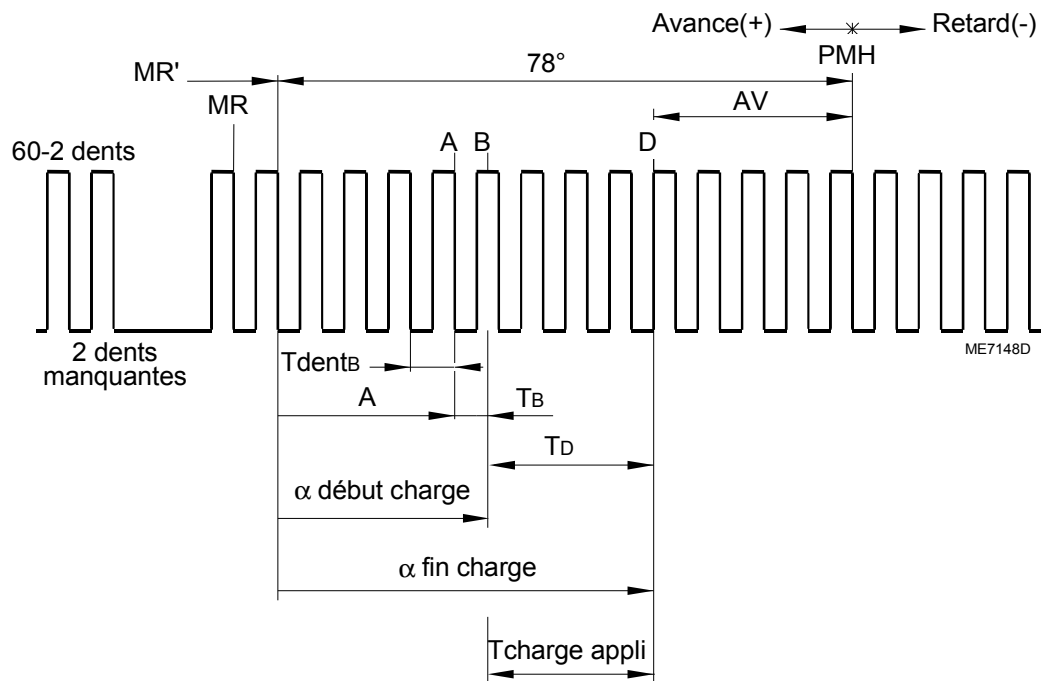
#### Processus :

- $\alpha_{\text{début charge}} = 78^\circ - A_v - \alpha_{\text{charge}}$ ,
- $\alpha A = \alpha_{\text{début charge}} / 6 = x \text{ dents (nombre rond de dents) + reste (0,.....dents)}$ ,
- calcul de la durée de dent TdentB f(régime du moment),
- angle de reste = reste de dents x 6°,
- nombre d'incréments de reste = angle de reste / 0,75,
- détermination du temps B = (TdentB / 8) • nombre d'incréments de reste.

On procède de même pour le temps D.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### Pilotage de l'allumage pour $N \leq 800$ tr/mn



- Le début de charge est calculé de la même façon que pour  $N > 800$  tr/mn,
- La fin de charge est calculée en temps  $\Rightarrow T_D = T_{charge\ appli}$  directement.

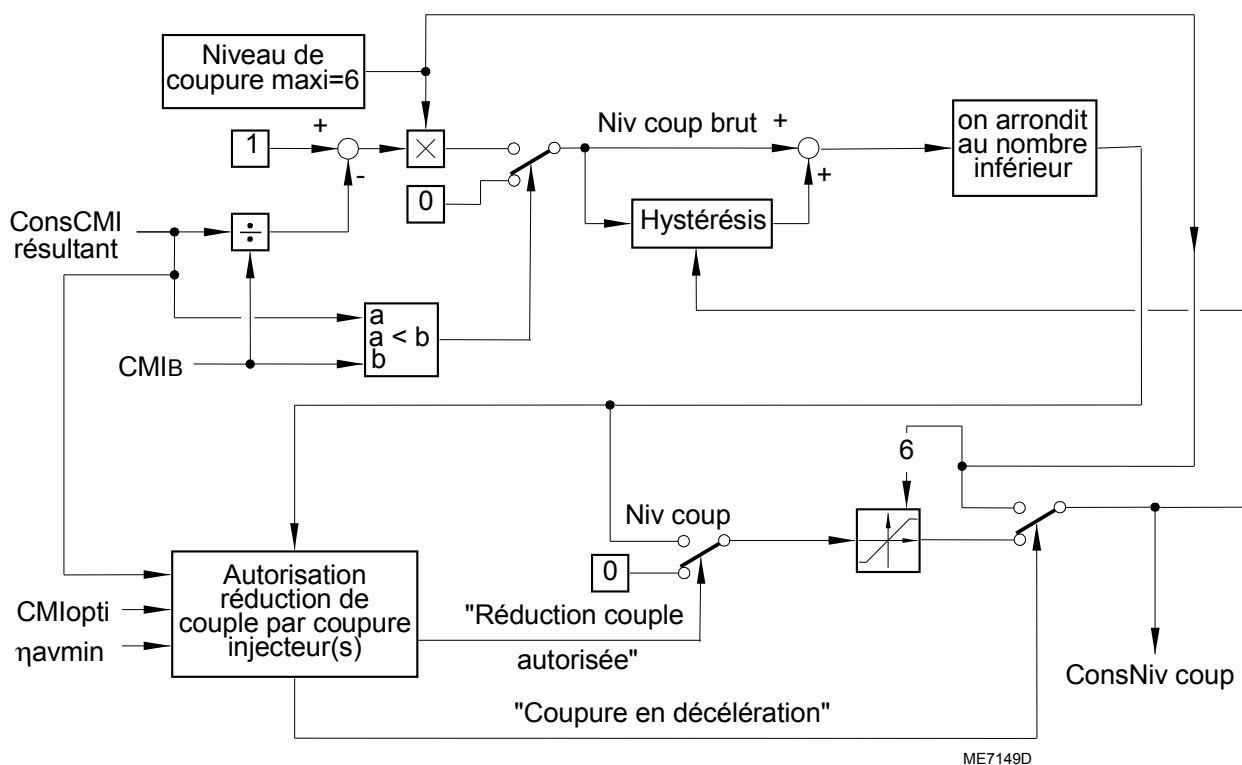
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

## CALCUL DU NIVEAU DE COUPURE D'INJECTION

### I - INTRODUCTION

Lorsque certains dispositifs extérieurs demandent un couple particulièrement faible, on peut-être amené à couper l'injection sur un ou plusieurs injecteurs. Ceci entraîne forcément une réduction sensible du couple délivré par le moteur, permettant ainsi de respecter la consigne de couple.

### II - STRATEGIE



Le rapport entre **Cons CMI résultant** et **CMIB** détermine le niveau de coupure souhaité **Niv coup brut**. L'hystérésis permet ensuite d'éviter qu'un "rebond" ne se produise. Après avoir arrondi au nombre inférieur on obtient la consigne de niveau de coupure qui peut être égal à six au maximum, c'est à dire coupure d'injection totale.

**Hystérésis :**

- si Niv coup brut actuel > Cons Niv coup précédente - 0,5, on ajoute à Niv coup brut actuel un hystérésis de 0,5,
- si Niv coup brut actuel  $\leq$  Cons Niv coup précédente - 0,5, on ajoute à Niv coup brut actuel un hystérésis de 0,6.

**Autorisation de réduction de couple par coupure d'injection**

- Niv coup  $\geq$  seuil  $f(T^{\circ}\text{eau})$  et,
- Cons CMI résultant < (CMI opti x  $\eta_{av \text{ min}}$ ) et,
- Condition de protection BVA ou,
- Position papillon inconnue ou fausse ou,
- Boîtier papillon non alimenté ou,
- Condition régime maxi dépassé ou,
- ASR actif.

**Conditions de coupure en décélération**

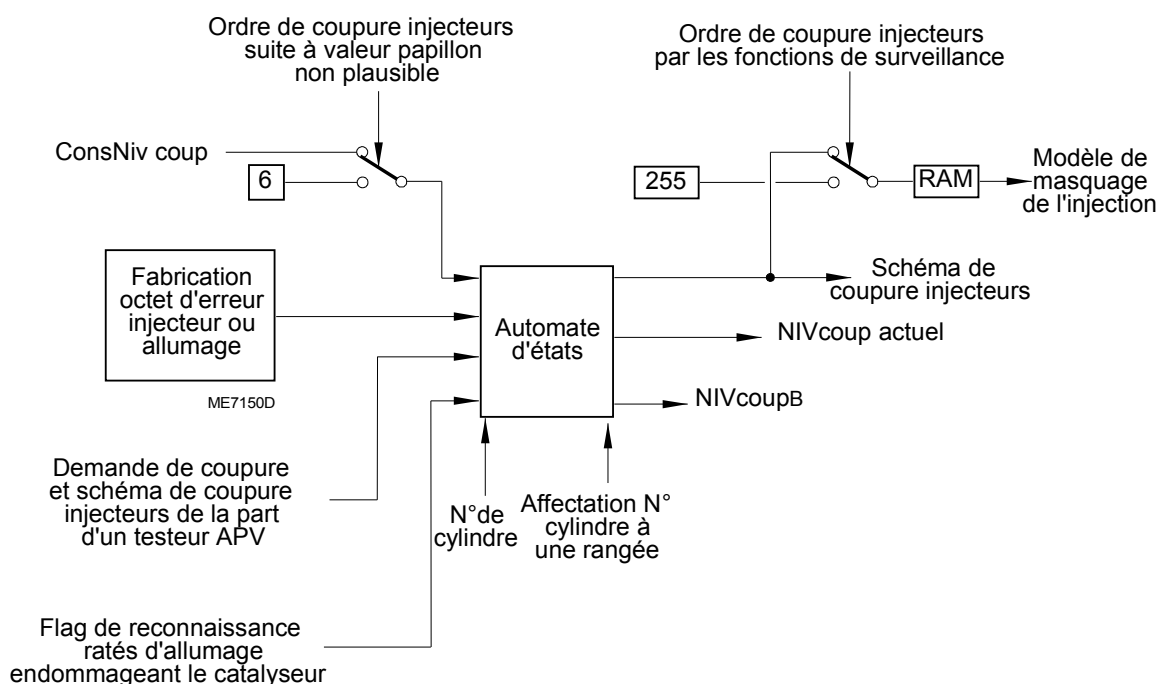
- MSR non actif et,
- Cons CMI résultant < (CMI opti x  $\eta_{av \text{ min}}$ ) et,
- Coupure en décélération prête.

**Remarque importante :**

Si Cons CMI résultant = 0  $\Rightarrow$  Niv coup brut = (6 x 1) = 6 et comme l'autorisation de réduction de couple sera autorisée (à partir d'une certaine température moteur), alors Cons Niv coup = 6  $\Rightarrow$  coupure de l'injection sur tous les cylindres  $\Rightarrow$  forte et rapide chute du couple délivré par le moteur  $\Rightarrow$  BVA protégée.

## SORTIE DE LA COUPURE DES INJECTEURS

### I - VUE D'ENSEMBLE



L'automate d'états doit délivrer en sortie un octet appelé "modèle de masquage de l'injection". La valeur de l'octet permet de savoir quels sont les bits à 1 et ceux à 0, les bits correspondant à un numéro de cylindre précis. Ce masque est ensuite utilisé par l'étage de commande des injecteurs.

Le schéma de masquage est :

- soit créé à partir de la consigne de niveau de coupure (on veut par exemple couper deux injecteurs),
- soit fixe dans le cas où l'automate reçoit un octet lui indiquant le (ou les) cylindres devant être coupé(s), pour une des raisons suivantes :
  - étage de puissance injecteurs ou allumage en défaut,
  - demande de coupure en provenance d'un testeur APV,
  - cylindres avec ratés d'allumage endommageant le catalyseur.

### Fabrication de l'octet d'erreur cylindre

Le numéro du cylindre dont l'étage de puissance allumage ou l'étage de puissance injecteur est en défaut correspond à un numéro de bit fixe de l'octet, et donc à une valeur de l'octet.

Exemple :

	$2^0$	$2^1$	$2^2$	$2^3$	$2^4$	$2^5$	$2^6$	$2^7$	
	b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	
	1	2	4	8	16	32	64	128	= 255 au total
Cylindres	1	2	3	4	5	6	7	8	

Si dans notre moteur 6 cylindres, l'étage de puissance de l'injecteur cylindre 5 est en défaut, cette information venant de la fonction diagnostic, le calculateur sait que le cylindre 5 est positionné en bit 4, c'est à dire  $2^4 = 16$ . La valeur de l'octet est donc 16.

Niv coup actuel = Nombre de cylindres coupés actuellement selon Cons Niv coup et masque fixe.

Niv coup B = niveau de coupure de base fonction du masque fixe seulement.

Le système de surveillance du dispositif à papillon motorisé peut générer une demande d'interdiction de l'injection. Dans ce cas, (avec  $N > \text{seuil}$ ) on donne directement à l'étage de commande des injecteurs un octet de masquage = 255 = tous les cylindres, car cet ordre ne concerne que la commande injecteurs.

Si :

- position papillon inconnue ou fausse et  $N > \text{seuil}$  ou,
- limitation du régime maxi par coupure injection demandée et boîtier papillon non alimenté.

⇒ on impose un niveau de coupure = 6 ce qui donnera naissance à un octet de masquage = 255. On passe par une valeur de niveau de coupure car la variable Niv coup intéresse dans ce cas les fonctions :

- calcul du couple réel,
- élaboration de l'avance à l'allumage,
- conversion du couple en avance à allumage.



## II - AUTOMATE D'ETATS

Il peut prendre 6 états possibles :

- état d'initialisation à l'initialisation calculateur,
- état " pas de coupure d'injecteur" : ceci dans le cas où les octets de masquage fixes ou Cons Niv coup = 0,
- état "schéma de coupure d'injecteur fixe" → l'automate compte les bits à 1 afin de renseigner les variables Niv coup et Niv coup B qui sont égales dans ce cas,
- état "coupure d'injecteur par masque fixe et réduction de couple" → l'automate renseigne la variable Niv coup et la variable Niv coup B et de plus, forme un octet de masquage en additionnant l'octet de réduction de couple à celui de masquage fixe,
- état "d'attente" → lorsqu'il n'y a plus de demande de coupure, l'automate informe immédiatement les fonctions coordination lambda et purge canister, mais attend un tour d'AAC avant d'en informer les fonctions régulation lambda et détection des ratés d'allumage,
- état "réduction de couple" :  
Lorsque l'automate reçoit la consigne de niveau de coupure, il regarde sur quel cylindre on injecte, car la coupure d'injecteur commence par l'injecteur de numéro : cylindre actuel + 1 + 3. En effet, 3 est un offset, car le cylindre suivant immédiatement celui qui est commandé au moment de l'ordre de coupure, a déjà de l'essence en attente dans la chapelle d'admission.  
Si plusieurs cylindres doivent être coupés, les autres suivront le premier à devoir être coupé dans l'ordre de l'injection séquentielle.  
L'octet de marquage est issu d'une cartographie avec pour variable d'entrée :
  - le premier cylindre devant être coupé,
  - le nombre de cylindres devant être coupés (Cons Niv coup).

*Nota : Dans cet état Niv coupB = 0*

Pour établir le masque de coupure, on utilise le compteur de cylindres 0 → Nbre de cylindres – 1. Pour que tout corresponde, les grandeurs d'entrée de la cartographie sont d'un point de vue indice :

N° de cylindre devant être coupé en 1<sup>er</sup> – 1

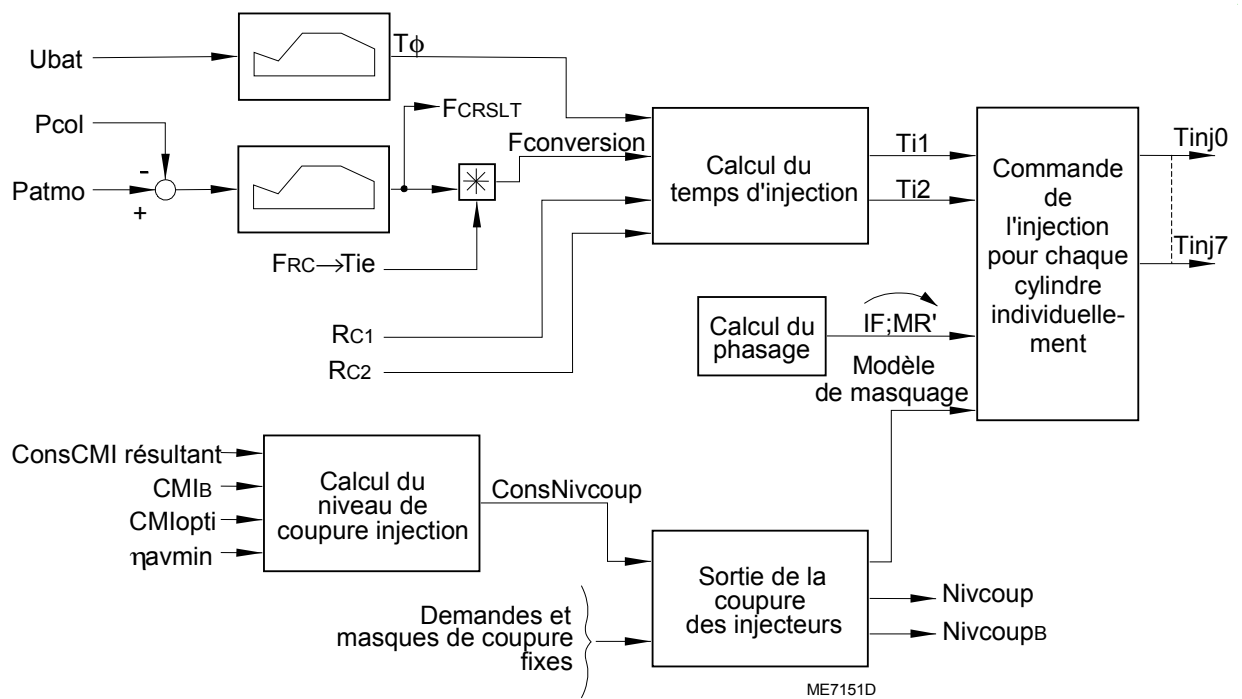
Cons Niv coup – 1.



## **GESTION DE L'INJECTION**



## VUE D'ENSEMBLE DE LA GESTION DE L'INJECTION



Le temps d'injection effectif (ou "utile") est calculé à partir de la masse relative de carburant Rc.

Le temps d'injection final est propre à chaque rangée de cylindres :

$$\begin{aligned} \text{Ti1} &= \text{Rc1} \cdot \text{Fconversion} + \text{T}\phi \\ \text{Ti2} &= \text{Rc2} \cdot \text{Fconversion} + \text{T}\phi \end{aligned} \quad \text{avec :}$$

Ti1, Ti2 → Temps d'injection de chaque rangée

Rc1, Rc2 → Masse de carburant relative pour chaque rangée.

Fconversion → Facteur de conversion de la masse de carburant relative RC en temps d'injection effectif Tie prenant en compte la compensation de rampe d'alimentation sans retour FCRSLT.

Tφ → Correction du temps mort injecteur f(Ubat).

**Remarque :** Les deux blocs "Calcul du niveau de coupure injection" et "Sortie de la coupure des injecteurs" ont déjà été abordés dans la partie "structure couple".

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### Correction avec régulateur pression d'essence sans liaison avec tubulure.

Quand le régulateur de pression est monté sur le groupe de puisage, sa liaison avec la tubulure d'admission est supprimée. La pression d'essence est donc constante au lieu d'être adaptée en fonction de la pression absolue. Le facteur de correction FCRSLT permet de remédier à cet inconvénient. En effet, ce que l'on veut, c'est que l'essence soit injectée sous une différence de pression constante : Pression d'alimentation – pression tubulure admission = constante.

La table de correction répond à la formule suivante :

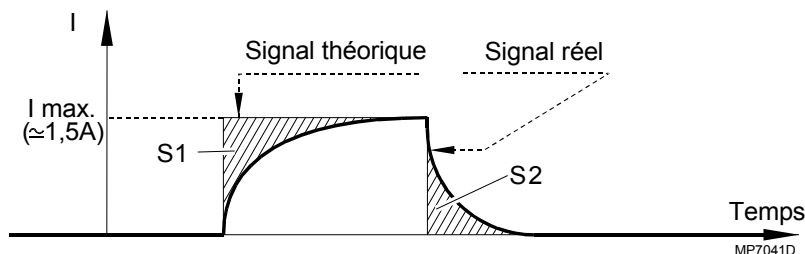
$$FCRSLT = \sqrt{\frac{\text{Pression normalisée}}{\text{Pression nominale essence du régulateur} + (P_{atmo} - P_{col})}} \quad \text{avec Pression normalisée de 3 bar}$$

$$\text{Facteur de conversion FRC} \rightarrow \text{Tie} = \frac{\text{densité de l'air (g / dm}^3\text{)} \cdot \text{Cylindrée moteur (dm}^3\text{)}}{\text{Rapport stoechiométrique} \cdot \text{gain injecteur (g / min)}}$$

↳ 1,05 x débit statique avec du C7 H16

### Correction additive UBATTERIE

C'est une correction additive sur le temps d'injection permettant de tenir compte de la variation du temps mort des injecteurs  $T_{\phi}$  en fonction de la tension batterie. Cette tension est réactualisée par le calculateur tous les PMH et la correction qui en découle intervient dans tous les calculs de temps d'injection.



Du fait du phénomène d'auto-induction, l'intensité met un certain temps à s'établir dans l'enroulement de l'injecteur, et à en disparaître  $S1 > S2$  et  $S1 - S2 = S$ .

Au niveau du temps, S va correspondre à un petit retard d'établissement du courant injecteur.

Le calculateur ajoute donc toujours à  $T_{ie}$  un  $T_{\phi f}(U_{bat})$  afin d'obtenir  $T_{it}$  (Temps d'injection total).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

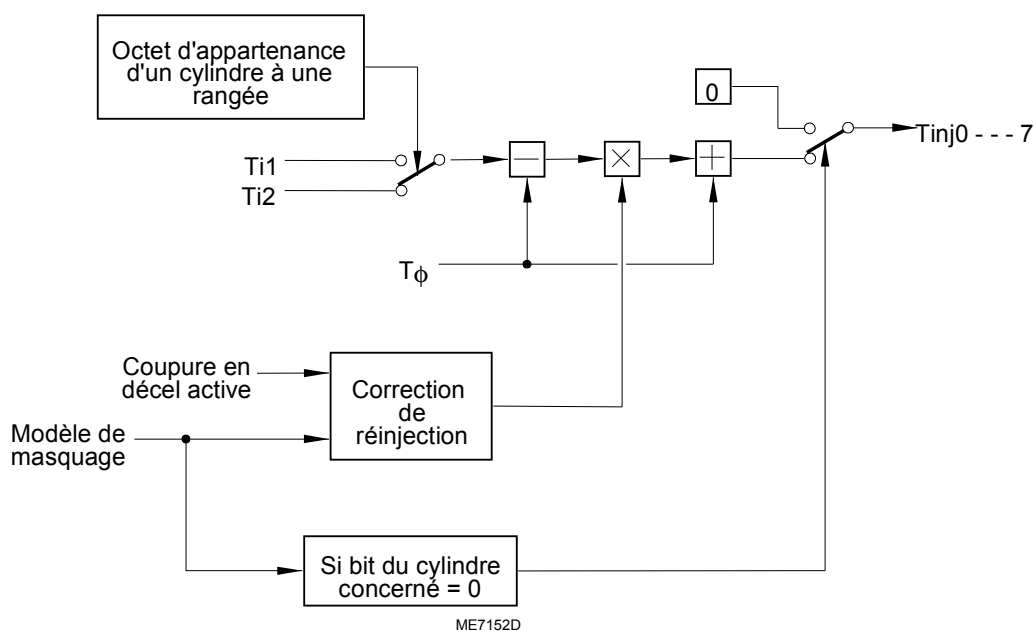
## COMMANDE DE L'INJECTION POUR CHAQUE CYLINDRE INDIVIDUELLEMENT

### I - PRESENTATION

Ce bloc fonctionnel doit :

- calculer le temps d'injection pour chaque cylindre,
- déterminer le début d'injection en fonction du temps d'injection et de l'angle de phase,
- commander l'injection dans l'ordre d'allumage (mode séquentiel) grâce à un compteur de cylindres calé par rapport au compteur utilisé pour l'allumage.

### II - CALCUL DU TEMPS D'INJECTION PAR CYLINDRE



Un octet permet de savoir à quelle rangée appartient le cylindre dont on veut calculer le temps d'injection. On choisit ainsi entre  $T_{i1}$  et  $T_{i2}$ . En soustrayant de ce temps d'injection total le temps mort  $T_{\phi}$ , on obtient le temps d'injection effectif  $T_{ie}$ .  $T_{ie}$  reçoit alors la correction "de réinjection" ; il suffit ensuite de rajouter le temps mort  $T_{\phi}$  pour obtenir le temps d'injection total pour le cylindre concerné  $T_{inj0} \dots 7$ .

**Remarque :** Si le modèle de masquage a prévu que ce cylindre en particulier devait être coupé,  $T_{inj0} \dots 7$  est mis aussitôt à zéro.

### Correction de réinjection

En fonctionnement normal, une partie du carburant injecté se dépose sur les parois de la tubulure d'admission, et forme un film stationnaire.

Si l'injection est interrompue, ce film disparaît parfois complètement.

Lors de la réinjection, une partie du carburant sert à reconstituer le film, engendrant ainsi une pauvreté relative du mélange.

Pour palier à cet inconvénient, les temps d'injection, donc les masses d'essence, sont augmentés au moment de la réinjection.

Ce surplus d'essence est calculé pour chaque cylindre individuellement, et se présente sous forme de facteur.

Cet enrichissement n'est calculé que pour des ordres de coupure venant de l'extérieur (ASR par exemple), mais pas pour une coupure en décélération, puisque la réinjection, dans ce cas, prévoit un enrichissement.

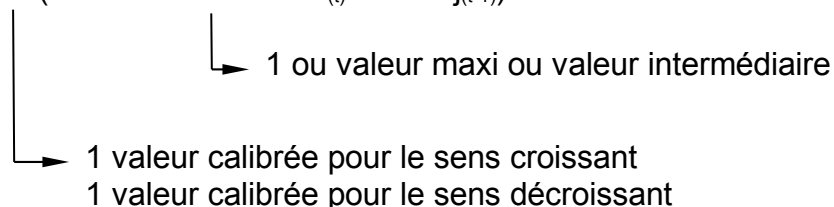
### Calcul du facteur :

Au moment de la coupure,  $Fréinj$  part de 1 et rejoint progressivement par filtrage une valeur maxi fixée en fonction de la température d'eau.

Lorsque l'injection reprend,  $Fréinj$ , qui a atteint ou non sa valeur maxi  $f(T^{\circ}eau)$ , redescend progressivement à 1 par filtrage.

### Le filtrage est de la forme :

$$Fréinj_{(t)} = Fréinj_{(t-1)} + K (valeur\ d'entrée\ filtre_{(t)} - Fréinj_{(t-1)})$$



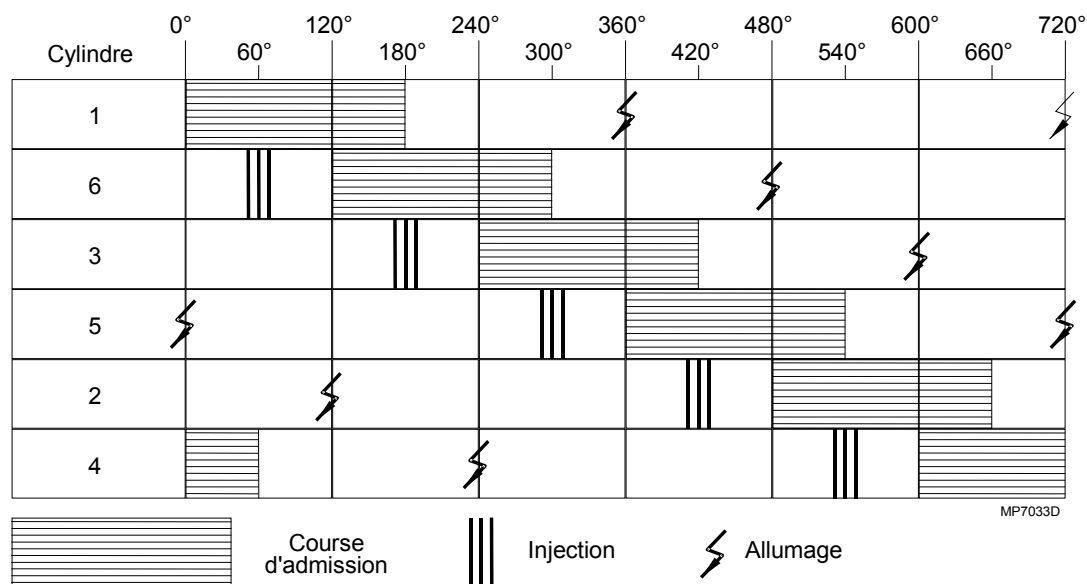


### III - CADENCE D'INJECTION

Elle de type "séquentielle".

Le pilotage des injecteurs est phasé dans l'ordre d'allumage. Il y a donc excitation des injecteurs tous les 120° ; sur deux tours moteurs (720°), c'est à dire un cycle complet, les six injecteurs ont débité chacun une fois.

Chaque cylindre reçoit donc sa quantité d'essence utile en une fois par cycle moteur.



#### A - PHASAGE

Dans ce système, nous recourons au principe suivant :

Le calculateur procède à l'envers, c'est à dire qu'il détermine l'instant de fermeture IF de l'injecteur, et en déduit l'instant d'ouverture en ajoutant le temps d'injection  $T_{inj}$  calculé.

$T_{inj}$  étant converti au préalable en angle, avec prise en compte du régime.

- Le calculateur détermine l'angle  $\alpha_{FI}$  entre la dent de fermeture IF (le flanc descendant en particulier) et l'instant de fermeture de la soupape d'admission (RFA).
- Le calculateur étant obligé de se servir de la marque de référence  $MR'$  on

définit un angle entre IF et  $MR'$  IF ;  $MR'$ , qui se compose d'un angle fixe  $\alpha_F$  entre la marque de référence  $MR'$  et RFA, et de l'angle variable  $\alpha_{FI}$  entre RFA et l'instant de fermeture IF.

- IF ;  $MR' = \alpha_F + \alpha_{FI}$  ; la valeur de  $\alpha_F$  est celle correspondant à une RFA avec VTC au repos (position "performances").
- Le calculateur tolère que l'instant de fermeture ait lieu à un angle minimal  $\alpha_{FI \min}$ , c'est à dire que l'injection doit prendre obligatoirement fin à cet angle.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



## B - SYNCHRONISATION

**1<sup>er</sup> cas** : Position d'arrêt non reconnue pour une raison quelconque ou  $T^{\circ}\text{eau} < \text{Seuil calibré } (-30^{\circ}\text{C})$ .

Dès que l'on actionne le démarreur, le calculateur recherche les deux dents manquantes. Dès qu'elles sont reconnues, le calculateur déclenche une injection simultanée à la marque MR' sur tous les cylindres pour lesquels la fin d'injection se situe avant un angle minimal calibré  $\alpha\text{FI}_{\text{dém min}}$ .

Puis on passe à l'injection séquentielle phasée avec  $\alpha\text{FI}$  et  $\alpha\text{FI}_{\text{min}}$ . L'injection séquentielle commence sur le cylindre n° 1.

**2<sup>ème</sup> cas** : Position d'arrêt reconnue et  $T^{\circ}\text{eau} > \text{Seuil précédent}$ .

Dès que l'on actionne le démarreur et que le régime minimal de 24 tr/mn est atteint, on déclenche une injection préliminaire en mode séquentiel sur tous les cylindres pour lesquels la fin d'injection se situe avant  $\alpha\text{FI}_{\text{dém min}}$ .

Le premier cylindre à bénéficier de cette injection préliminaire est celui se présentant au moment où  $N = 24 \text{ tr/mn}$  (validation recherche dents manquantes).

Les autres cylindres sont commandés dans l'ordre d'allumage à chaque marque MR'.

**Attention** : En injection préliminaire, l'allumage n'est pas validé.

L'injection reprend en mode séquentiel avec  $\alpha\text{FI}$ , à la reconnaissance des deux fausses dents. Les cylindres pour lesquels la fin d'injection se termine après l'instant IF de l'angle  $\alpha\text{FI}$ , on injecte à la marque MR' 1. Dans notre exemple, seul le cylindre n° 1 est concerné par ce phénomène.

## C - CORRECTIONS DYNAMIQUES

- Si la dent de début d'injection calculée est déjà passée, on commande l'injecteur immédiatement, sans respecter le IF prévu.
- En cas de forts transitoires en accélération, le calculateur peut déclencher, sur un ou plusieurs cylindres, des injections supplémentaires.

On peut, pour un cylindre provoquer au maximum deux injections supplémentaires sur les deux dernières marques MR' avant la marque déterminée par  $\alpha F$ .

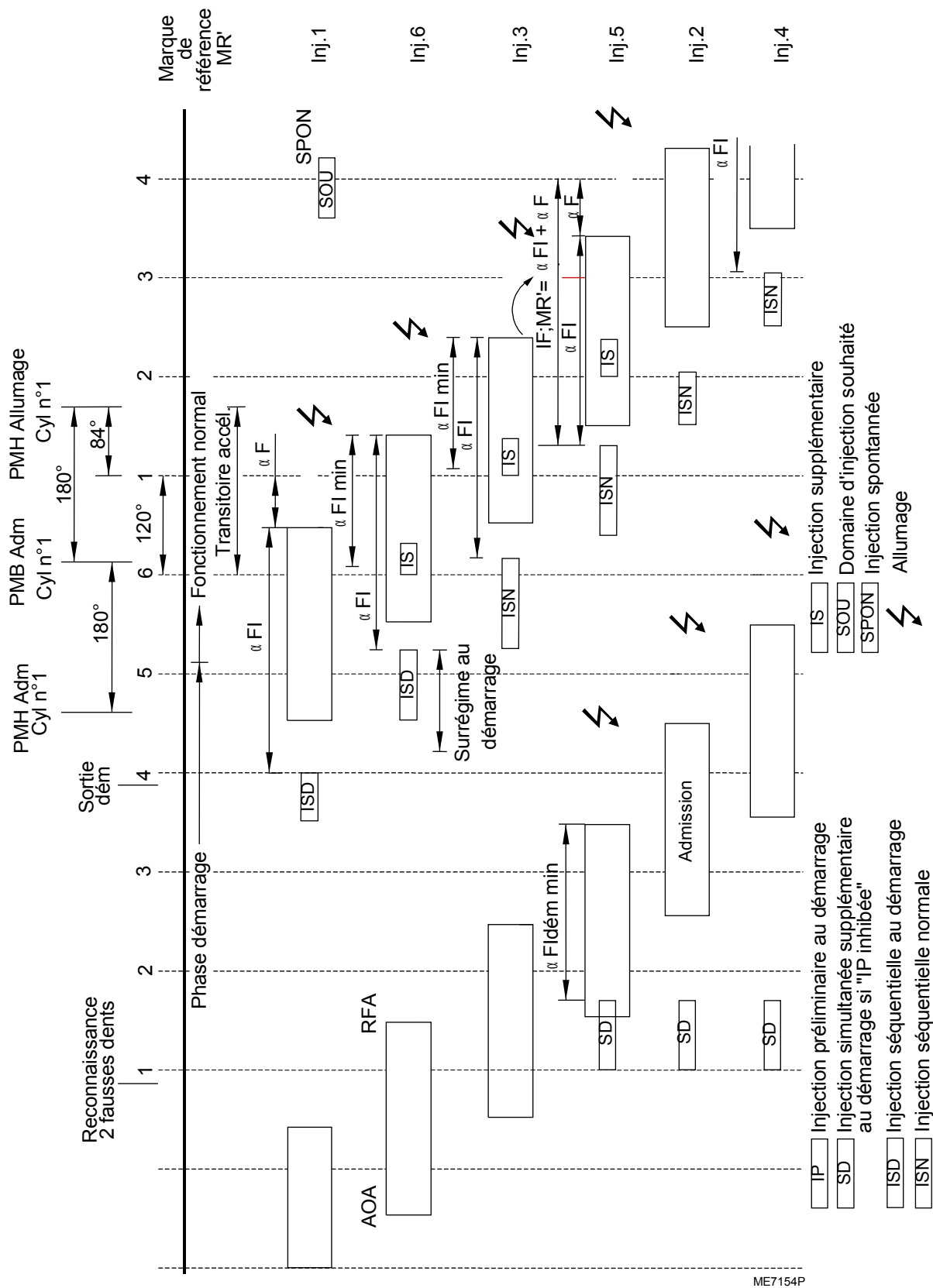
**Valeur de la correction**

- Soit l'instant  $k1$  pour la première injection supplémentaire, et  $k2$  pour la deuxième.
- La première injection supplémentaire  $T_{inj\ sup\ 1}$  au temps  $k1$  est déclenchée si  $T_{irg}(k1) - T_{irg}(k0) > \text{Seuil inj Supp 1} \Rightarrow$  alors,  $T_{inj\ sup\ 1} = T_{irg}(k1) - T_{irg}(k0)$ .
- La deuxième injection supplémentaire  $T_{inj\ sup\ 2}$  au temps  $K2$  est déclenchée si  $\frac{T_{irg}(k2) - (T_{irg}(k0) + T_{inj\ sup\ 1})}{T_{irg}(k0) + T_{inj\ sup\ 1}} > \text{Seuil inj supp 2} \Rightarrow$  alors,  $T_{inj\ sup\ 2} = T_{irg}(k2) - (T_{irg}(k0) + T_{inj\ sup\ 1})$ .

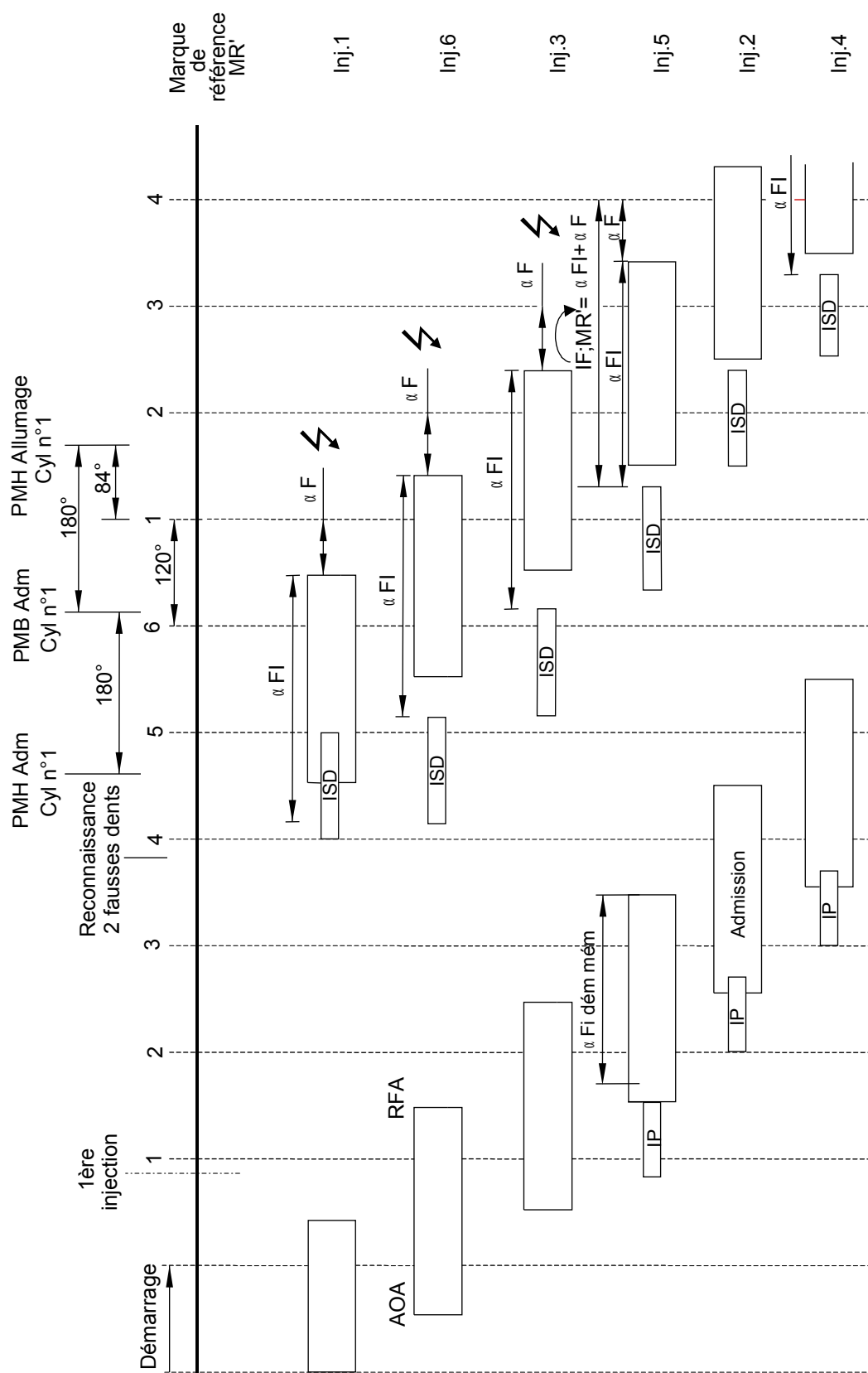
L'injection supplémentaire est suspendue si elle chevauche le  $T_i$  normal ou l'autre injection supplémentaire.

D - RECAPITULATIF

1<sup>er</sup> cas :



SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

2<sup>ème</sup> cas

ME7155P

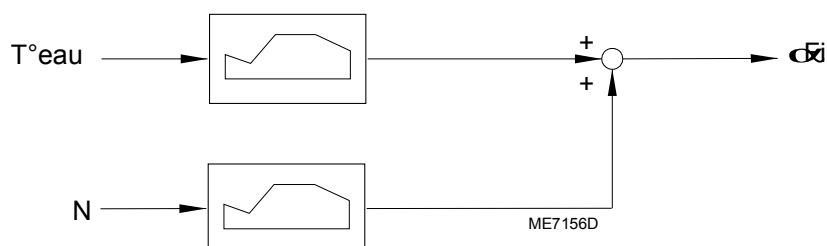
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## CALCUL DES ANGLES DE PHASAGE

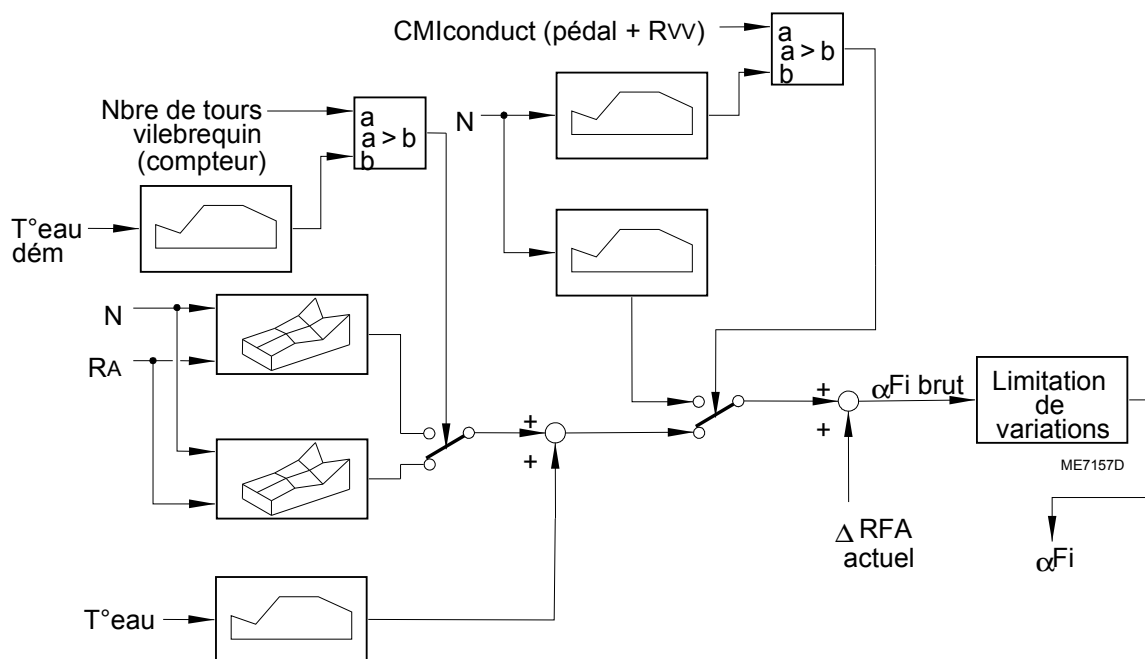
### I - CALCUL DE $\alpha_{Fi}$

**Rappel :** L'angle de phasage  $\alpha_{Fi}$  définit la fin de l'injection par rapport à l'instant de fermeture totale de la soupape d'admission.

Au démarrage :



Hors démarrage :



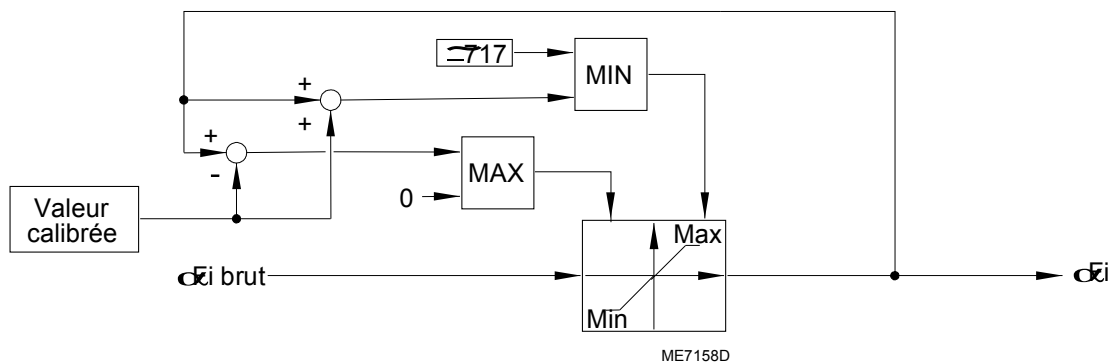
Hors démarrage,  $\alpha_{Fi}$  est fonction :

- du régime et du remplissage ; une cartographie spécifique est utilisée en après démarrage, tant que le moteur n'a pas effectué un certain nombre de tours, défini selon la température d'eau au démarrage,
- de la température d'eau.

En pleine charge, lorsque le couple CMIconduct (pédal + RVV) est supérieur à un seuil f(N),  $\alpha_{Fi}$  est déterminé uniquement en fonction du régime.

Dans tous les cas, il convient d'ajouter, en cas de décalage de l'AAC (VTC activée) le  $\Delta RFA$  occasionné. En effet, lorsque l'on active la VTC, on diminue le RFA, c'est à dire que la soupape d'admission se ferme plus tôt. Elle s'ouvre donc aussi plus tôt, ce qui oblige à hâter l'instant de fin d'injection  $\Rightarrow \alpha_{Fi}$  doit être augmenté. En tenant compte du décalage AAC dans le calcul de  $\alpha_{Fi}$ , cela permet d'avoir un angle fixe  $\alpha_F$  de valeur unique (VTC au repos).

### Limitation de variation



## II - CALCUL DE $\alpha_{Fi} \text{ MIN}$

L'angle mini de fin d'injection tolérable est fonction du régime ; il convient d'ajouter à cette valeur le delta de décalage RFA en cas de VTC activée.



## CALCUL DU TEMPS D'INJECTION

Il est calculé pour chaque rangée de cylindres.

Pour la rangée 1, par exemple :

### Au démarrage

$$Ti1 = (Rc \bullet Fconversion) + T\phi$$

### Hors démarrage

$$Ti1 = T\phi + \text{Max} [Tie, Tie \text{ min}]$$

$$Tie = Tie \text{ brut} \bullet FcorTie$$

$$Tie \text{ brut} = Rc \bullet Fconversion$$

$$Fcor \text{ Tie} = f(N, Tie \text{ brut})$$

La masse relative de carburant nécessaire à un instant donné, pour le bon fonctionnement du moteur, est convertie en temps d'injection grâce au facteur de conversion  $Fconversion$ .

Il peut se produire des dérives de richesse dues à la non linéarité des injecteurs, ou à des pulsations dans le circuit d'essence. Ces dérives fonction du régime  $N$ , et du temps d'injection effectif  $Tie$  brut sont corrigées par le facteur  $FcorTie$  issu d'une cartographie ( $N$ ,  $Tie$  brut).

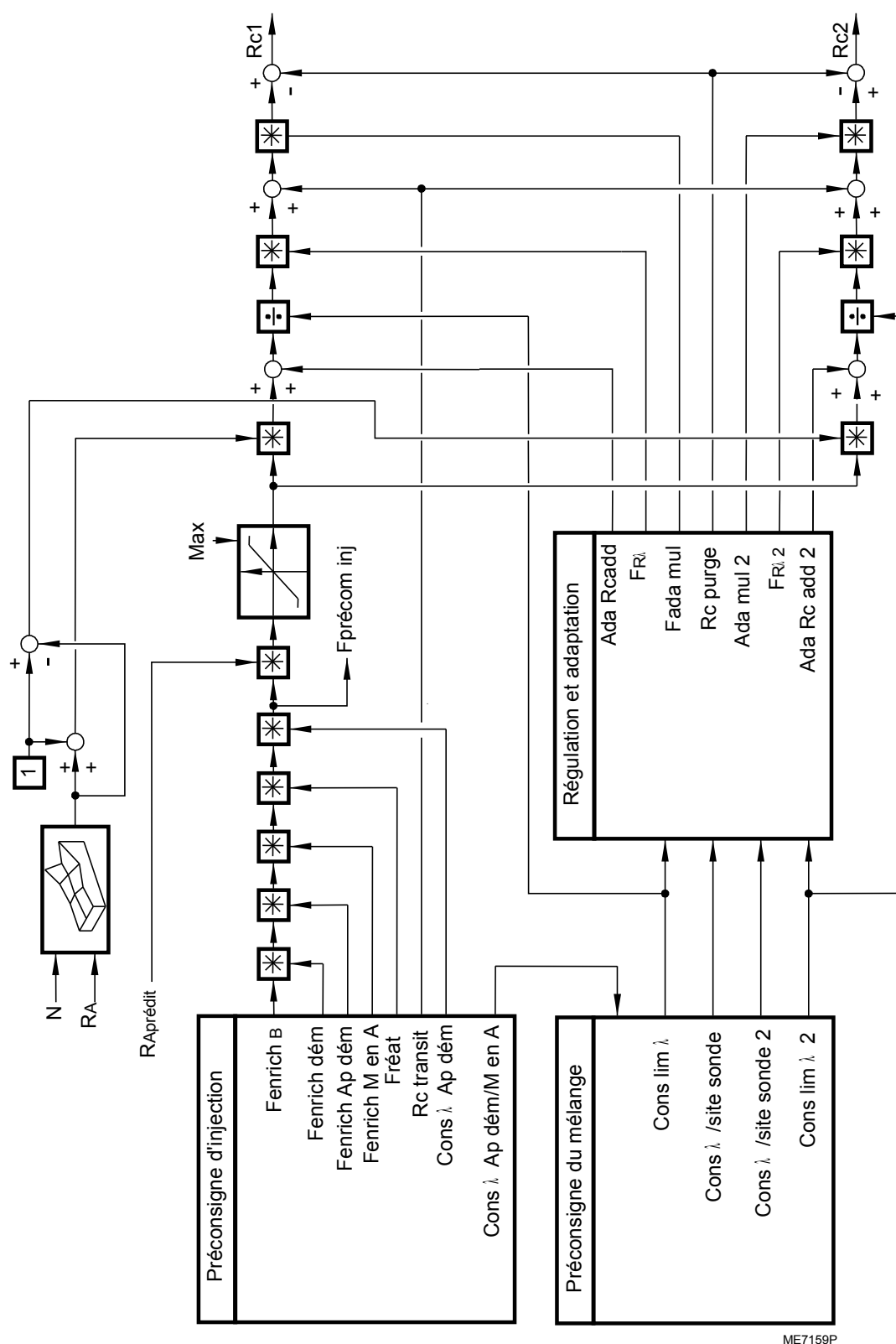
Avant la correction du temps mort injecteur  $T\phi f(Ubat)$ , on limite  $Tie$  à une valeur minimale admissible  $Tie \text{ min}$ .

$Tie \text{ min}$  peut être spécifique lors d'un appauvrissement en décélération ( $Tie \text{ min} = 0 \text{ ms}$ ) afin de favoriser une bonne élimination du film de paroi.

**Remarque :** La masse relative de carburant  $Rc$  est issue d'un énorme bloc de calcul appelé "Commande du mélange".

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

## VUE D'ENSEMBLE DE LA COMMANDE DU MELANGE



**Légende :**

N = Régime de rotation du moteur

RA = Remplissage en air du moteur

RA prédit = Remplissage en air prédit

Fenrich B = Facteur d'enrichissement de base

Fenrich dém = Facteur d'enrichissement de démarrage

Fenrich Ap dém = Facteur d'enrichissement d'après démarrage

Fenrich M en A = Facteur d'enrichissement de mise en action

Fréat = Facteur de réattelage après coupure en décélération

Rc transit = Masse de carburant relative pour la compensation en transitoires

Cons  $\lambda$  Ap dém = Consigne de lambda (moteur) en après démarrage

Cons  $\lambda$  Ap dém/M en A = Consigne de lambda (moteur) en après démarrage et pendant la mise en action

Cons lim  $\lambda$  = Consigne de limitation de lambda pour la rangée 1

Cons lim  $\lambda_2$  = Consigne de limitation de lambda pour la rangée 2

Cons  $\lambda$ /site sonde = consigne de lambda tenant compte de l'emplacement de la sonde pour la rangée 1

Cons  $\lambda$ /site sonde 2 = consigne de lambda tenant compte de l'emplacement de la sonde pour la rangée 2

Ada Rc add = Correction additive d'adaptation de la masse de carburant relative pour rangée 1

Ada Rc add2 = Correction additive d'adaptation de la masse de carburant relative pour la rangée 2

FR $\lambda$  = Facteur de régulation de richesse (sortie régulateur) pour rangée 1

FR $\lambda_2$  = Facteur de régulation de richesse (sortie régulateur) pour rangée 2

Fada mul = Correction multiplicative d'adaptation de richesse rangée 1

Fada mul 2 = Correction multiplicative d'adaptation de richesse rangée 2

RC1 = Masse de carburant relative pour la rangée 1

RC2 = Masse de carburant relative pour la rangée 2

RC purge = Masse de carburant en provenance de la purge

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

Cette fonction calcule, pour un lambda de référence voulu dans la chambre de combustion = 1, la quantité relative de carburant Rc correspondant au remplissage relatif en air prédit RA prédit d'un cylindre. Les deux valeurs RA prédit et Rc sont standardisées de telle manière que pour un remplissage d'air de 100%, 100% de carburant soit également nécessaire pour une combustion à lambda = 1

$$(\text{Lambda} = \frac{1}{R} = \frac{\text{Dosage stoechiométrique}}{\text{Dosage réel}}).$$

Le bloc "préconsigne d'injection" délivre un facteur de précommande Fprécom inj afin d'avoir un lambda = 1 dans la chambre de combustion.

Le bloc "préconsigne du mélange" définit les consignes de lambda désirées dans la chambre de combustion, d'une part, et au niveau de la sonde à oxygène d'autre part.

Le bloc "Régulation et adaptation" assure la régulation de richesse, l'adaptation du mélange, la purge canister ainsi que le diagnostic de celle-ci.

### Principe de calcul de Rc

- Le bloc "préconsigne d'injection" délivre des facteurs correctifs afin que le lambda soit maintenu à 1, même lors de phases de fonctionnement moteur particulières. Tous ces facteurs se multiplient entre eux afin de donner le facteur de précommande d'injection Fprécom inj.
- En multipliant Fprécom inj par le remplissage en air relatif RAprédit, on obtient la valeur de précommande de la masse de carburant relative en respectant une valeur de lambda = 1 dans la chambre de combustion.
- Une mauvaise répartition du mélange entre les deux rangées de cylindres due à un moteur en V6, est corrigée multiplicativement par une cartographie (N, RA). Le facteur correctif représente l'écart de remplissage entre les deux rangées. Si ce facteur est positif, il provoque un enrichissement sur la rangée 1 de la moitié de l'écart, et un appauvrissement de même valeur sur la rangée 2. Si il est négatif, on fait l'inverse.

Exemple : Lors de la mise au point, pour un certain régime et un certain remplissage, on constate un écart de 11%, la rangée 1 étant trop pauvre, et la rangée 2 trop riche.

$$\Rightarrow \frac{0,11}{2} = 0,55 \Rightarrow \text{la rangée 1 doit être multipliée par } (1 + 0,55) \text{ et la rangée 2 par } (1 - 0,55).$$

- Ensuite, on ajoute la correction adaptative Ada RCadd, qui compense les écarts de richesse imputables à des prises d'air, par exemple ; on maintient ainsi le lambda à 1. Cette correction est propre à chaque rangée.
- Le mélange dans la chambre de combustion doit parfois être décalé dans le sens "riche" ou "pauvre" pour des raisons de bon fonctionnement du moteur ou de protection moteur. Pour cela, chaque rangée est divisée par la consigne de limitation de lambda respective Cons lim  $\lambda_1$ , Cons lim  $\lambda_2$ .

- Intervient alors sur chaque rangée le facteur de régulation de richesse  $FR_{\lambda}$ ,  $FR_{\lambda 2}$ .  
Il est bien sûr égal à 1, donc inactif, lorsque la boucle de régulation de richesse est ouverte ( $\lambda_{souhaité} \neq 1$  par exemple).
- La correction additive  $R_c$  transit permet de compenser les phénomènes dus à la dynamique du film de paroi.
- Les dérives de richesse à long terme sont adaptées pour chaque rangée par le facteur  $F_{admul}$ ,  $F_{admul2}$ .
- Enfin, il convient d'enlever la part de carburant introduite dans le collecteur par la purge canister  $R_c$  purge. On obtient alors le besoin relatif en carburant  $R_c$ .

## PRECONSIGNE D'INJECTION

Le facteur d'enrichissement de base FenrichB est égal à 1 ; il est multiplié par tous les facteurs liés à des phases de fonctionnement particulières du moteur.

### I - DEMARRAGE

#### A - GENERALITES

L'entrée dans la phase démarrage a lieu lorsque, après apparition du + APC, puis apparition de signaux lents, le régime dépasse le seuil mini ( $\approx 24$  tr/mn).

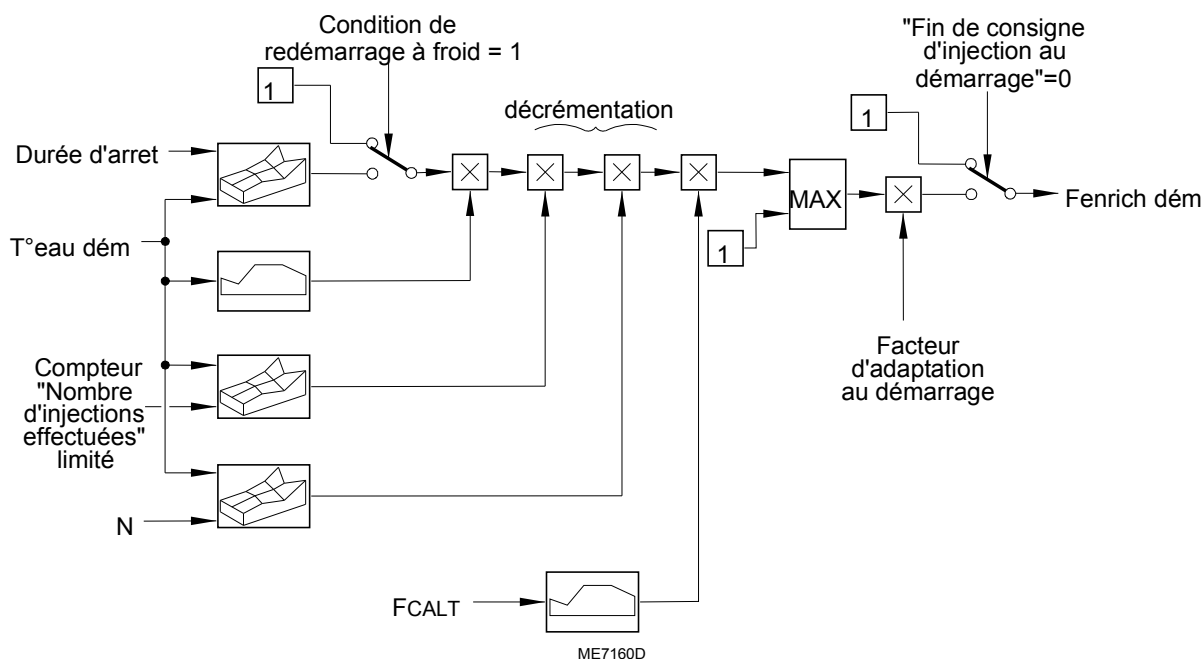
La sortie de la phase démarrage est effective lorsque le régime de rotation dépasse un seuil préalablement choisi en fonction de la température d'eau (entre 500 et 800 tr/mn).

*Nota : Le retour dans la phase démarrage a lieu si le régime retombe en dessous d'un seuil fonction de la température d'air.*

Dès que la sortie de la phase démarrage est déclarée, un compteur de "temps écoulé depuis la fin démarrage" est lancé ; lorsqu'il atteint une certaine valeur maxi, sa valeur de sortie est figée à cette butée maxi.

#### B - CALCUL DU FACTEUR DE DEMARRAGE

##### 1 - A froid



Fenrich dém est :

- fonction de T°eau dém,
- pondéré en fonction du facteur de correction d'altitude FCALT,
- décrémente en fonction du nombre d'injections générées depuis le lancement du moteur, et de la montée en régime du moteur,
- diminué en cas de redémarrage, selon la durée d'arrêt du moteur et de T°eau dém,
- adapté selon la facilité plus ou moins grande du moteur à démarrer.

### **Le redémarrage :**

Suite à l'arrêt du moteur, les températures de la chambre de combustion et du moteur (T°eau) ne s'équilibrent qu'après un certain temps. Il est alors souhaitable d'avoir un enrichissement plus faible si un redémarrage a lieu entre temps.

La condition de démarrage à froid répété est mise à 1 si :

- la durée d'arrêt est inférieure à un seuil f(T°eau à l'arrêt du moteur) et,
- le nombre de combustions détecté au démarrage précédent est supérieur ou égal à un seuil calibré et,
- T°eau dém < Seuil calibré.

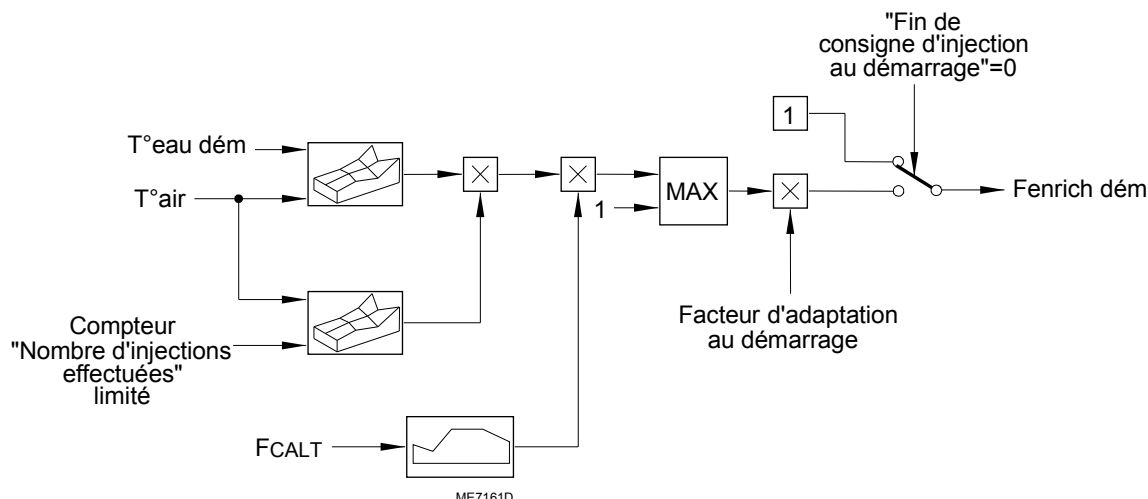
*Nota : Les deux premières conditions définissent qu'il y a "redémarrage".*

### **Calcul du nombre de combustions :**

Une fois que l'allumage a été synchronisé, on comptabilise une combustion à chaque fois que l'on voit une variation de régime  $\Delta N_{seg} >$  seuil calibré (30 tr/mn).



## 2 - A chaud



Fenrich dém est :

- fonction des températures d'air et d'eau,
- décrétement en fonction du nombre d'injections générées depuis le lancement du moteur,
- pondéré en fonction du facteur de correction d'altitude FCALT,
- adapté selon la facilité plus ou moins grande du moteur à démarrer.

Fenrich dém est plus important à chaud qu'à froid afin de compenser les effets d'appauvrissement dus à l'échauffement du carburant.

### Conditions de démarrage à chaud

- T°eau dém > Seuil calibré et,
- T°air > Seuil calibré et,
- $(T^{\circ}\text{air} - T^{\circ}\text{air à l'arrêt du moteur}) > \text{Seuil } f(T^{\circ}\text{air à l'arrêt moteur})$  ou  $(T^{\circ}\text{eau dém} - T^{\circ}\text{eau à l'arrêt du moteur}) > \text{Seuil } f(T^{\circ}\text{eau à l'arrêt moteur})$ .

Le fleg "démarrage à chaud" passe à 0 si :

- T°eau dém < Seuil calibré ou,
- QA intégré > Seuil calibré.  
     ↳ Débit d'air intégré depuis lancement moteur

### 3 - Fin de consigne d'injection au démarrage

On met Fenrich dém à 1 (il est donc inactif) lorsque :

- l'on sort de la phase démarrage et que,
- T°eau > Seuil calibré ou la valeur du compteur "nombre d'injections effectuées" limité  $\geq$  Seuil  $f(T^{\circ}\text{eau})$ .

Ce flag est remis à 0 (Fenrich dém est appliqué) au lancement du moteur.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## C - CALCUL DE LA DUREE D'ARRET

On calcule la durée d'arrêt de deux façons différentes :

- à partir du powerlatch calculateur, méthode convenant aux temps d'arrêt courts,
- à partir du refroidissement moteur, méthode utilisée pour les temps d'arrêt longs.

A l'initialisation calculateur, et tant que l'on n'est pas sorti de la phase démarrage, la durée d'arrêt est le choix maxi entre la durée d'arrêt calculée en power latch, et la durée d'arrêt calculée à partir du refroidissement moteur.

### 1 - Calcul à partir du power latch

A l'enclenchement du power latch un accumulateur est enclenché ; sa valeur de sortie augmente de 1 toutes les secondes.

S'il ne se produit pas de nouveau démarrage, ou que le + APC n'apparaît pas pendant le power latch, la mesure du temps est arrêtée à la fin du power latch.

Durée arrêt pwla = Durée du power latch.

En revanche, si le + APC réapparaît pendant le power latch, la valeur instantanée de l'accumulateur est mémorisée en tant que Durée arrêt pwla ; néanmoins, l'accumulateur fonctionne toujours jusqu'à ce qu'un nouveau démarrage se produise, ce qui permet de réactualiser Durée arrêt pwla. La valeur définitive de Durée arrêt pwla est donnée au moment où le démarrage se produit.

Si le démarrage n'a finalement pas lieu, la mesure du temps continue jusqu'à l'achèvement du power latch.

### 2 - Calcul à partir du refroidissement moteur

Soit la température ambiante  $T_{amb\ 1} = T^{\circ}\text{air} - \text{offset calibré}$  ; elle est prise en compte lorsque  $QA\ \text{intégré} > \text{Seuil}$  et  $N > \text{Seuil}$  et  $V_{véh} > \text{Seuil}$ .

Soit le quotient de températures  $\text{quotemp} = \frac{T^{\circ}\text{eau à l'arrêt} - T_{amb\ 1}}{T^{\circ}\text{eau dém} - T_{amb\ 1}}$ .

Alors, Durée arrêt refroid =

$\text{Log}(\text{quotemp}) \bullet \text{constante de temps } f(T_{amb\ 1})$ .

**Remarque :** Cette méthode de calcul de la durée d'arrêt sera systématiquement retenue si la durée d'arrêt en power latch est non plausible. Ce test de plausibilité est possible lorsque  $\text{Durée arrêt refroid} < \text{Log}(\text{quotemp}) \times \text{cte calibrée}$ . Alors, si  $|\text{Durée arrêt refroid} - \text{Durée arrêt pwla}| > \text{Seuil calibré} \Rightarrow$  défaut de plausibilité.

## D - ADAPTATION DE L'INJECTION AU DEMARRAGE

### 1 - Rôle

Par l'intermédiaire d'un facteur adaptatif, on peut augmenter la valeur du facteur de démarrage, (donc enrichir le mélange), dans le cas où l'utilisation d'un carburant de mauvaise qualité entraîne des difficultés de démarrage. Inversement, si on utilise à nouveau un bon carburant, on diminuera la valeur du facteur de démarrage.

### 2 - Principe de l'adaptation

- Comme pour le calcul du facteur de démarrage, on détecte une combustion pour une variation de régime  $\Delta N \text{ seg} > 30 \text{ tr/mn}$ .
- Dès que l'allumage a commencé (synchronisation), on lance un compteur d'allumages et un compteur de combustions.
- Dès que le nombre d'allumages est égal à 6, on regarde si le nombre de combustions est inférieur ou supérieur à 3.

Alors, si

Nbre combustions  $< 3 \Rightarrow$  mélange trop pauvre  $\Rightarrow$  Facteur adaptatif est incrémenté jusqu'à une valeur maxi admissible calibrée.

Nbre combustions  $= 3 \Rightarrow$  Facteur adaptatif reste inchangé.

Nbre combustions  $> 3 \Rightarrow$  Facteur adaptatif est décrétement jusqu'à la valeur mini = 1.

- Ensuite, on remet les compteurs à zéro et on les relance.
- La valeur de l'incrément ou du décrétement est fonction de la température d'eau au démarrage  $T^{\circ}\text{eau dém}$ , celle-ci permettant de définir des domaines d'adaptation (trois domaines possibles).
- Lorsqu'il faut adapter, la valeur d'incrément ou de décrémentation calculée accède à un accumulateur, dont la valeur de sortie est le facteur d'adaptation.
- Si l'adaptation qui a lieu à un instant donné appartient à un domaine différent de celui auquel appartenait la précédente, l'incrément (ou le décrétement) est pondéré par un facteur calibré.

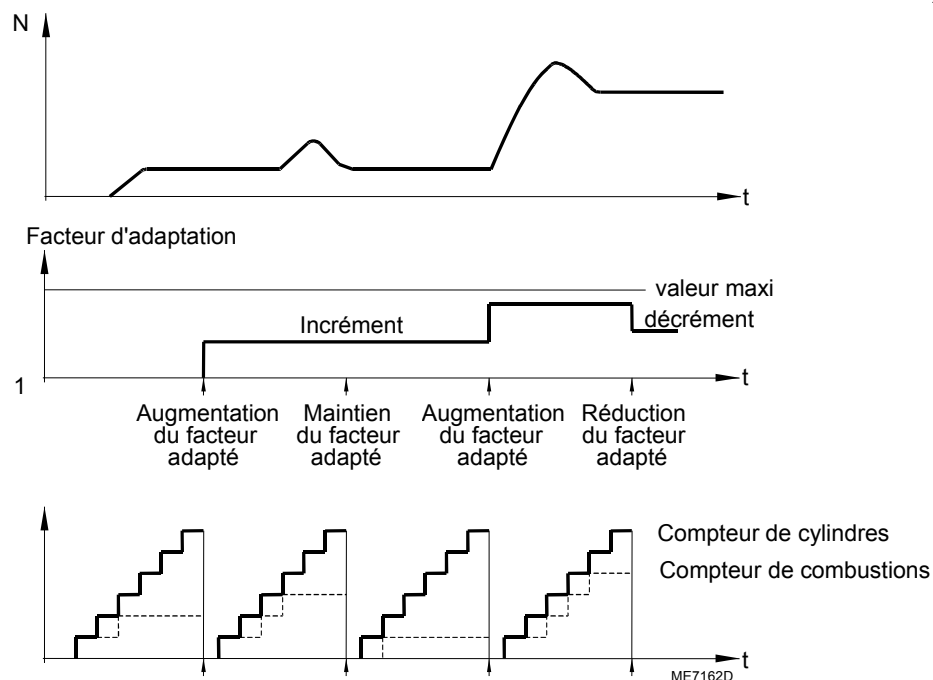
### 3 - Conditions d'adaptation générales

L'adaptation est validée à l'initialisation calculateur ; elle est interdite dans les cas suivants :

- $N > \text{Seuil } f(\text{FCALT}) \simeq 900 \text{ tr/mn}$  au niveau de la mer, ou,
- on est en condition de démarrage à froid répété ou,
- $U_{\text{bat}} < 8,5\text{V}$  depuis 6 allumages ou,
- il y a eu 42 allumages d'effectués (cela évite que le facteur d'adaptation atteigne sa butée maxi en cas d'adaptation rapide et de démarrage long) ou,
- défauts sur :
  - l'adaptation de richesse,
  - "Système d'alimentation carburant",
  - tension batterie,
  - capteur de phase,
  - capteur de régime,
  - $T^{\circ}\text{eau}$ ,
  - étage de puissance injecteurs.

Si l'adaptation est autorisée et appliquée, elle peut néanmoins être stoppée si, au bout de 36 allumages, le nombre de combustions est inférieur à 2. Le facteur d'adaptation utilisé est alors le dernier à avoir été appris normalement.

#### Illustration de l'adaptation



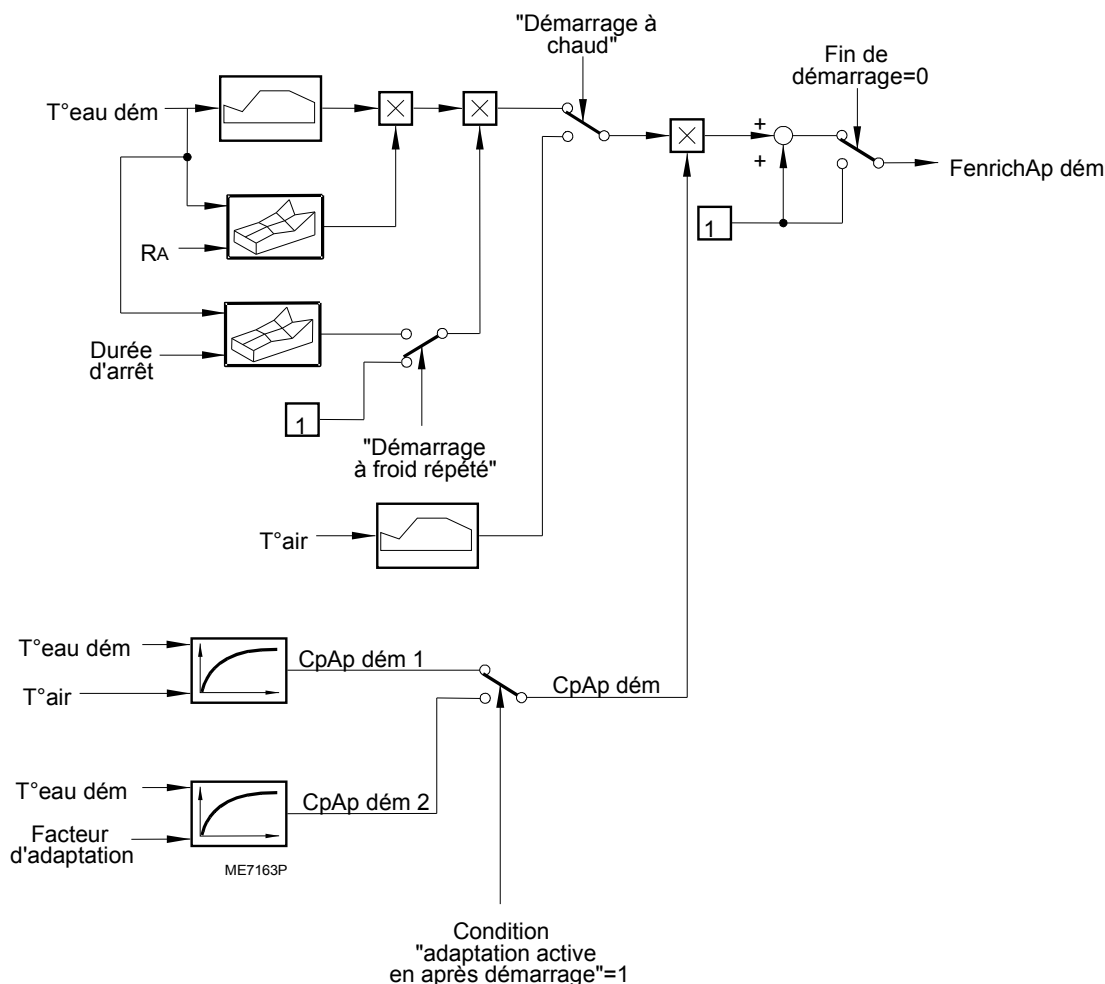
## II - APRES DEMARRAGE

### A - GENERALITES

Pour éviter les problèmes de calage moteur après la mise en marche, il faut enrichir. Ce bloc de calcul délivre deux grandeurs :

- Fenrich Apdém qui permet de compenser les pertes ; il est dégressif et ceci en fonction de la température d'eau et d'air ; la valeur initiale de cet enrichissement dépend de la température d'eau et du remplissage (prise en compte du comportement du film paroi), ou de la température d'air si il y a eu "démarrage à chaud". La décroissance de Fenrich Apdém peut tenir compte du facteur d'adaptation de l'enrichissement de démarrage par calibration,
- Cons  $\lambda$  Apdém permet en après démarrage d'avoir en final une valeur de richesse supérieure à 1, nécessaire pour que le moteur puisse prendre des tours.

### B - CALCUL DU FACTEUR D'APRES DEMARRAGE



(on est dans un domaine d'adaptation  $f(T^{\circ}\text{eau dém})$  et  $T^{\circ}\text{eau dém} < \text{Seuil calibré}$ ).

Cp Ap dém : Compteur d'après démarrage.

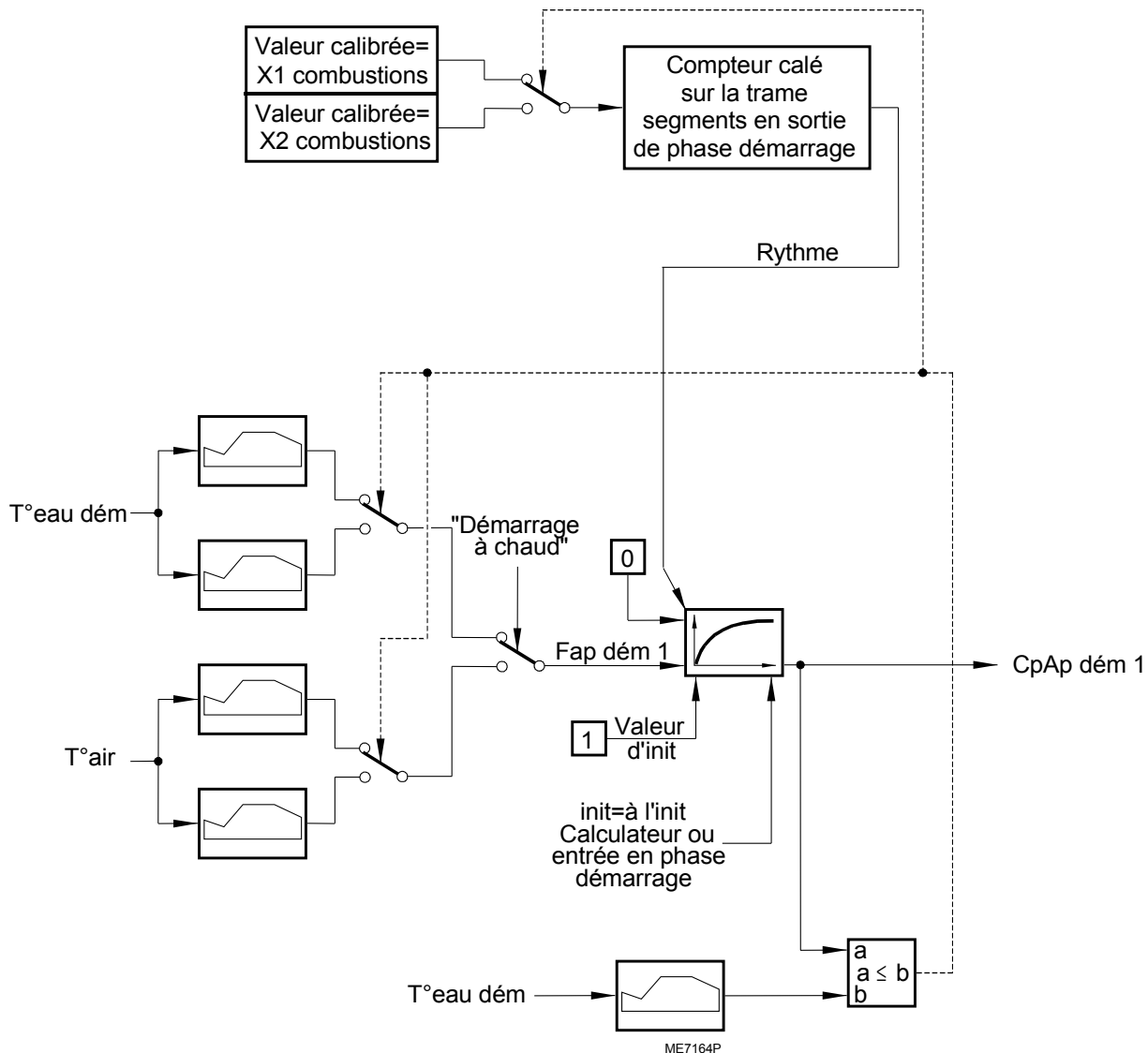
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

La valeur initiale de Fenrich Ap dém est fonction :

- pour un démarrage à froid
  - de la température d'eau au démarrage  $T^{\circ}\text{eau dém}$ ,
  - du remplissage et, selon  $T^{\circ}\text{eau dém}$  (prise en compte du comportement du film paroi),
  - d'un facteur de pondération  $f(\text{Durée d'arrêt}, T^{\circ}\text{eau dém})$  dans le cas d'un démarrage à froid répété.
- pour un démarrage à chaud
  - de la température d'air afin de compenser les appauvrissements dûs à la formation de bulles de vapeur.

Fenrich Ap dém est diminué toutes les  $x$  combustions (valeur calibrée) à l'aide de la valeur de sortie du "compteur d'après démarrage"  $C_p \text{ Ap dém}$  :

### Cas normal



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

Le compteur Cp Ap dém 1 évolue de 1 à 0 progressivement par filtrage selon la formule suivante :

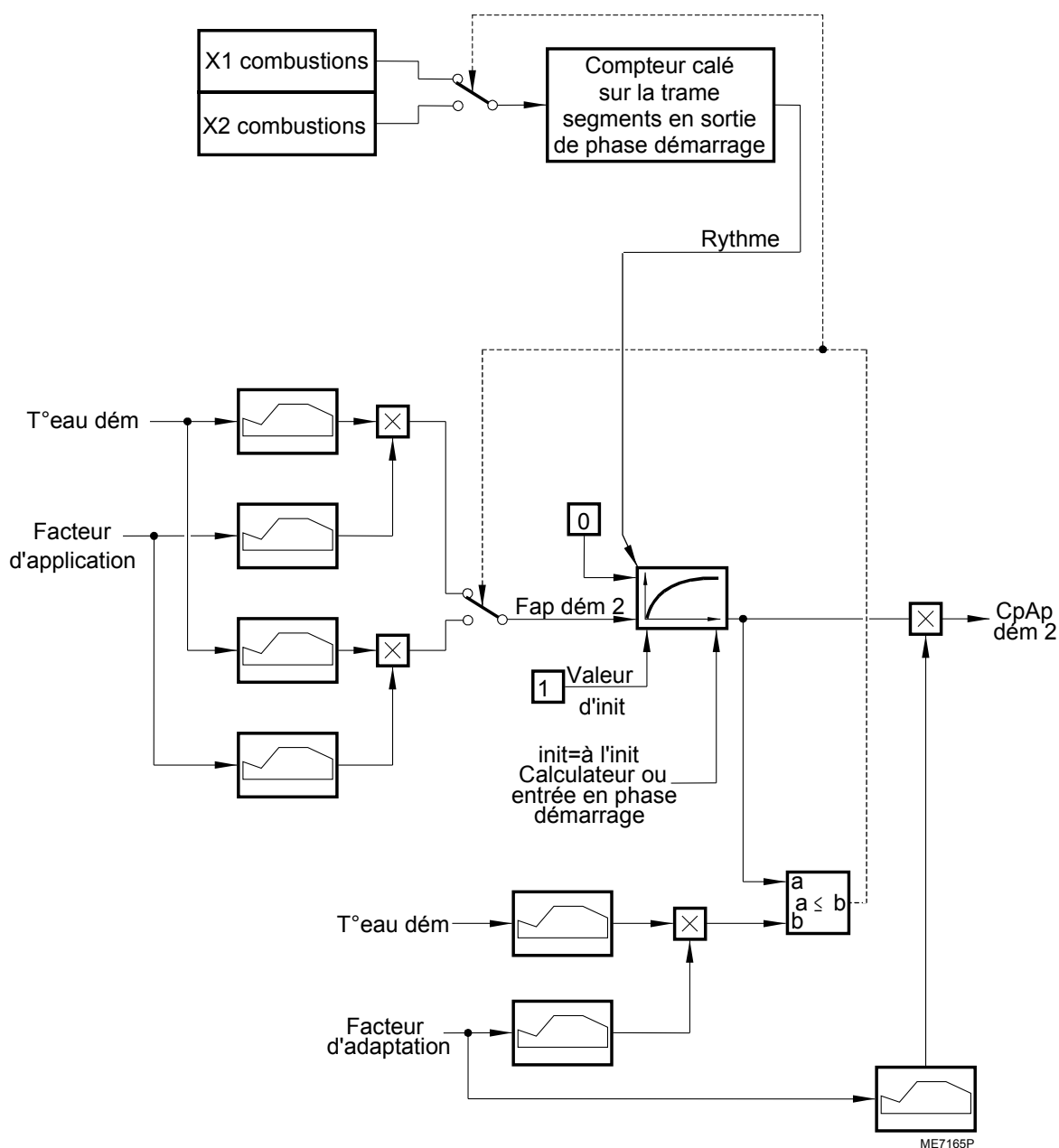
$Cp\ Ap\ dém\ 1\ nouveau = Cp\ Ap\ dém\ 1\ ancien \cdot (1 - Fap\ dém\ 1)$  ; la récurrence de filtrage est de toutes les x combustions.

FAp dém est fonction de :

- T°eau dém lors d'un démarrage à froid ou normal,
- T°air pour les démarrages à chaud.

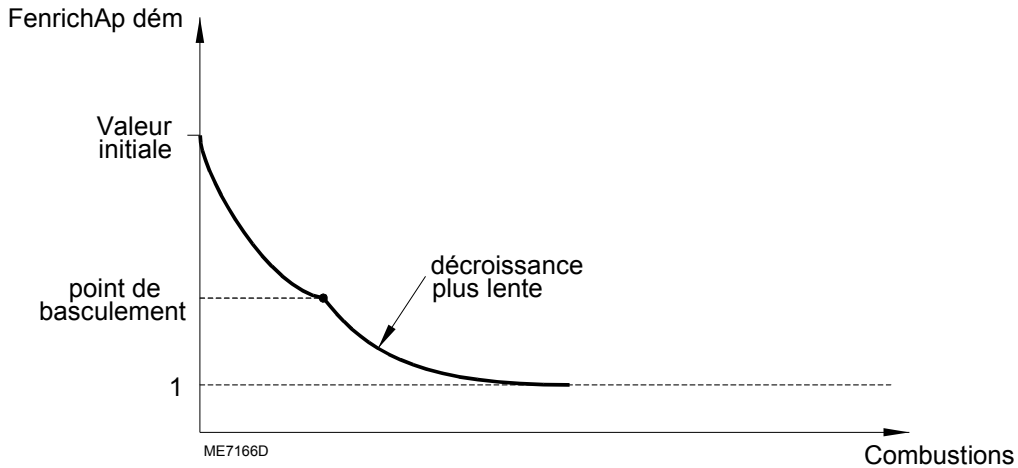
Lorsque Cp Ap dém 1 atteint une valeur déterminée en fonction de T°eau dém, on provoque un basculement afin d'obtenir une décroissance plus lente de Cp Ap dém 1.

### Cas avec adaptation de démarrage

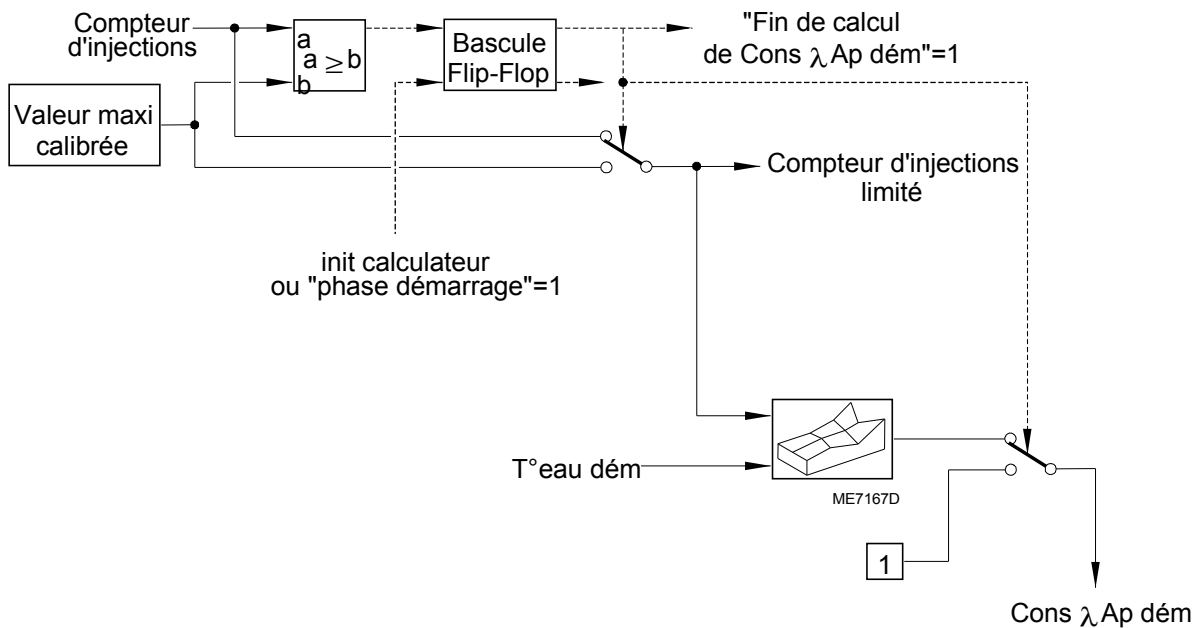


Le principe est le même que dans le cas précédent, mais la vitesse de décroissance, le seuil de basculement et la valeur du compteur peuvent être modulés en fonction de la valeur du facteur d'adaptation.

### Illustration de l'évolution du facteur d'après démarrage



### C - CALCUL DE LA CONSIGNE DE RICHESSE EN APRES-DEMARRAGE



**Remarque :** Le compteur d'injections est limité à une valeur maxi ; le compteur d'injections limité permet de désactiver Cons  $\lambda$  Ap dém. Il est également utilisé en phase démarrage (décroissance de Fenrich dém et coupure injection au démarrage).





## IV - COUPURE EN DECELERATION / REATTELAGE

La coupure en décélération permet une réduction de la consommation et de l'émission de polluants.

### A - CONDITIONS DE COUPURE / REATTELAGE

La coupure en décélération est déclarée "prête" si les conditions suivantes sont réunies :

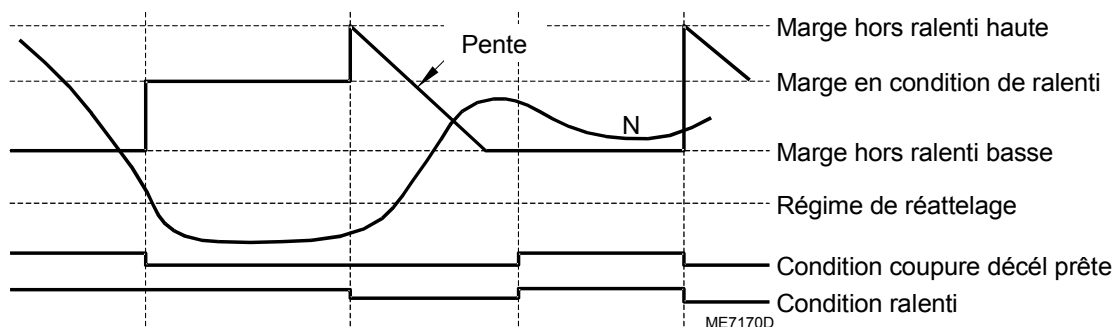
- $N > \text{Seuil de réinjection} + \text{marge de coupure},$
- $T^{\circ}\text{air} > \text{Seuil calibré } (-25,5^{\circ}\text{C}),$
- détection du rebond du moteur sur ses cales au lâcher de pied. On détecte le rebond lorsque la correction curative anti à coups  $f(\Delta N)$  actuelle, est supérieure à un seuil  $f(\text{rapport BV})$ , alors que la correction précédente était inférieure ou égale à ce même seuil. Si cette condition ne se réalise pas, on la validera quand même sur les critères suivants :
  - condition ralenti = 1
  - ou
  - $RA < \text{Seuil } f(N)$
 } au bout d'une tempo maxi  $f(N, \text{Rapport BV non filtré})$
- condition ralenti = 1 ou  $RA < \text{Seuil } f(N)$ , idem ci-dessus, pendant une durée  $f(N, \text{Rapport BV}) \geq 0$
- conditions permanentes d'autorisation de coupure en décélération vraies :
  - Sortie de la phase démarrage depuis un temps  $f(T^{\circ}\text{eau dém})$  de 5s à  $90^{\circ}\text{C}$  à 120 s à  $\leq -10^{\circ}\text{C}$ ,
  - $T^{\circ}\text{échapp aval} \leq \text{Seuil calibré } (1220^{\circ}\text{C}),$
  - fonction chauffage catalyseur inactive,
  - dashpot inactif,
  - pas d'interdiction de coupure de la part de la RVV,
  - la coupure est autorisée par le rapport de boîte actuel.

La coupure ne sera vraiment effective que si derrière, la fonction "calcul du niveau de coupure" donne son accord.

### Marge de coupure

En prévision d'une coupure, elle est choisie hors coupure de la façon suivante :

- valeur constante calibrée si on est en condition "ralenti" (800 tr/mn),
- valeur calibrée (1000 tr/mn) puis décrémentée à raison d'1 incrément toutes les x secondes jusqu'à atteindre une valeur calibrée inférieure (120 tr/mn). Ceci évite, suite à une réinjection, un à-coup désagréable si les conditions de coupure se représentaient aussitôt.



La réinjection a lieu si :

- on quitte la zone ralenti ("pied levé" = 0),
  - ou
  - $N \leq \text{Seuil de réinjection}$ ,
  - ou
  - condition "interdiction coupure en décélération" = 1
- ↳  $RA > \text{Seuil de coupure} + \text{hystérésis calibré ou défaut CAN concernant l'ABS (valeurs envoyées par l'ABS invalides, ABS "absent", infos CdS incohérentes)}.$

### Seuil de réinjection :

- préconsigne de ralenti en stationnaire Pré constat + marge  $f(T^{\circ}\text{eau})$  + marge  $f(\text{grad } N_{\text{cycle}} \text{ filt})$  + marge calibrée si AC-ON = 1 + marge calibrée si rapport BV = 1<sup>ère</sup>,
- marge  $f(T^{\circ}\text{eau}) = 1000 \text{ tr/mn}$  à  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $320 \text{ tr/mn}$  à  $15^{\circ}\text{C}$ , puis  $240 \text{ tr/mn}$  jusqu'à  $120^{\circ}\text{C}$ ,
- marge avec AC-ON = 0,
- marge avec 1<sup>er</sup> rapport =  $40 \text{ tr/mn}$ ,
- marge  $f(\text{grad } N_{\text{cycle}} \text{ filt})$  :
  - si il est négatif, de  $60 \text{ tr/mn}$  à  $1470 \text{ tr/mn}$ ,
  - si il est positif  $\rightarrow 0$ .

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## B - FACTEUR DE REINJECTION

On n'a plus à se préoccuper, à la réinjection, du problème d'à-coups. Par contre, il convient d'enrichir par augmentation du  $T_i$  afin de reconstituer le film paroi.

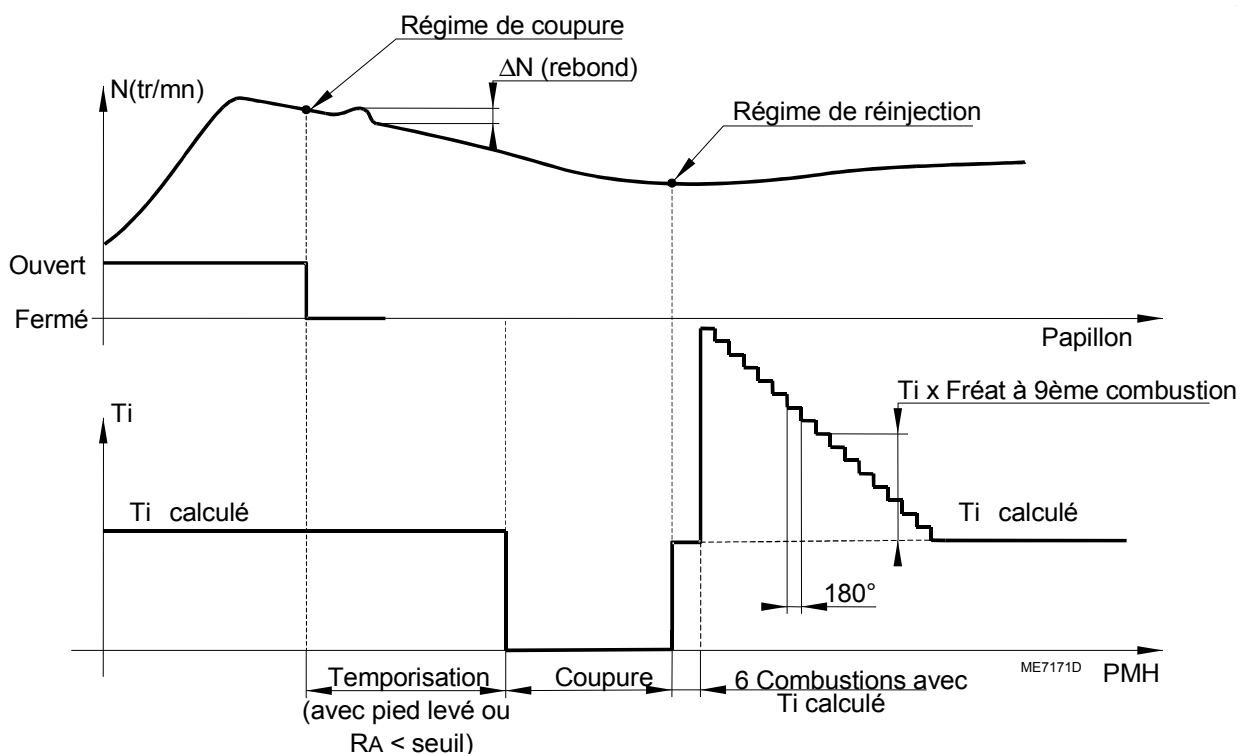
Le principal est le suivant :

A partir du moment où la coupure en décélération n'est plus effective, on compte six injections puis, à chaque injection suivante, on multiplie le temps d'injection correspondant au point de fonctionnement actuel par un facteur d'enrichissement Fréat.

Fréat diminue à chaque nouvelle injection ; la valeur de Fréat sort d'une table dont la valeur d'entrée est le numéro de l'injection. Effectivement, Fréat est appliqué sur les seize injections qui suivent les six premières au réattelage.

Il existe deux tables de Fréat :

- si on est en condition de ralenti → table de Fréat pour "réinjection douce" (réattelage naturel avec  $N < \text{Seuil de réinjection}$ ).
- si on est hors condition de ralenti → table de Fréat pour "réinjection dure" (réattelage commandé, on a appuyé sur la pédale).



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## V - COMPENSATION EN TRANSITOIRES

Cette stratégie permet d'éviter, lors de variations de charge, les effets de film de paroi.

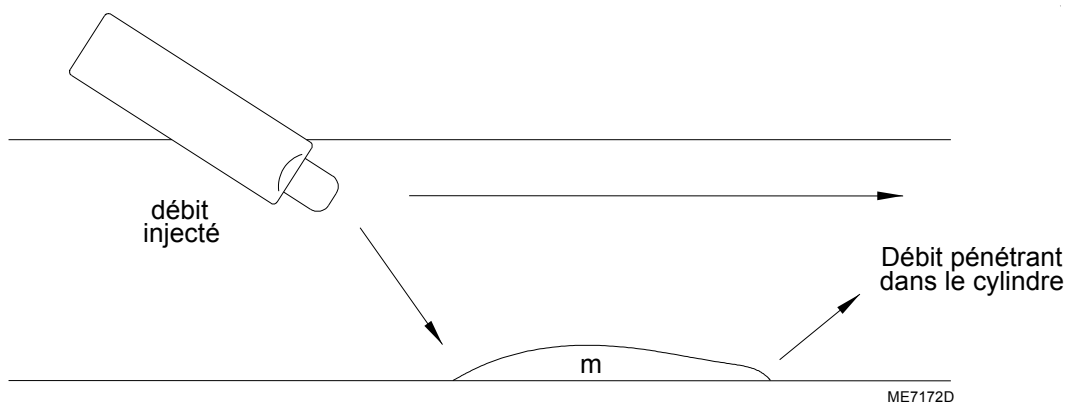
### A - RAPPEL SUR LES PHENOMENES DE MOUILLAGE PAROI

Cette stratégie a pour but de compenser le phénomène de mouillage des parois, qui même avec un débit d'essence parfaitement adapté au besoin moteur, produit une erreur sur la richesse en transitoire :

- un pic riche en décélération,
- un pic pauvre à l'accélération.

Quand on injecte de l'essence, celle-ci est liquide en sortant de l'injecteur, donc il y en a une partie qui se dépose sur la paroi de la pipe d'admission. Une partie de cette flaque d'essence s'évapore et pénètre finalement dans le cylindre. En stabilisé, un équilibre s'établit entre ce qui se dépose et ce qui s'évapore, permettant ainsi de partir du principe que la flaque existante est stable. Par contre en transitoire l'épaisseur de la flaque d'essence varie pendant un certain temps avant restabilisation.

- Si on accélère brusquement, l'augmentation subite de la pression entraîne une condensation de l'essence sur la paroi de la pipe d'admission. On peut dire en effet qu'il y a moins d'essence vaporisée (gazeuse) pénétrant dans le moteur, donc plus d'essence liquide ; et puis tout simplement, le temps d'injection étant plus important, il y a plus d'essence liquéfiée en proportion. La flaque s'épaissit → appauvrissement ⇒ il faut enrichir.
- Si on décélère brutalement, la diminution subite de la pression entraîne une évaporation d'une partie de l'essence stockée sur la paroi de la pipe d'admission. On peut dire en effet qu'il y a plus d'essence gazeuse pouvant pénétrer dans le moteur, qu'il y en a sous forme liquide allant alimenter la flaque ; et puis tout simplement, le temps d'injection étant moins important, il y a moins d'essence liquéfiée en proportion. La flaque s'amincit → enrichissement ⇒ il faut appauvrir.



m : Masse de carburant constituant le film paroi.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## B - DESCRIPTION DE LA CORRECTION

## 1 - Principe

La compensation en transitoire se compose de deux parties :

- une correction longue calculée à partir de la charge prédite RA prédit et du régime,
- une correction courte calculée elle aussi à partir de la charge prédite RA prédit et du régime.

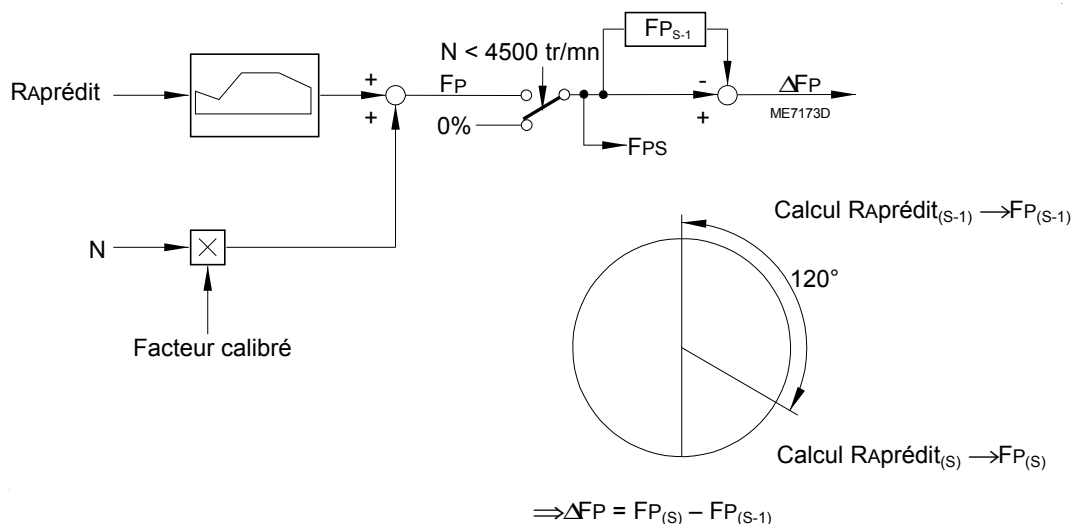
Ces deux corrections sont calculées et appliquées par rapport à des segments de  $120^\circ$ .

Une cartographie donne la quantité de carburant contenue dans le film de paroi, en stationnaire, à la charge où le moteur se trouve ; la charge est représentée par le remplissage prédit RA prédit.

Le remplissage prédit est calculé par segment de  $120^\circ$  aussi, la cartographie donne l'épaisseur du film paroi FP correspondant respectivement aux différentes valeurs de [RA prédit calculé sur  $120^\circ$ ] judicieusement choisies. Le principe de la stratégie est alors fort simple ; l'enrichissement (accél) ou l'appauvrissement (décél) à provoquer est directement fonction de la différence de film paroi  $\Delta FP$  relevée sur une évolution moteur de  $120^\circ$ .

FP est exprimée en pourcentage, puisque cette stratégie influe sur la valeur de RC elle même exprimée en %.

FP est corrigée par une valeur additive représentative de l'influence du régime sur le film paroi.

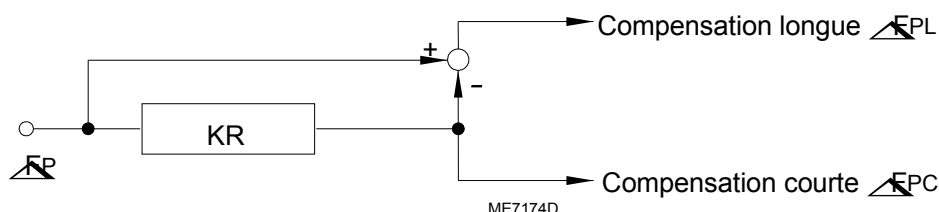


### Prise en compte de $\Delta F_P$

N < 3520 tr/mn sur 2 segments consécutifs, et démarrage achevé depuis une durée de 2s ; Cette temporisation n'est pas prise en compte si on est hors fonctionnement au ralenti.

## 2 - Répartition de la compensation

La correction transitoire doit, lors de son application, perturber la richesse le moins possible. Voilà pourquoi la quantité d'essence corrective est fournie ou retranchée en deux parties inégales, d'où une correction courte, et une correction longue. La répartition est donnée par un facteur KR fonction du régime et de la température d'eau différent suivant le sens du transitoire (Signe de  $\Delta FP$ ).



**Exemple :** Admettons que pour une accélération, il faille ajouter 600% d'essence, et le facteur de répartition définit qu'il y aura 420% de fournis en tant que compensation longue, et 180% en tant que compensation courte ( $KR = 0,3$ ).

## 3 - Application de la correction

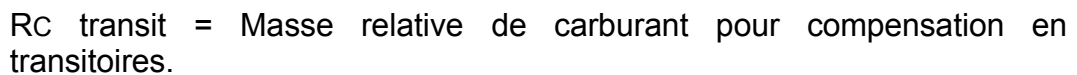
La quantité corrective définie n'est pas fournie ou retranchée en un seul coup, mais progressivement et ce, de façon dégressive par segment de  $120^\circ$ . Ainsi on ne perturbe pas trop la richesse durant l'application de la correction.

### Méthode

- On mémorise la valeur  $\Delta FP$ .
- Au moment de l'application du  $Ti$ , on corrige celui-ci de la valeur  $\Delta FP \times KD$  (acteur de dosage).
- On retranche alors de la mémoire cette valeur  $\Delta FP \times KD$ , et il ne reste plus en mémoire que  $[\Delta FP - \Delta FP \times KD]$ .
- $120^\circ$  après, on corrige  $Ti$  de la valeur  $[\Delta FP - \Delta FP \times KD] \times KD$ , et aussitôt, on effectue dans la mémoire l'opération  $[\Delta FP - \Delta FP \times KD] - [\Delta FP - \Delta FP \times KD] \times KD$  et ainsi de suite.

Cette méthode est appliquée aussi bien sur la compensation courte que la compensation longue.

Dans le cas particulier de la correction courte, celle-ci n'est appliquée que si elle dépasse une bande morte calibrée  $BMCTC \Rightarrow CT \text{ appliquée} = CT \text{ calculée} - [(+) \text{ ou } (-) BMCTC]$ .





- KDL est issu d'une table, dont la variable d'entrée est la température d'eau, différente selon le sens du transitoire (signe du contenu de la mémoire L). La vaporisation est en effet beaucoup plus lente moteur froid.
- KDC est une valeur calibrée unique.

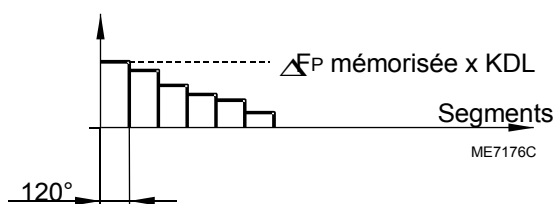
### Exemple

Reprenons notre exemple précédent :

Nous sommes en accélération, on a défini une correction longue de 420% :

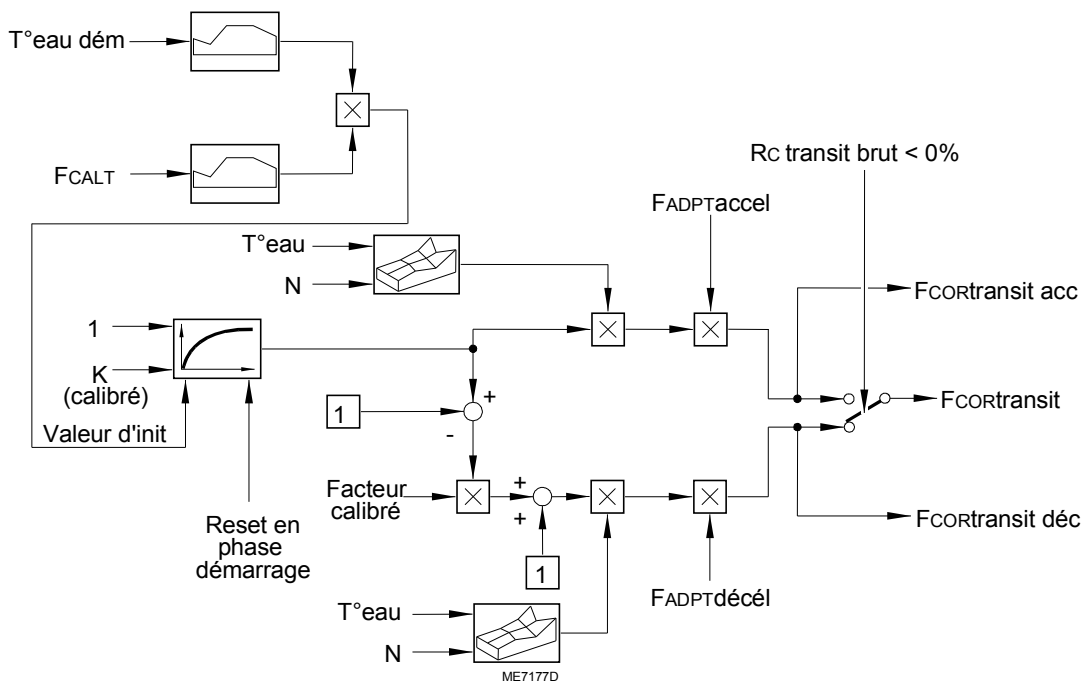
- 420 en mémoire et admettons  $KDL = 0,015$ ,
- 1<sup>ère</sup> correction =  $Ti + 420 \times 0,015 = Ti + 6,3$  on mémorise  $420 - 6,3 = 413,7$ ,
- 120° après → deuxième correction =  $Ti + 413,7 \times 0,015 = Ti + 6,2055$  on mémorise  $413,7 - 6,2055 = 407,4945$  et ainsi de suite...

La correction longue en accélération aura alors l'allure suivante :



*Nota : Les mémoires L et C subissent un "reset" si les conditions de prise en compte de  $\Delta FP$  ne sont plus remplies.*

#### 4 - Corrections diverses

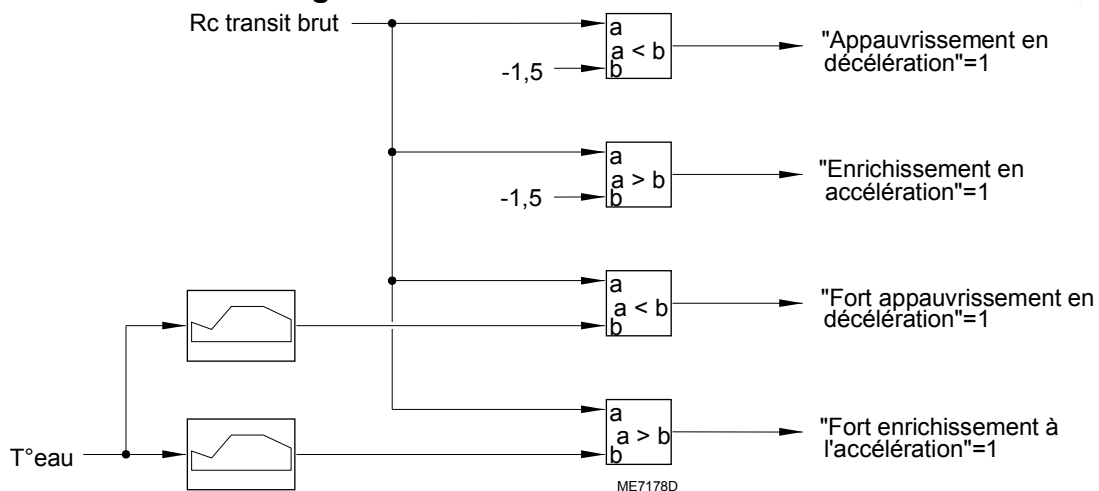


Les corrections en transitoire CTL et CTC sont corrigées par un facteur de pondération  $f(N/T^{\circ}\text{eau})$ , un facteur d'adaptation, et un facteur d'après démarrage.

Le facteur d'après-démarrage compense le fait qu'au démarrage, les parois du collecteur d'admission pour une température d'eau donnée, sont plus froides que lorsque le moteur atteint cette même température d'eau lors d'une phase de mise en action.

Sa valeur initiale est choisie en fonction de la température d'eau, au moment du démarrage, et corrigée en fonction de l'altitude. En sortie démarrage, le facteur est appliqué puis amené progressivement à 1 par un filtre passe bas. Pour les transitoires décélération ce facteur d'après démarrage est pondéré par un facteur calibré.

#### 5 - Génération de flags



## C - ADAPTATION DES CORRECTIONS EN TRANSITOIRE

## 1 - Rôle

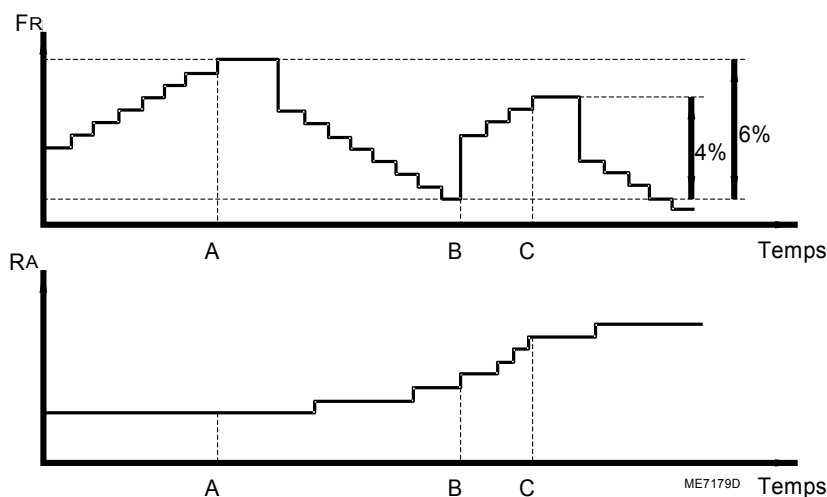
La modélisation de l'épaisseur du film d'essence pour le calcul des corrections en transitoires peut être faussée par des paramètres extérieurs : encrassement des soupapes, tolérances, qualité carburant, etc... Un facteur d'adaptation est donc utilisé afin d'assurer une correction continue de la compensation en transitoire. Même si on différencie le sens du transitoire, on parlera de FADPT par souci de simplification.

## 2 - Principe

Le calculateur exploite, en provenance de l'étage de régulation de richesse, la grandeur "amplitude du régulateur de richesse". Elle est aussi appelée "course du régulateur", ou "delta du pic du régulateur". Ses éventuelles divergences conduisent à décider d'adapter ou non la compensation en transitoire.

Si il n'y a pas de perturbation du rapport air/carburant, l'amplitude de la régulation se trouve normalement autour de 6%. Dans le cas où la variation du facteur de régulation entre deux sauts de sonde s'éloigne beaucoup de cette valeur, et qu'en même temps, entre deux sauts de sonde correspondants une importante variation de charge a lieu, le facteur d'adaptation FADPT est modifié.

## Exemple

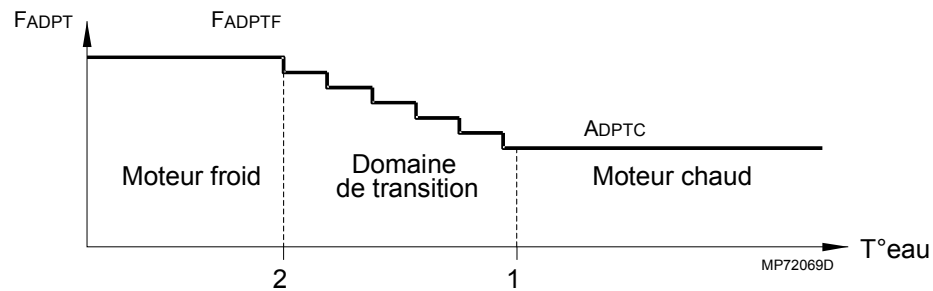


Comme on peut le voir sur le schéma précédent, l'écart de régulation entre deux basculement A et B est de 6% ;  $FR\lambda$  se situe donc bien dans la zone de recommandation. Il y a pas d'écart de richesse dans ce cas.

Par contre, le basculement de sonde de B vers C présente une variation de 4% ; apparemment, la régulation de richesse n'enrichit pas autant que souhaité. On en conclut qu'une perturbation extérieure enrichit. Puisque dans le même temps la charge augmente, il est vraisemblable que l'enrichissement en accélération est trop fort. Au point C, le facteur FADPT sera donc décrétementé.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### Domaine d'adaptation



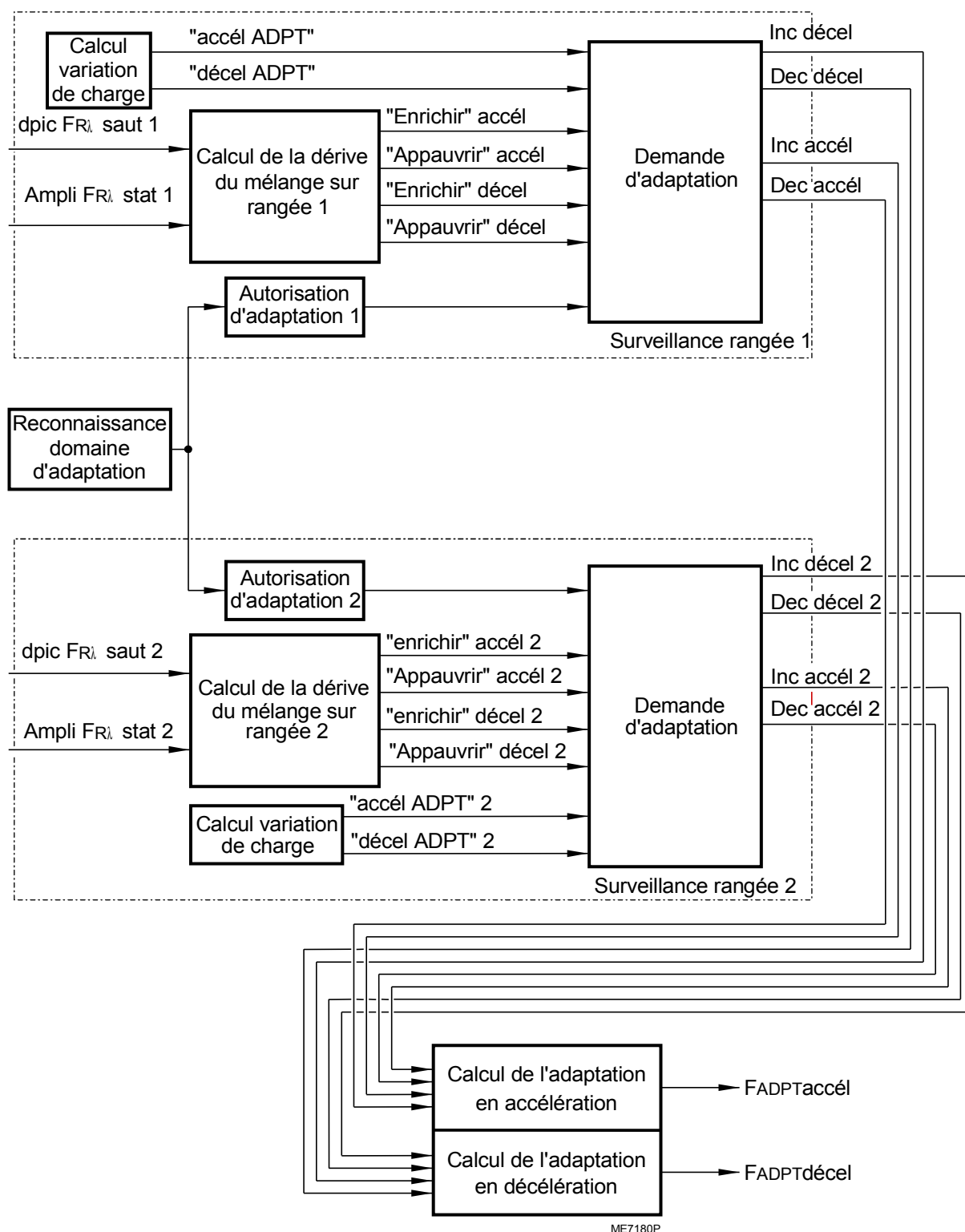
Suivant la cause de la perturbation, le facteur d'adaptation FADPT doit être différent selon que le moteur est froid, ou chaud. Par exemple : certains carburants peuvent réduire le film paroi par rapport aux valeurs calibrées lorsque le moteur est chaud, et l'amplifier au contraire lorsque le moteur est froid. Par contre, un encrassement de soupapes génère des perturbations à peu près similaires moteur chaud et moteur froid.

Ainsi, on applique :

- moteur froid → le facteur FADPTFR,
- moteur chaud → le facteur FADPTCH.

Entre les deux, l'adaptation de la compensation en transitoire est inhibée.

### 3 - Organisation de la stratégie



#### 4 - Surveillance d'une rangée

##### a – Calcul de la variation de charge

A chaque saut de la sonde à oxygène, on relève la valeur du remplissage en air RA, appelée RA saut. On calcule entre deux sauts de sonde la variation  $\Delta RA$  saut.

Si  $\Delta RA$  saut > Seuil calibré (5,25%) → génération du signal "accél ADPT".

Si  $\Delta RA$  saut < - Seuil calibré précité → génération du signal "décél ADPT".

Il faut aussi, dans les deux cas, que quatre sauts de sonde au minimum aient eu lieu ; en effet, on souhaite reconnaître un état transitoire à partir d'un roulage en stationnaire. Ces deux conditions sont scrutées toutes les 10 ms.

##### b - Calcul de la dérive du mélange

La régulation de richesse fournit les deux grandeurs suivantes :

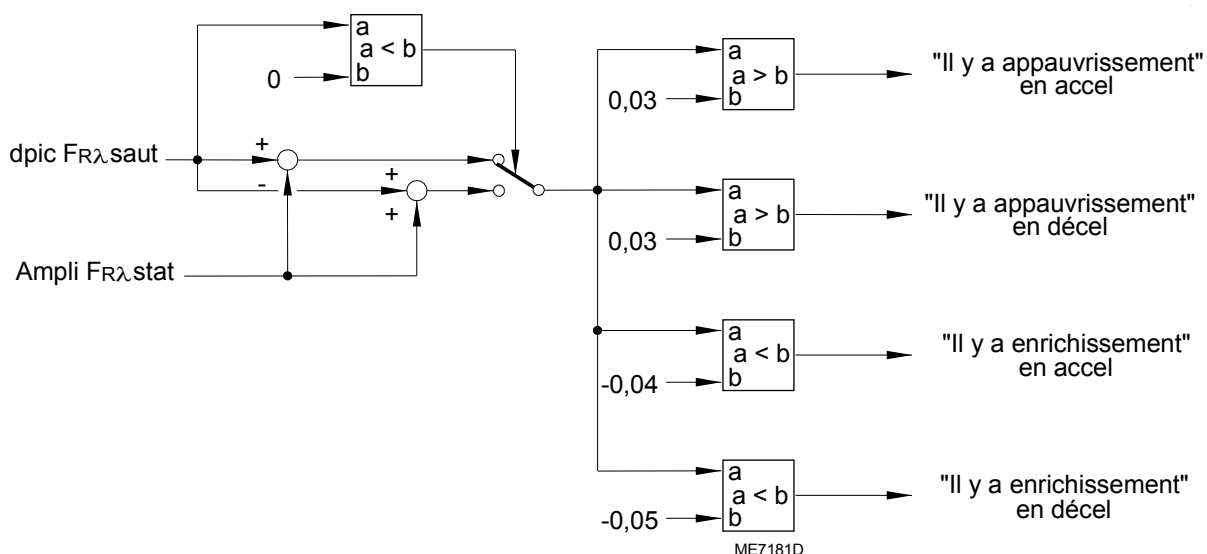
- $d \text{ pic } FR\lambda \text{ saut}$  → amplitude du facteur de régulation de richesse,
- $\text{Ampli } FR\lambda \text{ stat}$  → amplitude du facteur de régulation de richesse en stationnaire.

Il est alors possible de générer quatre flags différents qui permettent de déclarer, en accélération ou décélération : "enrichissement reconnu" ou "appauvrissement reconnu".

La génération de ces flags n'est possible que si

$N < \text{Seuil} (\simeq 4000 \text{ tr/mn})$  et,

Autorisation d'adaptation = 1.



## c - Autorisation d'adaptation

L'adaptation est interdite si :

- domaine d'adaptation reconnu = 0 ou,
- régulation de richesse inactive ou,
- le facteur de régulation de richesse a atteint une des ses butées ou,
- $N > \simeq 4000$  tr/mn.

Dès qu'elle est autorisée, on attend quatre sauts de la sonde à oxygène avant d'activer l'adaptation de la compensation en transitoire.

**Remarque :** Si l'adaptation est interdite pour une rangée de cylindres (ex : défaut sur la sonde à oxygène liée à cette rangée), l'adaptation reste active pour l'autre rangée.

## d - Demande d'adaptation

"Il faut incrémenter" en accélération si :

- "accél ADPT" = 1 et "Il y a appauvrissement en accél" et saut de sonde et domaine d'adaptation reconnu, ou,
- "accél ADPT" = 1 sans dérive du mélange lors des sauts de sonde avec reconnaissance du domaine d'adaptation, et ce, dix fois de suite et FADPT accél < 1.

"Il faut incrémenter" en décélération si :

- "décél ADPT" = 1 et "Il y a enrichissement en décél" et saut de sonde et domaine d'adaptation reconnu, ou,
- "décél ADPT" = 1 sans dérive du mélange lors des sauts de sonde avec reconnaissance du domaine d'adaptation, et ce, dix fois de suite et FADPT décél > 1.

"Il faut décrémenter" en accélération si :

- "accél ADPT" = 1 et "Il y a enrichissement en décél" et saut de sonde et domaine d'adaptation reconnu, ou,
- "accél ADPT" = 1 sans dérive du mélange lors des sauts de sonde avec reconnaissance du domaine d'adaptation, et ce, dix fois de suite et FADPT accél > 1,

"Il faut décrémenter" en décélération si :

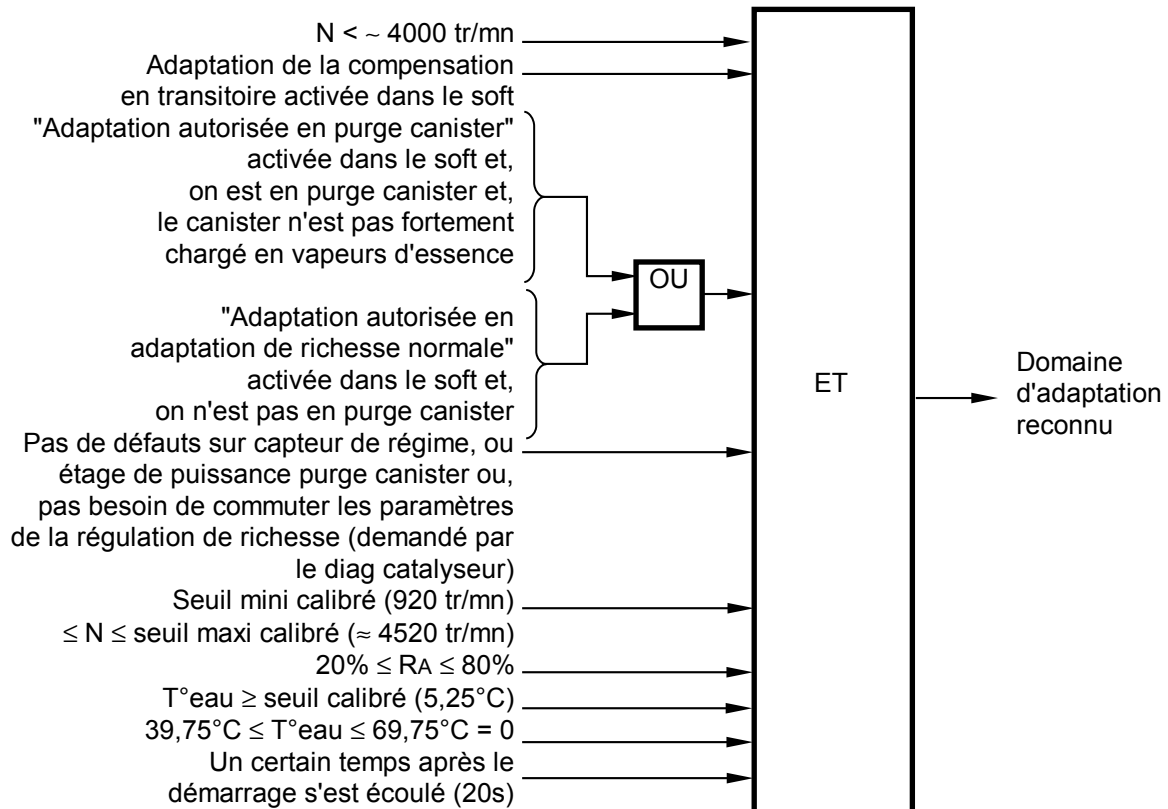
- "décél ADPT" = 1 et "Il y a appauvrissement en décél" et saut de sonde et domaine d'adaptation reconnu, ou,
- "décél ADPT" = 1 sans dérive du mélange lors des sauts de sonde avec reconnaissance du domaine d'adaptation, et ce, dix fois de suite et FADPT décél < 1,

Dans tous les cas, ces flags ne peuvent être mis à 1 que si  $N < \simeq 4000$  tr/mn.

Ce qui vient d'être décrit est effectué indépendamment pour chaque rangée de cylindres.

## 5 - Reconnaissance du domaine d'adaptation

Les conditions suivantes doivent être communes aux deux rangée de cylindres



(il ne joue que moteur chaud, car moteur froid, il faut attendre que la  $T^{\circ}\text{eau}$  atteigne son seuil, et que la régulation de richesse soit active).

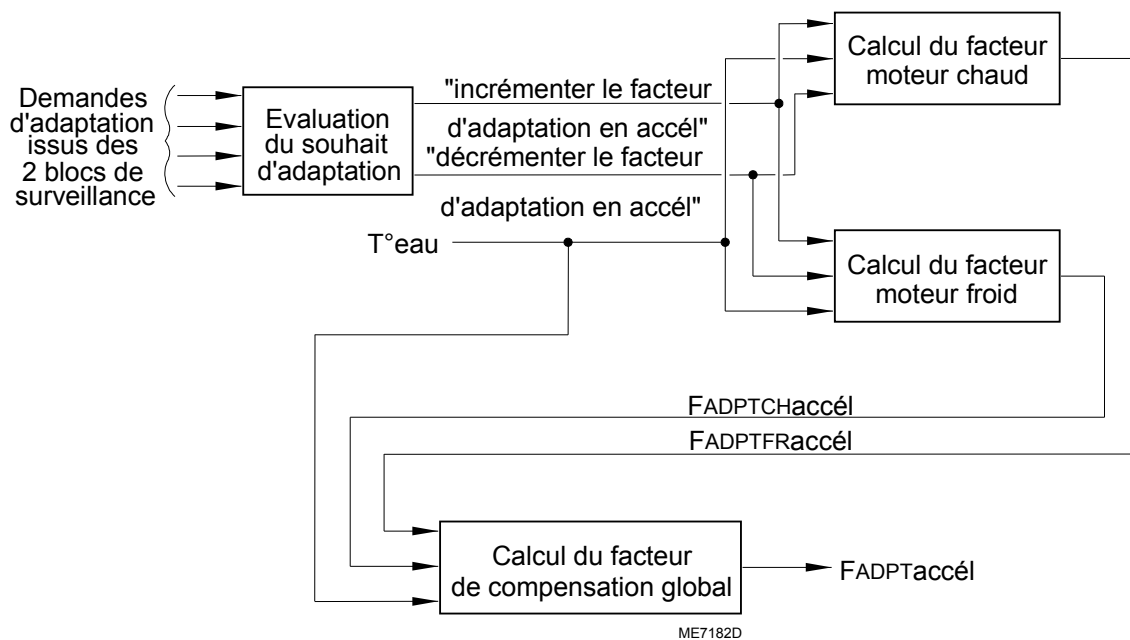


## 6 - Calcul du facteur d'adaptation

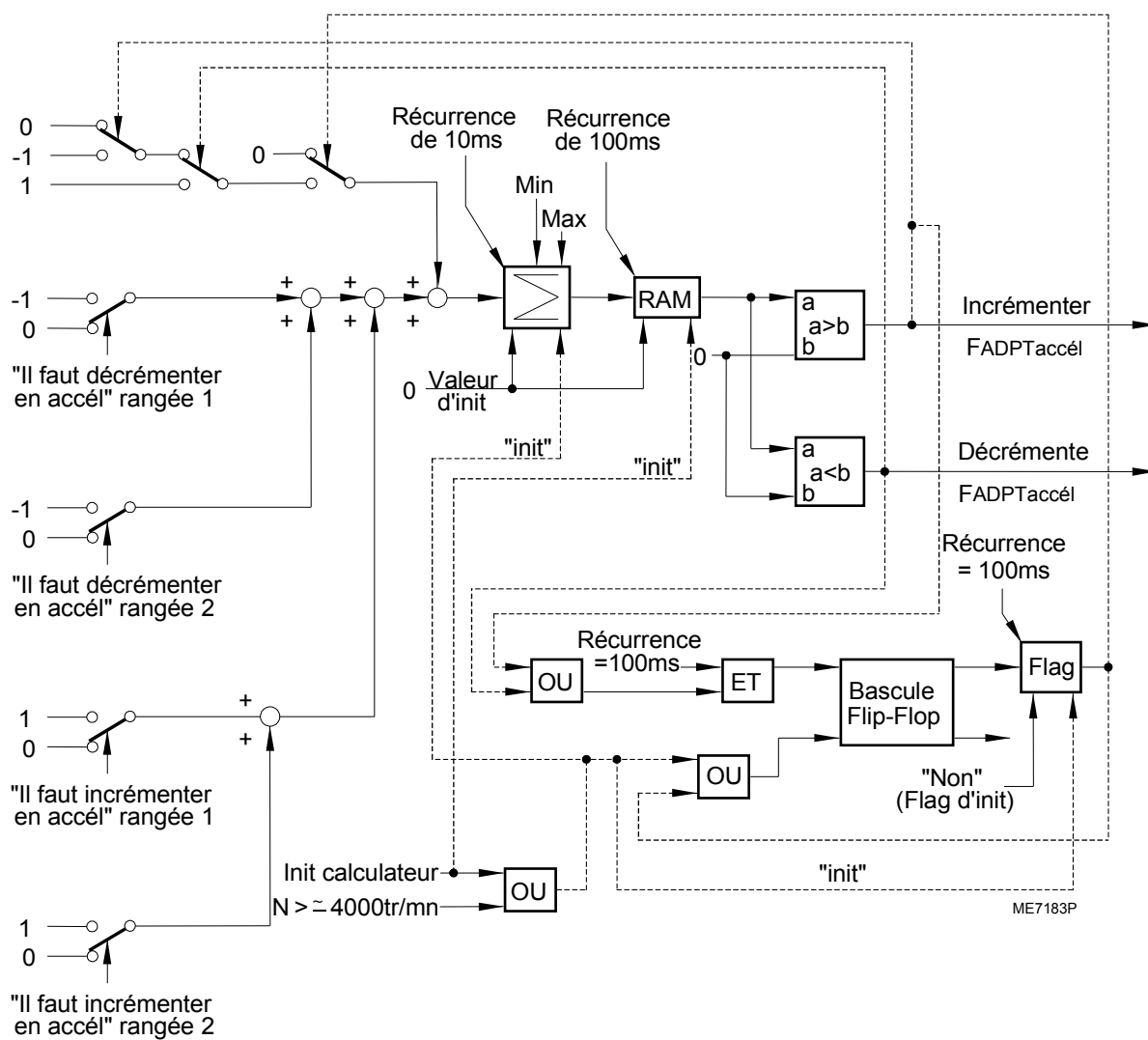
Cette fonction est assurée par deux blocs distincts :

- un bloc pour l'adaptation en accélération,
- un bloc pour l'adaptation en décélération.

Nous prendrons en exemple le cas accélération, car la décélération est traitée de la même façon.



## a - Evaluation du souhait d'adaptation



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

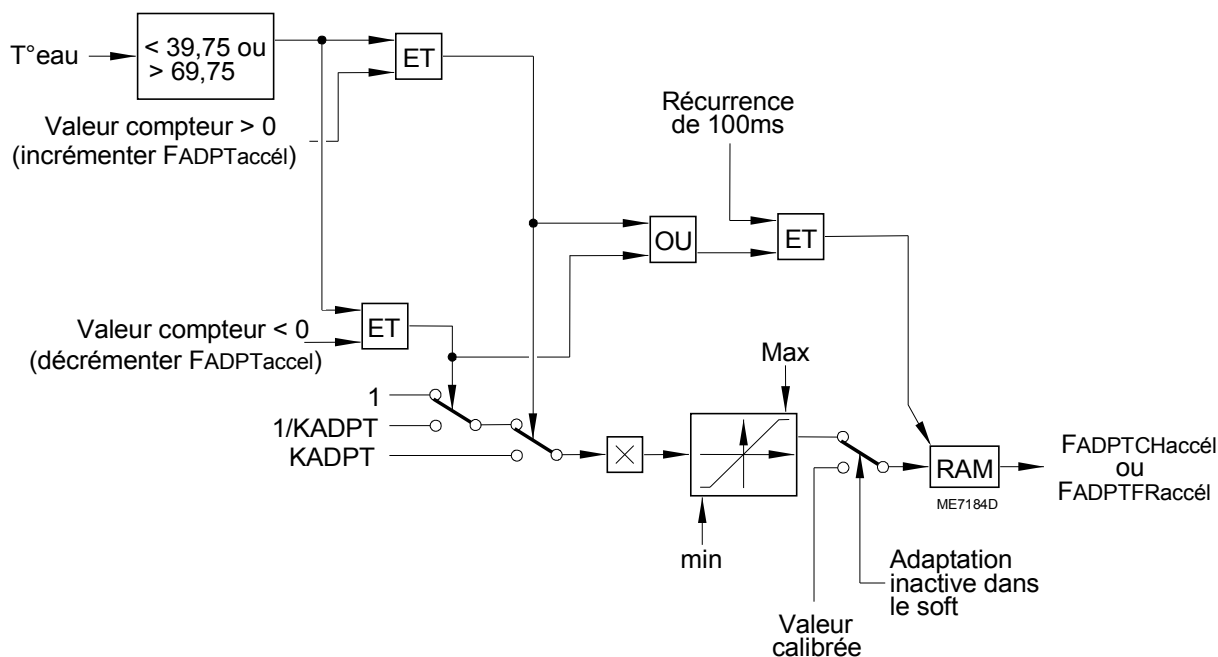
Avec une récurrence de 10 ms, on prend en compte les demandes d'adaptation en accélération en provenance des deux blocs de surveillance. Un accumulateur s'incrémente ou se décrémente donc toutes les 10 ms selon les demandes qui lui parviennent.

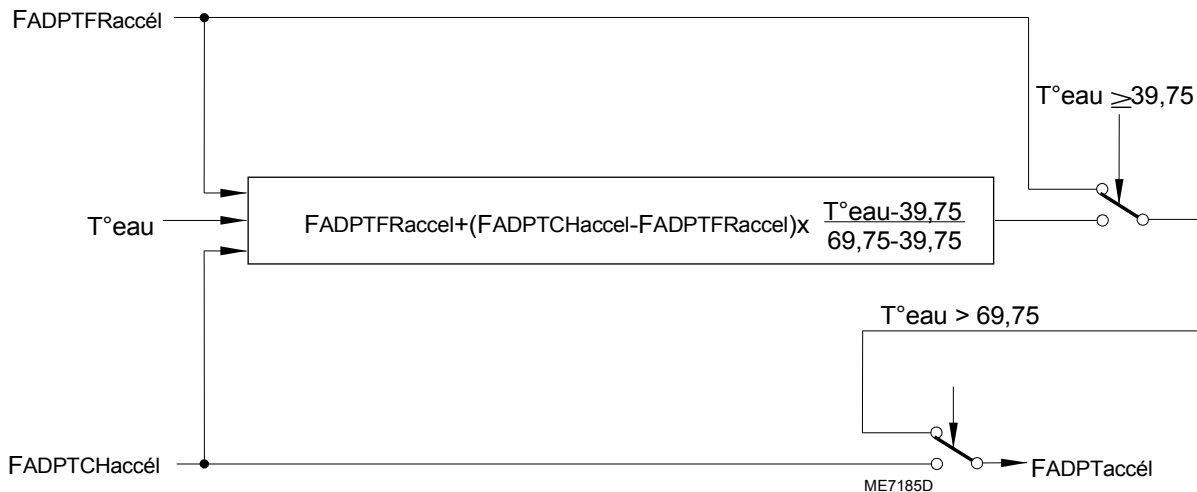
La valeur de sortie de l'accumulateur (demande globale d'adaptation) est lue et consignée en RAM toutes les 100 ms. Cette valeur est mémorisée afin d'être utilisée pour le calcul de FADPT accél, car elle représente le nombre d'incrémentations, ou de décréments de FADPT accél nécessaires à l'adaptation de la compensation en transitoire accélération.

Dès que la valeur du compteur mémorisée est différente de 0 :

- un flag "Incrémenter FADPT accél" ou "décrémenter FADPT accél" est généré,
- on remet à jour le compteur toutes les 10 ms :
  - on l'incrémente de 1 si la valeur en RAM est négative, jusqu'à zéro,
  - on l'incrémente de -1 si la valeur en RAM est positive, jusqu'à zéro.

#### b - Calcul du facteur d'adaptation





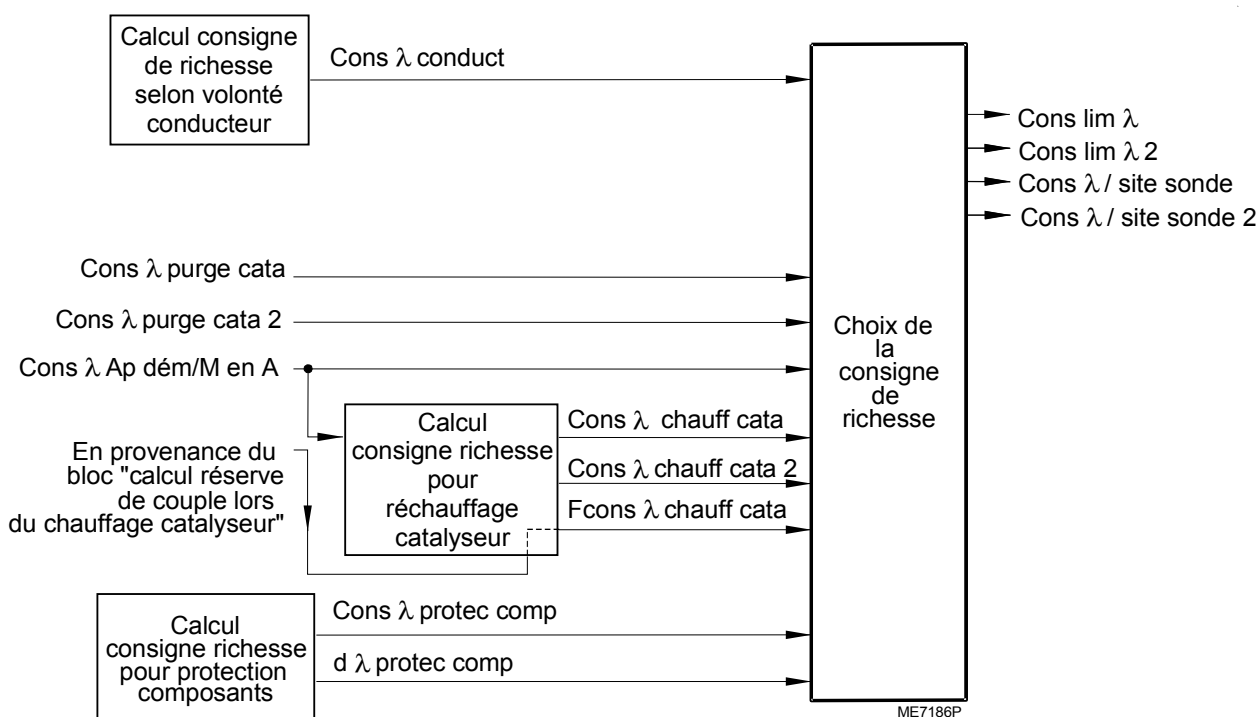
- Suivant que le moteur est froid ou chaud, on applique FADPTFR accél ou FADPTCH accél.
- Si la valeur compteur > 0 → on augmente régulièrement FADPTFR accél (ou FADPTCH accél) en le multipliant par une valeur calibrée KADPT. Le nombre d'augmentations est égal à la valeur du compteur.
- Si la valeur compteur < 0 → on diminue régulièrement FADPTFR accél (ou FADPTCH accél) en le divisant par KADPT. Le nombre de diminutions est égal à la valeur du compteur.
- FADPTFR et FADPTCH sont limités à une valeur mini et une valeur maxi calibrées qui leur sont propres.
- Si la fonction adaptation de la compensation transitoire n'est pas activée dans le soft, FADPTFR accél et FADPTCH accél sont remplacés par une valeur calibrée qui leur est propre.
- Entre le domaine froid et le domaine chaud, on applique un facteur d'adaptation.

$$\text{FADPT accél} = \text{FADPTFR accél} + (\text{FADPTCH accél} - \text{FADPTFR accél}) \times \frac{T^{\circ} \text{eau} - 39,75}{69,75 - 39,75}$$

## PRECONSIGNE DU MELANGE

Cette fonction délivre les consignes de richesse dans la chambre de combustion Cons lim  $\lambda$  ; Cons lim  $\lambda 2$ , ainsi qu'à la sonde Cons  $\lambda$ /site sonde ; Cons  $\lambda$ /site sonde 2.

### I - VUE D'ENSEMBLE



La fonction préconsigne d'injection "enrichit" ou "appauvrit" le mélange afin, par compensation, de retrouver la richesse = 1 dans certaines phases particulières de fonctionnement moteur.

Par contre, le bloc "choix de la consigne de richesse" est utile lorsque l'on veut une richesse dans la chambre de combustion réellement différente de 1.

La consigne selon la volonté conducteur délivre ce que l'on appelle "enrichissement de pleine charge" dans un système traditionnel.

La consigne Cons  $\lambda$  Ap dém/M en A est active à froid puis devient égale à 1 moteur chaud. Lors de la phase de réchauffage du catalyseur, on passe de la consigne Cons  $\lambda$  Ap dém/M en A aux consignes Cons  $\lambda$  chauff cata et Cons  $\lambda$  chauff cata 2 à l'aide du facteur Fcons  $\lambda$  chauff cata. Ensuite on repasse à Cons  $\lambda$  Ap dém/M en A.

Quand le remplissage est important, et à hauts régimes, le moteur a besoin d'un mélange "riche" pour abaisser sa température ; pour cela, le bloc de protection composants délivre la consigne Cons  $\lambda$  protec comp. Par ailleurs, une dégradation du rendement d'avance pour combattre le cliquetis, par exemple, entraîne une élévation de la température de combustion qui, là encore, doit être contrée par un enrichissement d $\lambda$  protec comp.

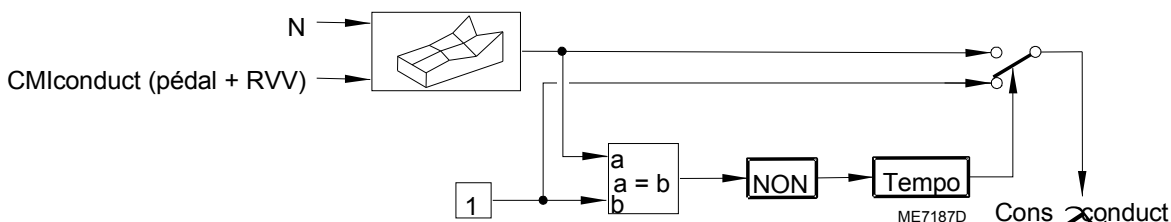
Les consignes Cons  $\lambda$  purge cata et cons  $\lambda$  purge cata 2 permettent d'éliminer plus rapidement le surplus d'oxygène.

Si la fonction réduction de couple par coupure d'injecteur était active, on appliquerait une valeur de consigne calibrée sur la rangée concernée ; une consigne de  $\lambda > 1$  garantirait alors une non surchauffe du catalyseur.

**Remarque :** Par convention, les consignes de richesse prennent la forme 0, x car ce sont des consignes de "Lambda" (excès d'air), or  $\lambda = \frac{1}{R}$ . Donc, si on veut un mélange riche, il faut avoir un excès d'air faible, donc inférieur à 1.

## II - CONSIGNE DE LAMBDA DESIRE PAR LE CONDUCTEUR

Il s'agit de l'enrichissement de pleine charge afin d'offrir au conducteur la puissance maxi du moteur. Le lambda est égal à 0,9 environ, c'est à dire un dosage  $\frac{1}{12,5}$ .



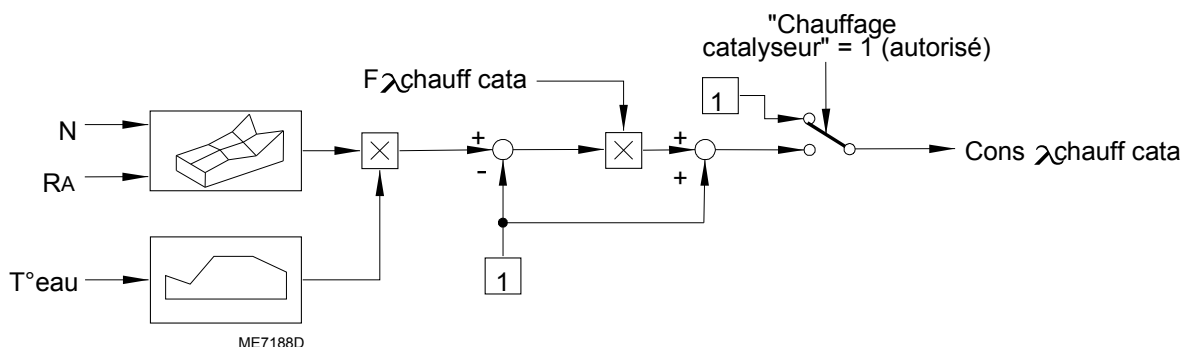
Dans notre application :

- la temporisation est nulle,
- la consigne de lambda est différente de 1 pour CMIconduct (pédal + RVV) = 120%  $\rightarrow$  Cons  $\lambda$  conduct  $\simeq 0,9$  de 720 à 4000 tr/mn  
 $\simeq 0,8$  à partir de 5000 tr/mn.

### III - CONSIGNE POUR RECHAUFFAGE CATALYSEUR

En absence d'air secondaire, on opte pour la solution suivante afin d'accélérer le réchauffage du catalyseur :

On fait fonctionner le moteur avec un mélange "pauvre" ( $\lambda = 1, x$ ) ce qui augmente la chaleur dégagée par la combustion, et dans le même temps limite les émissions brutes.



Ce schéma est valable pour les deux rangées de cylindre :

La consigne de richesse est précalibrée en fonction du régime et du remplissage avec une correction  $f(T^{\circ}\text{eau})$ . Le "pilotage" de cette préconsigne est assuré par le facteur  $F\lambda_{\text{chauff cata}}$  délivré par le bloc "calcul réserve de couple lors du chauffage catalyseur".

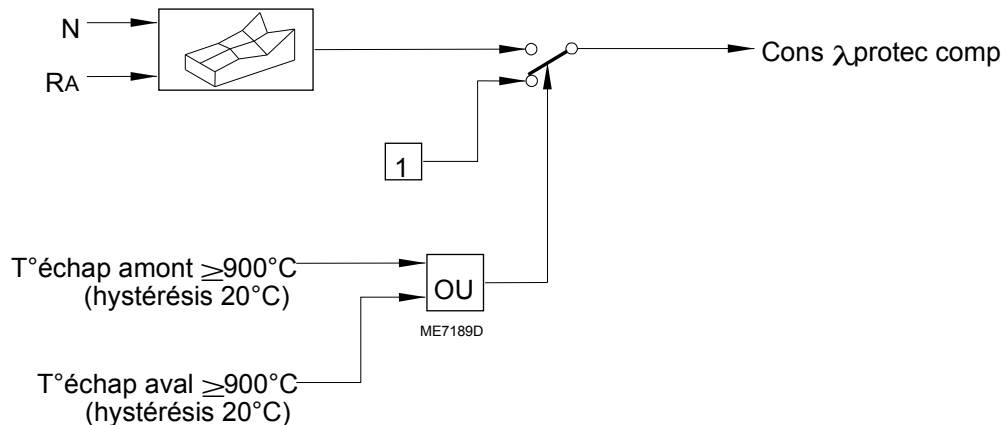
Dans notre application la précalibration est à 1, ce qui désactive cette fonction.

#### IV - CONSIGNE POUR PROTECTION DU MOTEUR ET DES COMPOSANTS

Si on veut abaisser une température des gaz d'échappement trop élevée, la solution consiste à enrichir le mélange air-essence.

Le carburant imbrûlé se vaporise sur les parois du cylindre, les refroidissant ; ceci abaisse aussi la température des gaz d'échappement.

##### Enrichissement de protection des composants

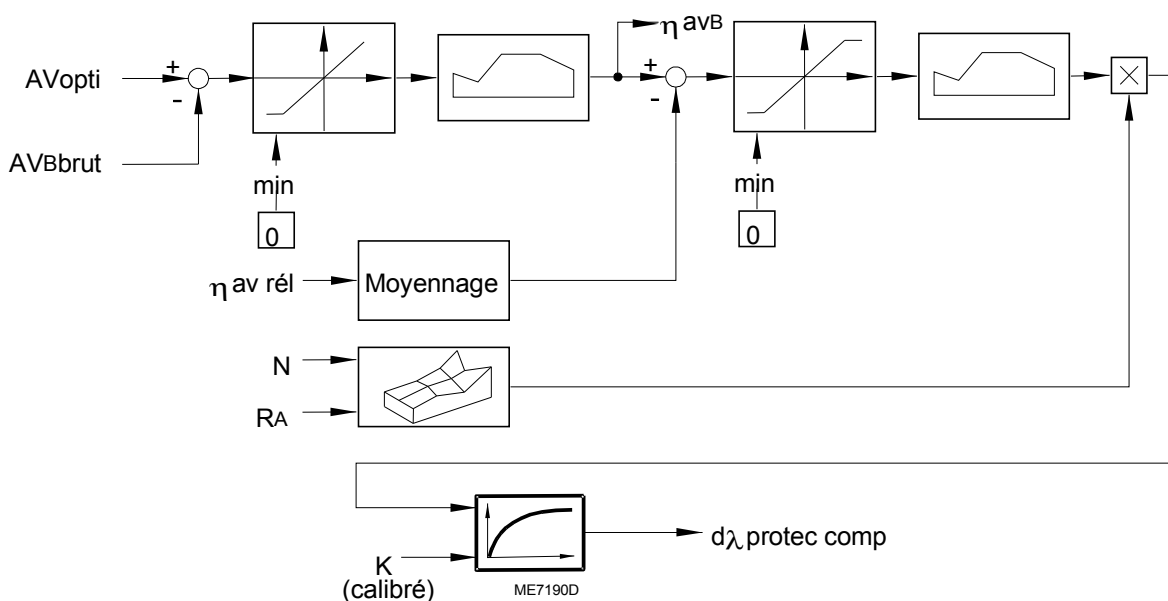


##### Delta d'enrichissement pour protection des composants

Une dégradation du rendement d'avance entraîne une élévation de la température des gaz d'échappement. Cette dégradation peut avoir lieu notamment dans le cadre d'une correction contre le cliquetis.

L'enrichissement est fonction de la différence entre un rendement de base calculé à partir de l'avance de base brute AVB brut, et le rendement d'avance réel  $\eta_{av}$  réel moyenné.

La valeur ainsi calculée peut être pondérée ou supprimée selon le point de fonctionnement moteur, et est filtrée en final afin de lisser l'enrichissement.



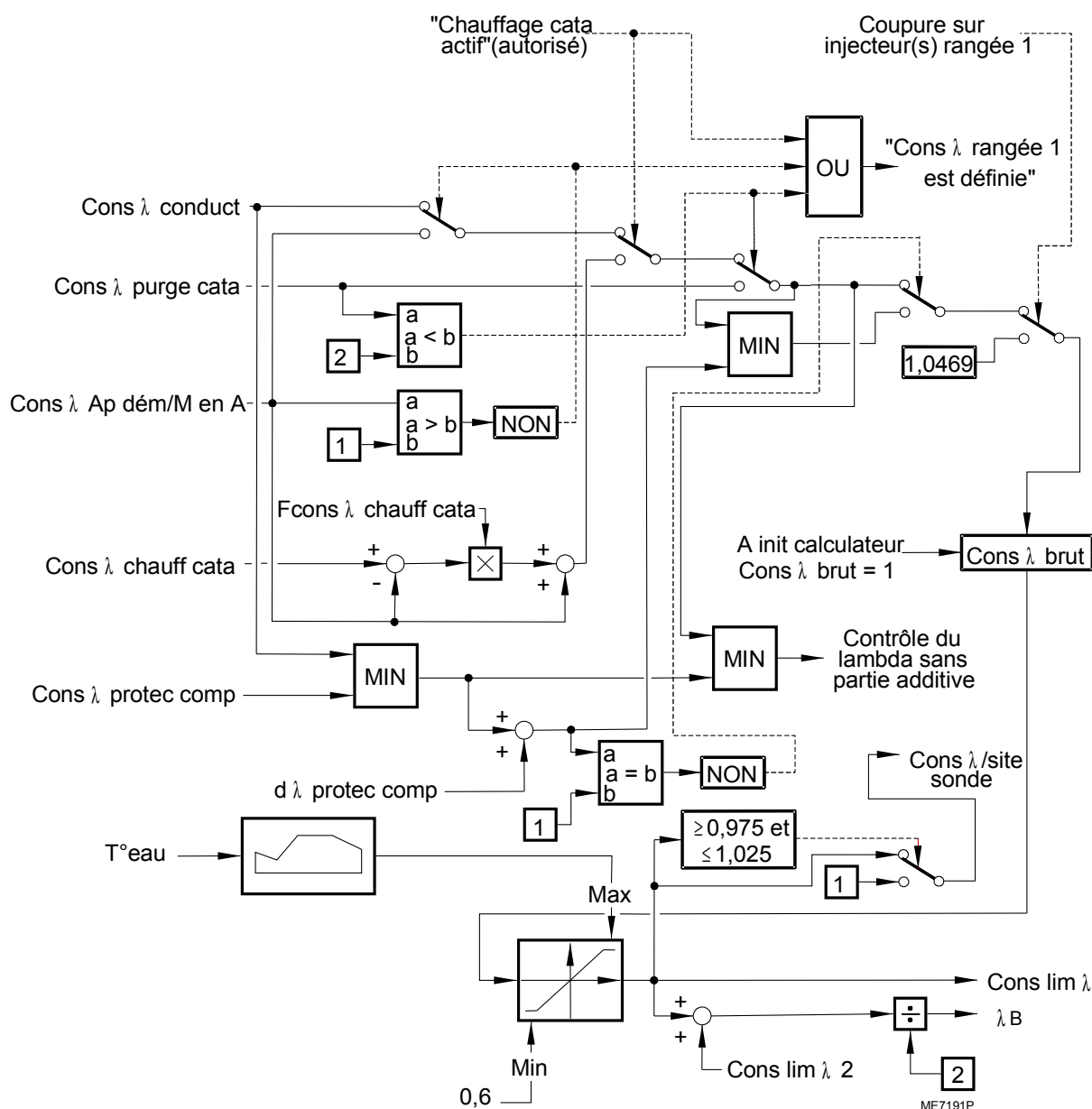
#### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



## V - CHOIX DE LA CONSIGNE DE RICHESSE

Il s'agit d'un système de coordination prenant en compte les conditions dans lesquelles le moteur a besoin de fonctionner à une richesse différente de 1. Pour cela, des priorités sont établies. Néanmoins, du moment qu'un ou plusieurs injecteurs sont coupés, la rangée concernée est commandée à une richesse fixe  $\lambda = 1,0469$ .

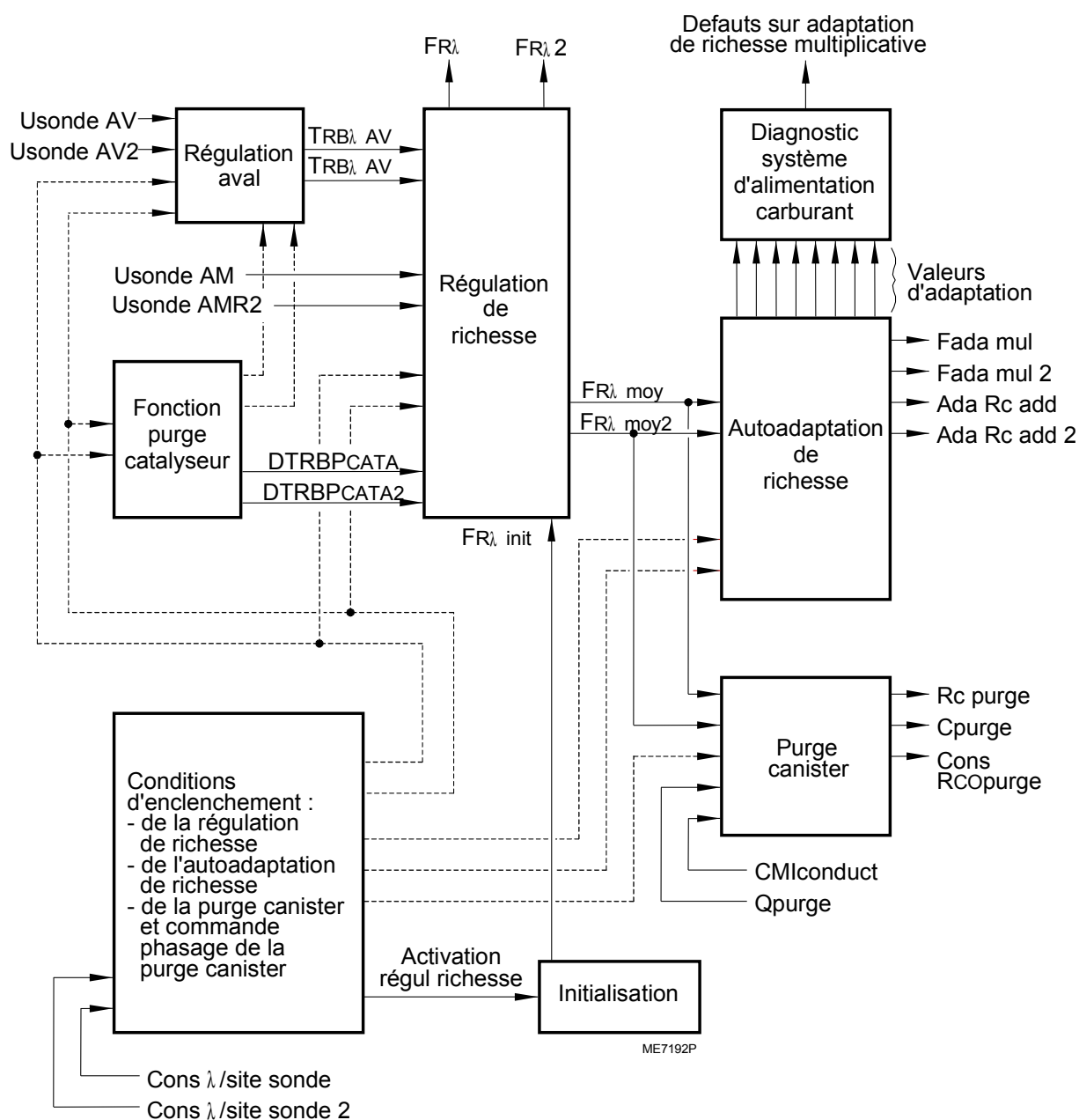
### Exemple pour la rangée 1



**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

# REGULATION ET ADAPTATION DE RICHESSE

## I - VUE D'ENSEMBLE





- Les conditions générales suivantes ne sont pas vraies :
  - Tie limité par Tie min,
  - présense de défauts sur étage de puissance des injecteurs, régulation du courant primaire bobine, ratés d'allumage,
  - coupure en décélération et suite au réattelage, le débit d'air massique QA intégré n'a pas atteint une valeur calibrée,
  - certains injecteurs sont coupés ou on est au ralenti et  $N \geq 3200$  tr/mn et  $RA < 24,75\%$ .
- La sonde est opérationnelle depuis un certain temps  
f(T°eau dém)

15s à 15°C  
 3s de ~ -10°C à 0°C  
 1,5s à 15°C



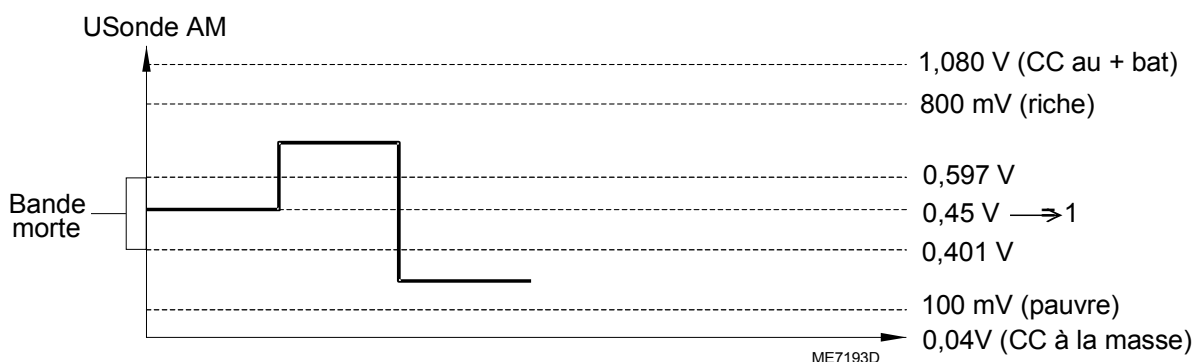
Certains de ces critères sont propres à une rangée de cylindres, aussi la régulation de richesse peut être autorisée sur une rangée et pas sur l'autre. Au final on obtient donc deux flags :

- régulation de richesse sur rangée 1 autorisée et,
- régulation de richesse sur rangée 2 autorisée.

Régulation de richesse autorisée veut dire que la régulation en boucle fermée est enclenchée.

### Détection "Sonde opérationnelle"

Elle passe en domaine riche ou domaine pauvre au delà de certains seuils (bande morte) pendant au moins 0,2s et le chauffage de la sonde est actif depuis au moins 90s avec point de rosée amont dépassé.



**Particularité**

Flag "Régulation de richesse fonctionnelle en mode diagnostic (mode restreint)".

Ce flag est à 1 si :

- les conditions générales vues précédemment ne sont pas vraies et sonde "opérationnelle",

- Cons  $\lambda$ /site sonde  $< 1$

et

$FR\lambda > 1$  ou  $FR\lambda = 1$  et  $U_{\text{sonde AM}} \leq U_{\text{réf}} (0,45V)$

ou

- Cons  $\lambda$ /site sonde  $> 1$

et

$FR\lambda < 1$  ou  $FR\lambda = 1$  et  $U_{\text{sonde AM}} \geq U_{\text{réf}} (0,45V)$ .

En fait, ce flag indique que le  $FR\lambda$  se trouve dans un domaine non plausible.

**B - PRINCIPE DE LA REGULATION AMONT**

Un coefficient multiplicatif de régulation de richesse  $FR\lambda$  intervient dans le calcul du temps d'injection. La régulation de richesse agit sur ce coefficient multiplicatif par l'intermédiaire de deux types de corrections :

- la correction intégrale,
- la correction proportionnelle.

La correction intégrale est appliquée tant qu'il n'y a pas de transition du signal de la sonde amont. Cela consiste à incrémenter (si la sonde indique "pauvre") ou à décrémenter (si la sonde indique "riche"), la valeur du coefficient multiplicatif.

La correction proportionnelle a lieu lorsqu'une transition de la sonde est détectée.

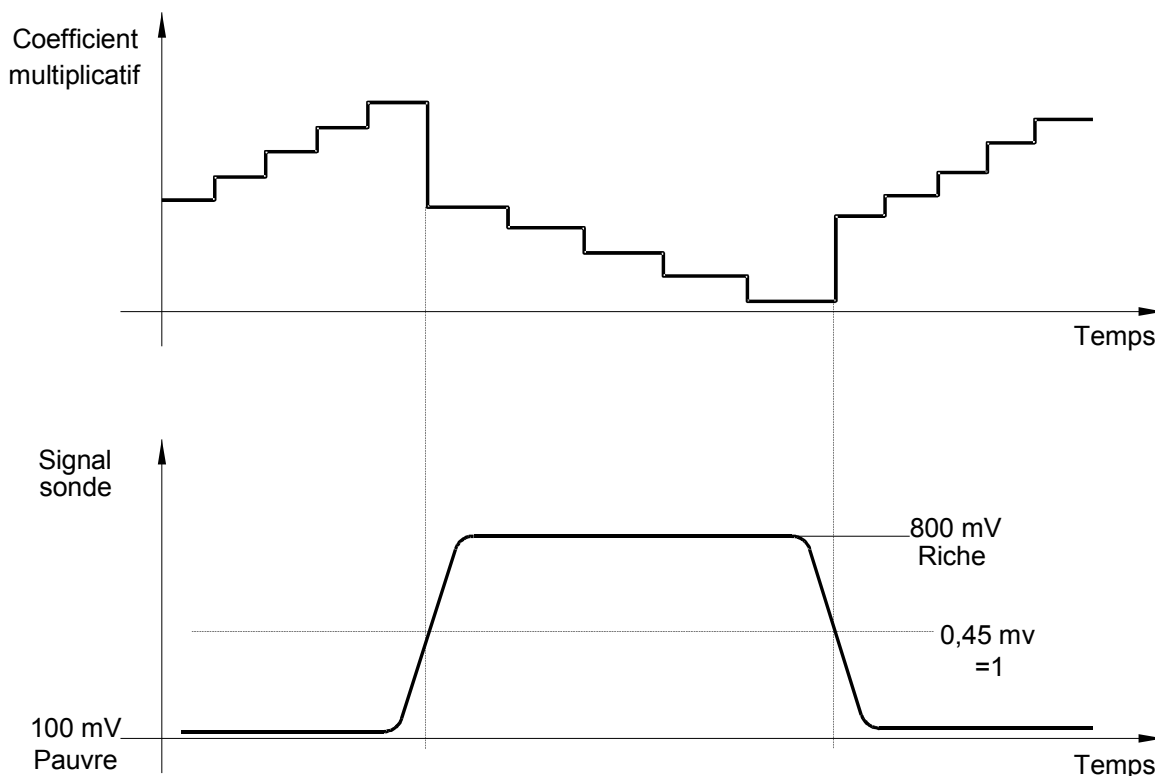
*Nota : Dans les deux cas, le facteur de correction est fonction :*

- du régime de rotation,
- du remplissage relatif en air  $RA$ .

avec  $Fi \rightarrow$  facteur de correction intégrale

$FP \rightarrow$  facteur de correction proportionnelle.

La correction est bornée à une valeur maxi et une valeur mini.



MP5047D

**Remarque :** Lorsque la régulation de richesse est inactive,  $FR\lambda = 1$ .  
Cela garantit, par exemple, qu'après une coupure en décélération,  $FR\lambda$  repart bien de la valeur  $FR\lambda = 1$ .

## C - DETAIL DE LA REGULATION AMONT

### 1 - Introduction

Avec une sonde à oxygène en aval du catalyseur, la régulation de richesse influençant le calcul du temps d'injection utile, réagit toujours suivant le signal de la sonde amont. Le signal en provenance de la sonde aval, après traitement, a seulement une influence sur la régulation de richesse. Pour éviter toute confusion, la régulation de richesse traditionnelle est appelée "amont", et le traitement du signal sonde aval est dénommé régulation "aval".

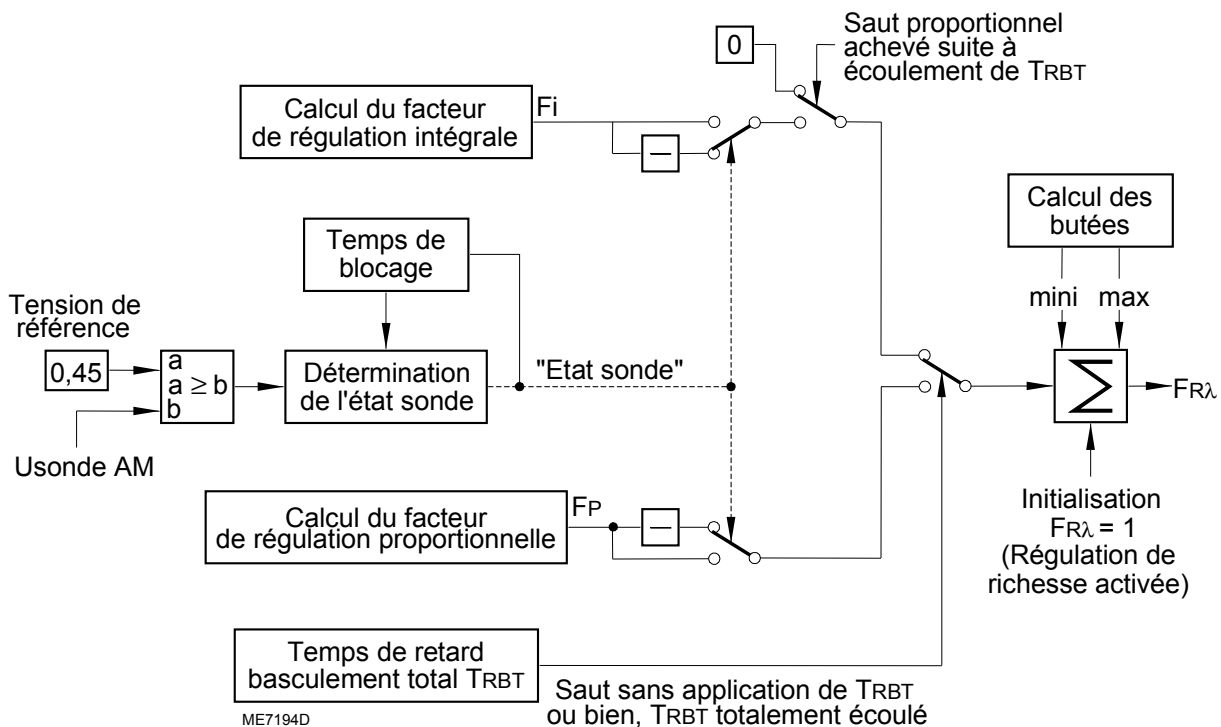
## 2 - Fonctionnement de la régulation

Si on veut maîtriser la richesse du mélange à 1, il faut provoquer une oscillation du signal sonde en réagissant rapidement en fonction de l'état de la sonde, "Richesse" ou "Pauvre".

Plus la fréquence d'oscillation de la sonde est rapide, et plus on réagit rapidement, moins on stationne en "Riche" ou "Pauvre", et donc plus on maintient correctement la richesse à 1.

L'amplitude du régulateur de richesse, que l'on souhaite constante, dépend de la pente de l'intégrateur, du temps de retard au basculement, et bien sûr, du temps de réponse de la sonde.

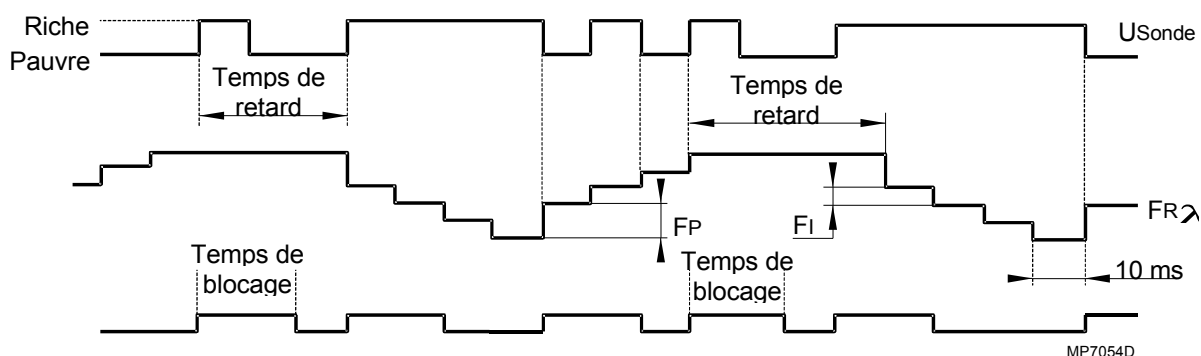
Afin de réduire la période d'oscillation de la sonde, c'est à dire qu'elle reste le moins longtemps possible dans un état, au moment où elle bascule d'un état à un autre, on provoque un saut proportionnel du facteur de régulation de richesse avant de faire intervenir la correction intégrale.



- Par rapport à une tension de référence, on détermine par scrutation de la tension sonde, le domaine dans lequel celle-ci bascule :
  - si  $U_{sonde\ AM} \leq 0,45 \rightarrow$  "domaine pauvre",
  - si  $U_{sonde\ AM} > 0,45 \rightarrow$  "domaine pauvre" = 0 donc on est dans le domaine "riche".

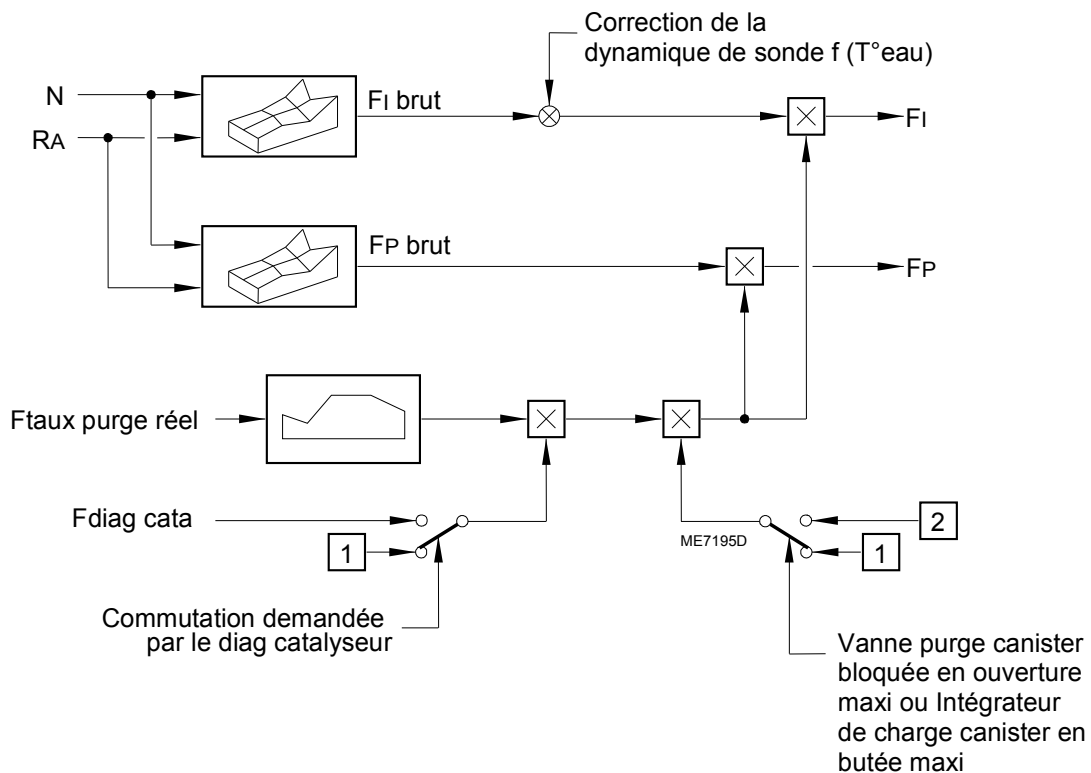


- Le régulateur réagit alors qu'en fonction du signe.  
Exemple : signe + = pauvre  $\rightarrow$  on applique + FI pour enrichir ; lorsque signe - apparaît  $\rightarrow$  on applique - FP puis - FI et ainsi de suite... (voir "principe de la régulation amont").
- Afin de se trouver dans la réalité à un  $\lambda$  très légèrement inférieur à 1 (un peu plus riche que le dosage stoechiométrique  $\lambda = 1$ ), on crée une dissymétrie de la régulation :  
En phase d'enrichissement (correction intégrale positive car on est pauvre), si la sonde bascule dans le domaine riche on enclenche alors un "temps de retard de basculement" pendant lequel on bloque l'intégrateur de régulation de richesse, et on maintient en sortie le facteur de régulation de richesse à la valeur instantanée de l'intégrateur. Ce temps de retard n'existe pas lors d'un saut de sonde riche  $\rightarrow$  pauvre.
- Régulièrement, au rythme de toutes les 10 ms, un accumulateur (Intégrateur) s'incrémente ou se décrémente de la valeur FI calculée, ce qui revient à un régulateur I. Au moment où l'état sonde bascule, l'intégrateur est arrêté. Immédiatement, ou après écoulement complet de TRBT, la valeur actuelle de l'intégrateur est augmentée ou diminuée de la valeur FP, ce qui équivaut à un régulateur proportionnel. C'est le mode de fonctionnement de cet accumulateur, qui permet à  $FR\lambda$  d'évoluer en fonction du signal sonde.
- $FR\lambda$  est limité à une valeur mini et une valeur maxi plausibles.
- Afin de tenir compte des temps de réaction de la sonde, on crée un temps de blocage : à chaque basculement de la sonde, ce temps de blocage s'enclenche. Tant qu'il n'est pas écoulé, le signe actuel correspondant au domaine de la sonde sera maintenu, même si la sonde bascule brusquement dans le domaine inverse, ainsi le régulateur ne s'en rendra pas compte.

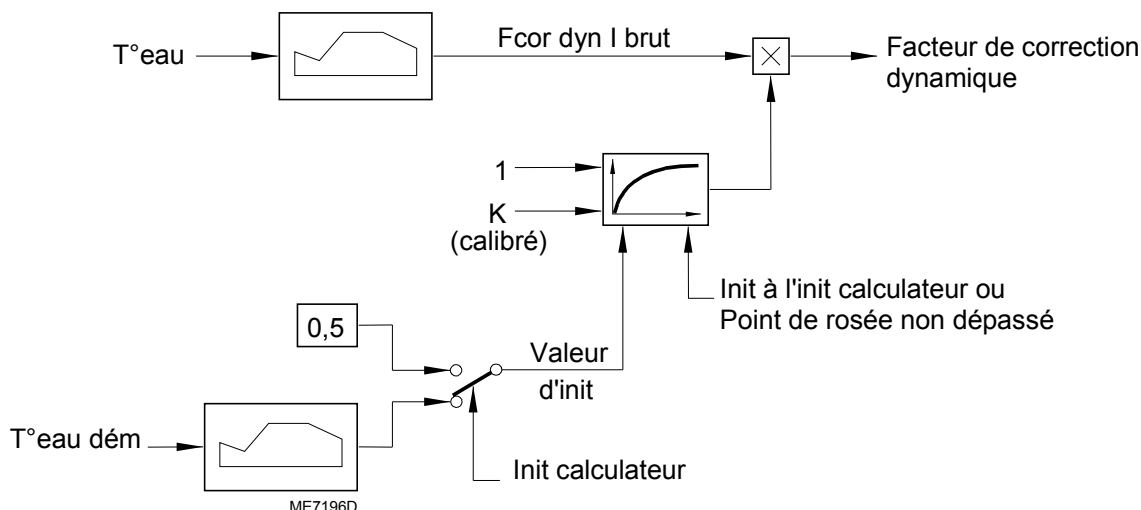


MP7054D

### 3 - Calcul de Fi et FP



Les facteurs de régulation Fi et FP sont corrigés par un facteur prenant en compte la charge en vapeurs d'essence du canister, ceci par l'intermédiaire du facteur Ftaux purge réel issu de la fonction purge canister. Le facteur Fi peut être pondéré par un facteur  $f(T^{\circ}\text{eau})$  ; en effet, lorsque la sonde n'a pas encore atteint sa température de fonctionnement, son temps de réponse peut être plus long. Il est alors souhaitable de diminuer la pente de la correction intégrale afin de maintenir l'amplitude de régulation souhaitée.



Le facteur de correction dynamique  $f(T^{\circ}\text{eau})$  doit néanmoins être pondéré, car la puissance de chauffage de la sonde est réduite tant que le point de rosée n'est pas dépassé. Cela se fait grâce à un filtre passe bas dont la valeur d'initialisation  $f(T^{\circ}\text{eau dém})$  donne la réduction à infliger à  $F_{\text{cor dyn I brut}}$ . Cette réduction s'efface progressivement pour devenir inactive lorsqu'elle devient égale à 1.

**Particularité :** Dans le cas d'un défaut concernant la fonction purge canister, ou du défaut "vanne de purge bloquée ouverte", on augmente FI et FP à l'aide d'un facteur calibré. Ceci permet d'augmenter le saut proportionnel et la vitesse d'intégrateur, et d'avoir une régulation de richesse acceptable, même si la fonction purge ne peut plus l'influencer.

#### 4 - Bornage du facteur de régulation

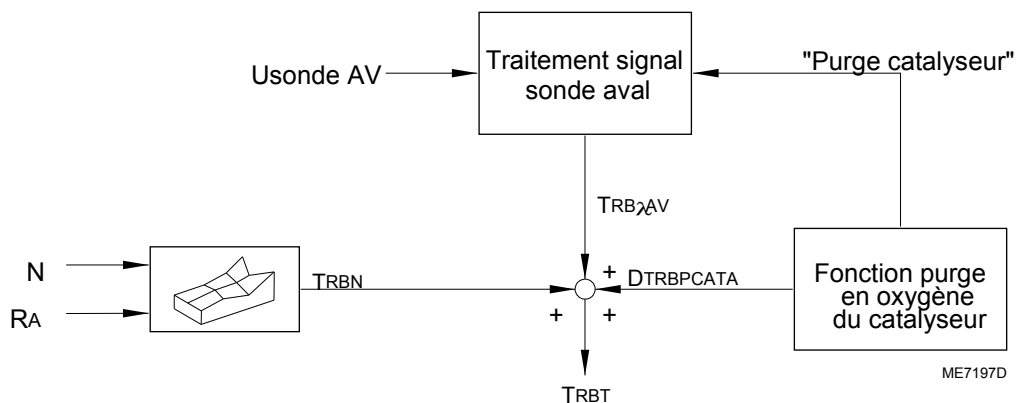
##### a - Bornage minimal

La valeur minimale admissible de  $FR\lambda$  est issue d'une cartographie ( $T^{\circ}\text{eau}$ , Temps écoulé depuis fin de démarrage).

##### b - Bornage maximal

- La valeur maximale de  $FR\lambda$  est calibrée.
- Dans le cas d'un défaut concernant la fonction purge canister, ou du défaut "vanne de purge bloquée ouverte", on utilise une valeur maximale calibrée spécifique.

#### 5 - Détermination du temps de retard TRBT



TRBT = Temps de retard basculement sonde total

TRBN = Temps de retard basculement normal f(N/RA)

DTRBPCATA = Delta TRB lors d'une purge du catalyseur

TRB $\lambda$ AV = Temps de retard basculement (positif ou négatif) issu de l'étage de traitement du signal de la sonde aval (ou régulation aval).

Le schéma ci-dessus permet de constater que la seule influence de la "régulation aval" se situe dans la détermination du temps de retard basculement de la régulation amont.

## 6 - Détermination de la course de régulation

Cette grandeur est utilisée par la fonction adaptation de la compensation en transitoire.

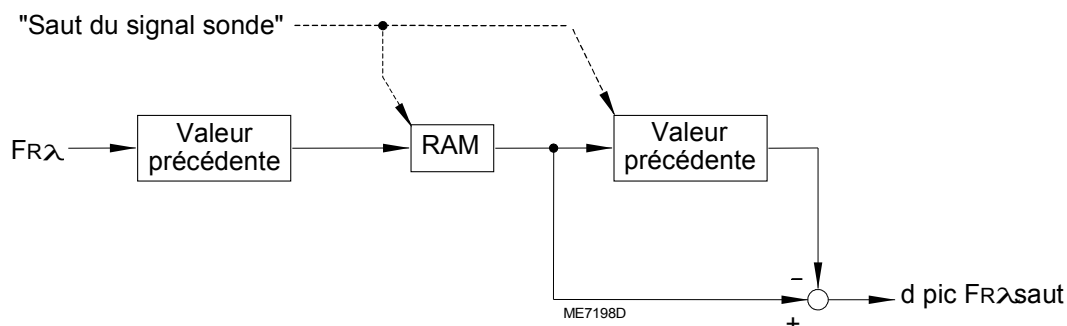
### Principe

On mesure la différence de la valeur de  $FR\lambda$  entre deux sauts de sonde à oxygène (valeur de  $FR\lambda$  = valeur issue du régulateur intégral). C'est ce que l'on appelle l'amplitude de régulation. Cette grandeur porte l'abréviation dpic  $FR\lambda$  saut.

Quand il n'y a pas de perturbation particulière, la régulation de richesse est à peu près équilibrée. C'est ce que l'on appelle "l'état stationnaire". Si on connaît l'amplitude en stationnaire, on peut la considérer comme valeur de consigne. Cette grandeur porte l'abréviation Ampli  $FR\lambda$  stat.

C'est la comparaison entre ces deux grandeurs qui est à l'origine d'une modification du facteur d'adaptation en transitoire.

### Calcul de dpic $FR\lambda$ saut



A chaque fois que le signal sonde appartient à un domaine différent du précédent, on déclare qu'il y a "saut du signal sonde". A chaque apparition de ce flag on relève la valeur qu'avait  $FR\lambda$  juste avant. La différence de valeur de  $FR\lambda$  entre deux sauts de la sonde représente l'amplitude instantanée de la régulation de richesse.

### Calcul de Ampli $FR\lambda$ stat

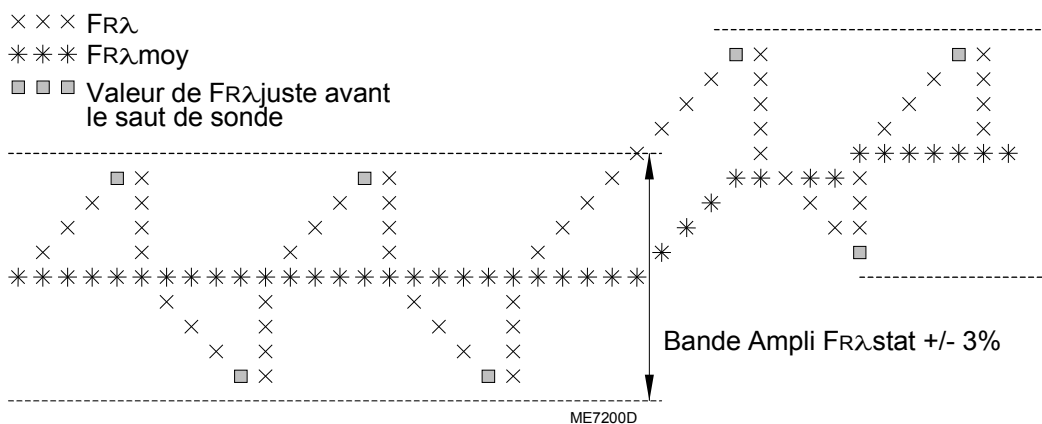
Quand une sonde à oxygène est neuve, l'amplitude normale en stationnaire est de 6%. C'est cette valeur qui est utilisée la toute première fois. Malheureusement, l'amplitude balayée par le facteur de régulation  $FR\lambda$  peut, par rapport à la référence de 6% à l'état neuf, changer de façon importante au fur et à mesure que la sonde vieillit.

Il faut donc adapter l'amplitude de consigne. Aussi, systématiquement lorsque la régulation est stationnaire, le calculateur relève l'amplitude instantanée à chaque signal "saut de sonde", la filtre et la mémorise dans une RAM permanente. D'autre part, on différencie l'apprentissage de l'amplitude de consigne selon le type d'adaptation de régulation de richesse appliquée : adaptation normale, ou adaptation de purge canister.



## 8 - Calcul du facteur de régulation de richesse moyen

Cette grandeur  $FR\lambda_{moy}$  est utilisée dans les fonctions auto adaptation de richesse, purge canister, diagnostic du système d'alimentation carburant.



Le principe de calcul est le suivant :

- $FR\lambda_{moy}$  est calculé à récurrence de 10 ms,
- Tant que  $FR\lambda$  se trouve dans la bande  $Ampli FR\lambda stat = 6\%$  ( $dpic FR\lambda saut \leq 6\%$ )  $FR\lambda_{moy} =$  moyenne des deux valeurs de  $FR\lambda$  juste avant les deux derniers sauts de sonde ; cela se calcule à chaque saut de sonde ( $FR\lambda_{moy} = dpic FR\lambda saut / 2$ ),
- Si  $FR\lambda$  sort de la bande normale de 6%,  $FR\lambda_{moy}$  est déjà amené à la valeur de laquelle  $FR\lambda$  a dépassé la bande 6%, puis toutes les 10 ms, on incrémente  $FR\lambda_{moy}$  de la variation qu'a subi  $FR\lambda$  en 10 ms. Puis, au premier saut de sonde après cette phase de "suivi  $FR\lambda$ ", on bloque  $FR\lambda_{moy}$  jusqu'au prochain saut.
- Au premier saut de sonde après coupure en décélération ou au démarrage moteur, la valeur moyenne n'est pas reprise.
- $FR\lambda_{moy} =$  valeur instantanée de  $FR\lambda$  si  $FR\lambda$  est en butée mini ou maxi ou si la régulation de richesse n'est plus autorisée.

## 9 - Génération du flag "période valide, condition stationnaire temps/amplitude remplie"

Ce flag est utilisé pour le diagnostic vieillissement de la sonde à oxygène amont. Il est mis à 1 si on est en stationnaire et "saut de sonde" = 1 et "enrichissement reconnu" = 0 et "appauvrissement reconnu" = 0.

Si  $|dpic FR\lambda saut - Ampli FR\lambda stat| > 2\%$  et  $dpic FR\lambda saut \geq 0 \rightarrow$  "Appauvrissement reconnu".

Si  $|dpic FR\lambda saut - Ampli FR\lambda stat| > 2\%$  et  $dpic FR\lambda saut < 0 \rightarrow$  "Enrichissement reconnu".

## D - AUTO-ADAPTATION

Ceci consiste à adapter constamment les corrections de richesse aux conditions extérieures de fonctionnement non mesurées.

### 1 - Conditions d'auto-adaptation

Le calculateur génère deux flags d'autorisation, un pour chaque rangée. Pour chacune d'entre elles, les conditions sont les suivantes :

- régulation de richesse en fonctionnement depuis 2 s,
- purge canister non autorisée ou "compensation en transitoire agit fortement" = 0,
- L'adaptation est prévue par le phasage purge/adaptation,
- hors pleine charge,
- température d'eau  $\geq 70^{\circ}\text{C}$ ,
- $\alpha \text{ pap/but bas} \leq \text{Seuil } f(N) \rightarrow \text{de } 58,5\% \text{ à } 94\%$ ,
- température d'air  $< 80^{\circ}\text{C}$ ,
- pas d'interdiction par l'auto diagnostic (défaut T°eau, Ubat, Capteur de pression, potentiomètre papillon, purge canister, somme ratés d'allumage signifiant des émissions de polluants, défaut capteur de régime, défaut apprentissage butée inférieure papillon).

### 2 - Paramètres influençant sur la richesse

- Densité de l'air (pression atmosphérique, altitude, température, humidité)
- Vieillesse du moteur (jeu aux soupapes, compression, encrassement filtre à air)
- Fuites d'air
- Dispersions diverses, dérives injecteurs.



### 3 - Principe

- Le calculateur détermine des zones dans lesquelles les variations de richesse peuvent venir des paramètres extérieurs cités précédemment.

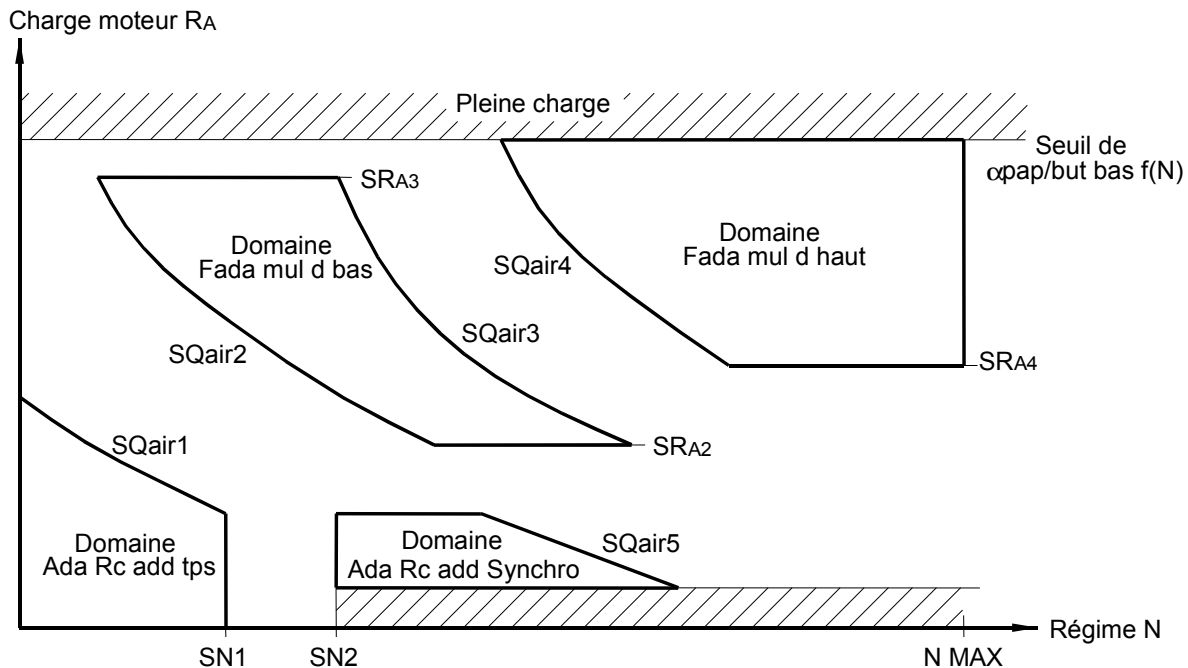
Pour cela, le calculateur prend en compte les trois variables suivantes :

- le régime (tr/mn),
- le débit massique d'air aspiré  $Q_{air}$  (kg/h),
- le remplissage relatif en air  $RA$  (%).

Quatre zones sont ainsi définies :

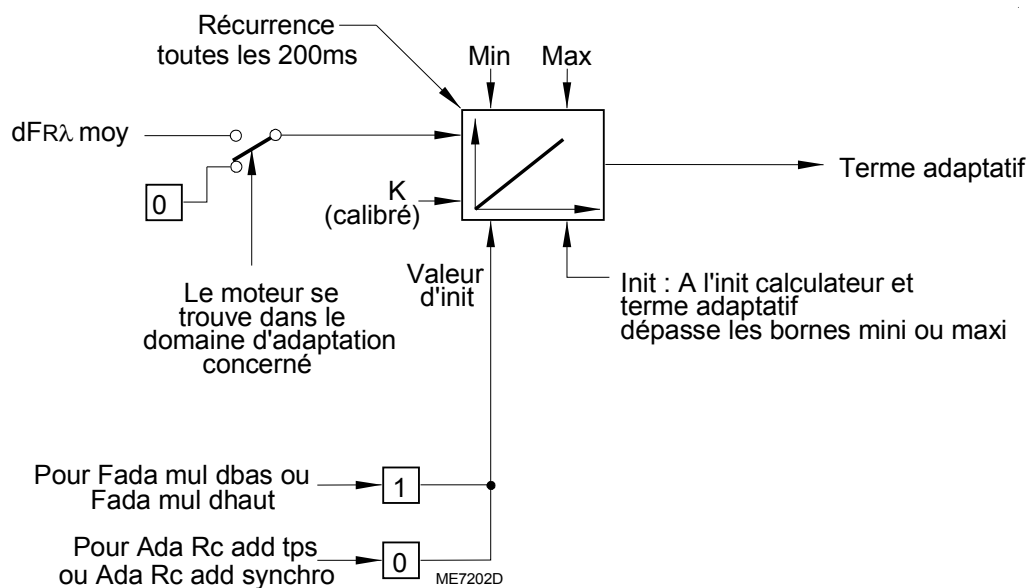
- une zone **1** liée au fonctionnement au ralenti (faible débit d'air, faible régime) → correction additive en fonction du temps Ada Rc addtps pour les écarts de richesse imputables à des prises d'air ou à l'encrassement des injecteurs par exemple,
  - $N \leq \text{Seuil calibré SN1 (800 tr/mn)}$ ,
  - $Q_{air} \leq \text{Seuil calibré SQair 1 (25 kg/h)}$ .
- une zone **2** très étendue avec un débit d'air élevé, et une charge moyenne sur une grande plage de régimes → Correction multiplicative domaine bas Fada mul dbas pour tenir compte des conditions atmosphériques (densité de l'air) et du vieillissement du moteur.
  - $\text{Seuil calibré SQair 2} \leq Q_{air} \leq \text{Seuil calibré SQair 3 (45 à 350 kg/h)}$ ,
  - $\text{Seuil calibré SRA 2} \leq RA \leq \text{Seuil calibré SRA 3 } (\simeq 23 \text{ à } 60\%)$ .
- une zone réservée à un domaine de très grands débits d'air, proche de la pleine charge, impliquant une correction multiplicative domaine haut Fada mul dhaut.
  - $Q_{air} \geq \text{Seuil calibré S Qair 4 (1000 kg/h)}$ ,
  - $RA \geq \text{Seuil calibré SRA 4 } (\simeq 40\%)$ .
- une zone définie pour des hauts régimes et des faibles charges, destinée à prendre en compte les dérives de richesse dues à un retard d'ouverture des injecteurs. Cela se fait par le biais d'une correction additive en fonction du rythme des injections Ada RC add synchro.
  - $N \geq \text{Seuil calibré SN2 (600 tr/mn)}$ ,
  - $Q_{air} \leq \text{Seuil calibré SQair 5 (25 kg/h)}$ ,
  - $\text{Seuil calibré SRA 4} \leq RA \leq \text{Seuil calibré SRA 5 (de 12 à 20\%)}$ .

**Remarque :** La correction additive pour pallier aux fuites d'air est dite "en fonction du temps" car elle réagit aux erreurs de mélange, donc à un mauvais débit d'air. Ce terme évolue donc dans le temps. La correction additive pour pallier au retard d'ouverture des injecteurs est dite "en fonction des injections" car elle réagit aux erreurs de mélange qui vont se produire à chaque fois qu'un injecteur est commandé. Ce terme additif évolue donc de façon synchrone aux injections.



ME7201D

- Calcul des termes d'adaptation :
  - chaque terme n'est calculé et donc mis à jour que lorsque le moteur se trouve dans son domaine correspondant,
  - la grandeur à partir de laquelle est calculé le terme d'adaptation est  $dFR\lambda_{\text{moy}} = FR\lambda_{\text{moy}} - 1$ , c'est à dire la dérive du facteur de régulation de richesse moyen par rapport à  $\lambda = 1$ ,
  - lorsque l'on se trouve dans un domaine d'adaptation, on relève  $dFR\lambda_{\text{moy}}$  ; le terme adaptatif correspondant au domaine concerné résulte de l'intégration de  $dFR\lambda_{\text{moy}}$ , avec limitation à une valeur mini et une valeur maxi calibrées. Valeur de sortie  $(t) = \text{valeur de sortie } (t-1) + K \cdot \text{valeur d'entrée}$ .



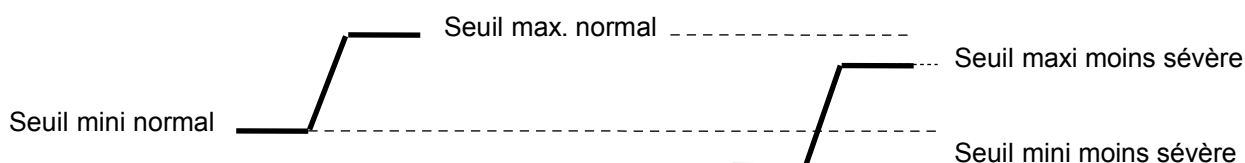
ME7202D

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

**Remarque :** Un mot de codage peut entraîner une initialisation permanente de l'intégrateur, ce qui revient à inhiber l'adaptation concernée.

- Les valeurs d'adaptation sont mémorisées afin de ne pas être perdues à l'arrêt du moteur.

**Cas particulier :** Si lors de la phase précédente d'adaptation de purge canister, il s'est avéré que celui-ci était fortement chargé en vapeurs d'essence (seuil calibré dépassé), on utilise des seuils de limitation moins sévères, dits "réduits".



#### 4 - Application des termes d'adaptation

$$\text{Ada RC add} = \text{Ada RC add synchro} + \text{Ada RC add tps} \times \frac{640}{\text{Max}[640, N]}$$
 Par cette formule, à hauts régimes, la correction sur fuites d'air est faible, mais est apportée régulièrement en suivant les fréquences.

Fada mul = Fada mul dbas si  $Q_{\text{air}} \leq S Q_{\text{air } 3}$   
 Fada mul dhaut si  $Q_{\text{air}} \geq S Q_{\text{air } 4}$   
 Pour  $S Q_{\text{air } 3} < Q_{\text{air}} < S Q_{\text{air } 4}$ , on interpole entre Fada mul dbas et Fada mul dhaut :

$$\text{Fada mul} = \frac{Q_{\text{air}} - S Q_{\text{air } 3}}{S Q_{\text{air } 4} - S Q_{\text{air } 3}} \times (\text{Fada mul dhaut} - \text{Fada mul dbas}) + \text{Fada mul dbas}$$

## E - FONCTION PURGE CATALYSEUR

Fonction non activée pour l'instant.

### 1 - But

Lors d'une coupure d'injection en décélération, le catalyseur emmagasine de l'oxygène. Il faut donc éliminer le plus rapidement possible cet oxygène après la phase de coupure afin de retrouver des conditions normales de fonctionnement du catalyseur (du point de vue de la régulation de richesse après cata).

La méthode de purge consiste à décaler la richesse dans le sens "plus riche" : en ajoutant un temps de retard de basculement spécifique DTRBPCATA au temps de retard TRBT.

En élaborant une consigne de richesse spécifique Cons  $\lambda$  purge cata.

### 2 - Conditions générales

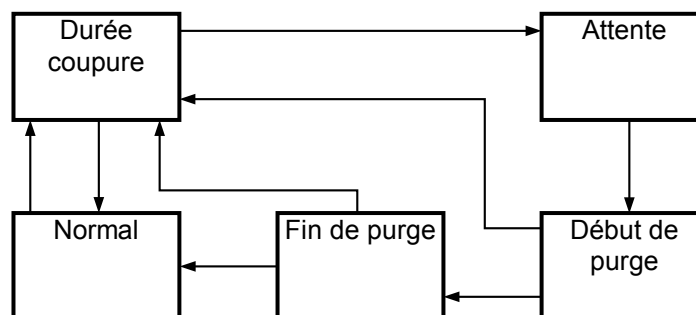
- $N < 4000$  tr/mn  $\rightarrow$  la fonction purge catalyseur est possible.
- Coupure en décélération active ou coupure d'injecteur sur la rangée concernée ou [Cons  $\lambda$ /site sonde  $> 1$  et fonction purge autorisée dans ce cas par un mot code]  $\rightarrow$  La fonction purge catalyseur est "nécessaire".

### 3 - Calcul du temps de retard au basculement DTRBPCATA

Pour une rangée de cylindres, DTRBPCATA est issu d'une table dont la variable d'entrée est Qair. Il est appliqué jusqu'à ce que la valeur de sortie d'un intégrateur de Qair dépasse un seuil maximal.

Tout ceci est géré par un automate.

#### Description de l'automate



### Transitions

- Normal → Durée coupure : Il y a coupure d'injection sur un ou plusieurs injecteurs de la rangée concernée ou [ $\text{Cons } \lambda/\text{site sonde} > 1$  et  $N < 4000 \text{ tr/mn}$ ].  
Un compteur de temps est réinitialisé.
- Durée coupure → Normal : La phase de coupure a cessé avant écoulement d'un temps minimal.
- Durée coupure → Attente : Le temps minimal en coupure est écoulé et  $U_{\text{sonde AM}} < \text{Seuil}$  et [ $U_{\text{sonde AV}} < \text{Seuil}$  ou sonde aval non prête à fonctionner].
- Attente → Début de purge : Il y a injection sur tous les cylindres de la rangée concernée et  $\text{Cons } \lambda/\text{site sonde} = 1$ . L'intégrateur iQair purge est réinitialisé lors de la transition.
- Début de purge → Fin de purge → [ $U_{\text{sonde AV}} > \text{Seuil}$  et sonde aval prête à fonctionner] ou  $i\text{Qair purge} > \text{Seuil maxi calculé}$ . L'intégrateur iQair purge est réinitialisé lors de la transition.
- Début de purge → Durée coupure ; il y a coupure sur un ou plusieurs injecteurs de la rangée concernée ou [ $\text{Cons } \lambda/\text{site sonde} > 1$  et  $N < 4000 \text{ tr/mn}$ ]. Le compteur de temps est réinitialisé.
- Fin de purge → Normal :  $i\text{Qair purge} > \text{Seuil maxi}$ .
- Fin de purge → Durée coupure : idem Début de purge → Durée coupure.

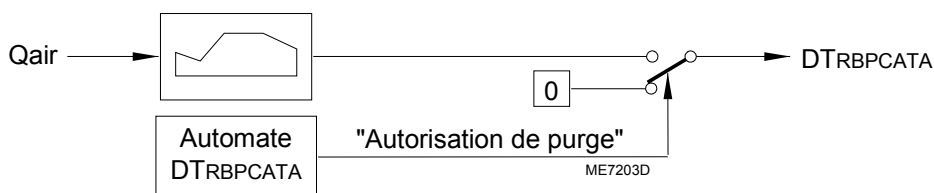
### Déroulement

Le temps de retard au basculement DTRBPCATA est fourni à la régulation de richesse lorsque le temps minimal de coupure d'injection est dépassé (0,4 s).

Néanmoins, on assure que l'on est effectivement pauvre ( $U_{\text{sonde AM}} < 0,149\text{V}$  et  $U_{\text{sonde AV}} < 0,082 \rightarrow$  mélange pauvre et cata rempli d'oxygène), et que l'injection a repris.

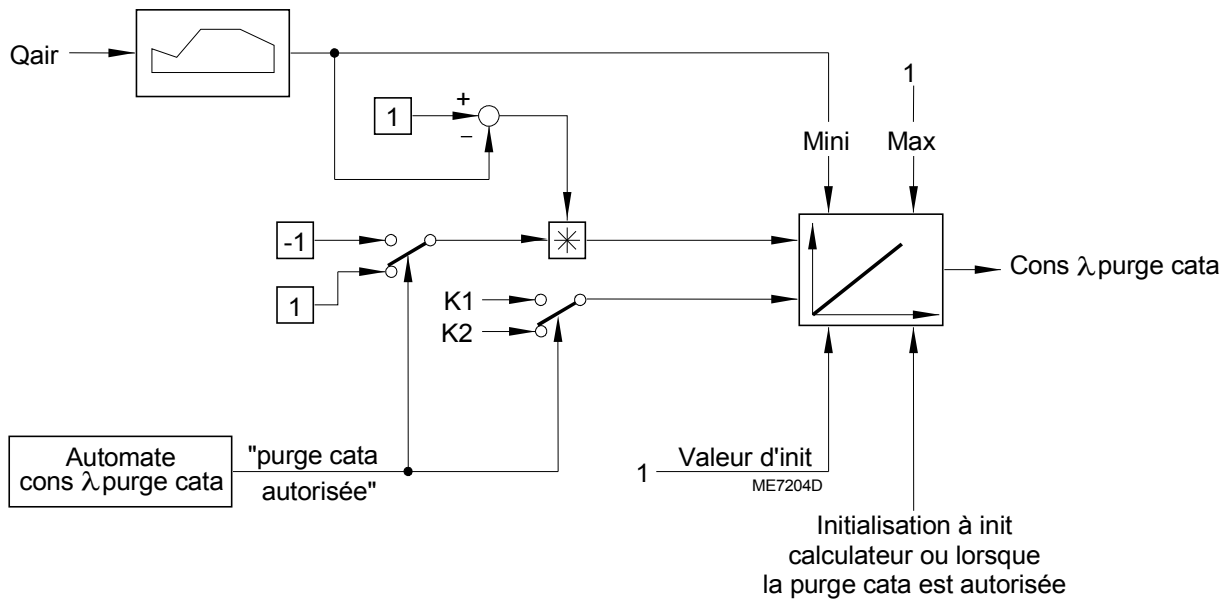
La fin de purge est déclarée lorsque :

- $U_{\text{sonde AV}} > 0,301\text{V}$   
ou
- $i\text{Qair purge} > \text{Seuil maxi } f(T^{\circ}\text{échap aval})$  corrigé en fonction de la moyenne d'amplitude du signal sonde aval en provenance du diagnostic "efficacité catalyseur".  $i\text{Qair purge nouveau} = (i\text{Qair purge ancien} + Q_{\text{air}} \cdot dt)$ .

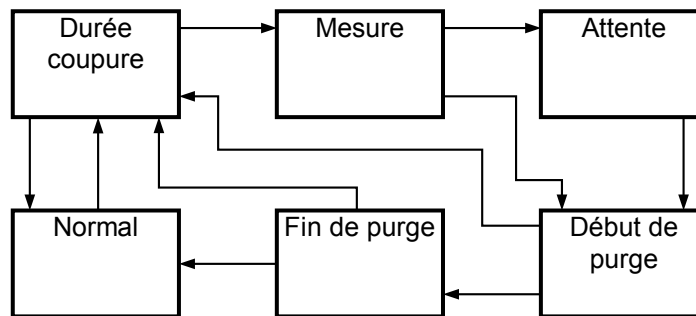


#### 4 - Calcul de la consigne de richesse Cons $\lambda$ purge cata

Pour une rangée de cylindres, Cons  $\lambda$  purge cata est issue de l'intégration d'une valeur fonction de Qair.



#### Description de l'automate



#### Transitions

- Normal → durée coupure : Il y a coupure d'injection sur un ou plusieurs injecteurs de la rangée concernée ou [Cons  $\lambda$ /site sonde > 1 et N < 4000 tr/mn].  
Un compteur de temps est réinitialisé.
- Durée coupure → Normal : La phase de coupure a cessé avant écoulement d'un temps minimal.
- Durée coupure → Mesure : Le temps minimal en coupure est écoulé et Usonde AM < Seuil ; on lance alors la mesure du débit d'air et son intégration.
- Mesure → Attente :  $iQ_{air} \lambda$  purge cata > Seuil maxi calculé  $f(T^\circ \text{ échap aval})$  ou [Usonde AV < Seuil et sonde avale prête à fonctionner].

- Mesure → Début purge : Cons  $\lambda$ /site sonde = 1 et coupure en décél = 0 et coupure d'injecteurs sur rangée concernée = 1. On calcule iQair  $\lambda$  purge cata.
- Attente → Début purge : idem ci-dessus. A la transition, l'intégrateur de iQair  $\lambda$  purge est réinitialisé.
- Début de purge → fin de purge : (Usonde AV > Seuil et sonde aval prête à fonctionner) ou iQair  $\lambda$  purge cata > (iQair  $\lambda$  purge cata • 2,5) ou [N < 4000 tr/mn et Cons  $\lambda$  purge cata f(Qair) ≠ 1].  
A la transition, l'intégrateur de iQair  $\lambda$  purge cata est réinitialisé.
- Début de purge → Durée coupure : Coupure en décélération ou pas de coupure d'injecteurs de la rangée concernée ou (Cons  $\lambda$ /site sonde > 1 et N < 4000 tr/mn).

Le compteur de temps est réinitialisé.

- Fin de purge → Durée coupure : idem ci-dessus.
- Fin de purge → Normal : iQair  $\lambda$  purge cata > Seuil maxi.

### Déroulement

On calcule Cons  $\lambda$  purge cata en permanence. Si la coupure en décélération dure au moins 0,4s et que iQair  $\lambda$  purge cata > Seuil maxi, alors lorsque la coupure en décél est terminée, on fournit à la régulation de richesse une consigne de  $\lambda$  inférieure à 1, donc on enrichit. Ceci se fait sans à coup puisque Cons  $\lambda$  purge cata est issue d'un intégrateur.

La fin de purge est déclarée lorsque la sonde aval indique "riche" ou que le débit d'air aspiré par le moteur depuis le début de purge est important.

On revient alors par intégration à Cons  $\lambda$  purge cata = 1.

iQair  $\lambda$  purge cata nouveau = 1Qair  $\lambda$  purge cata ancien + (Qair • dt • (1-1/Cons  $\lambda$  purge cata interne))

avec Cons  $\lambda$  purge cata interne =

- 16 en coupure décélération,
- $1 + (1/\text{Fréat} - 1) \cdot 0,5$  si cette valeur est inférieure à Cons  $\lambda$  purge cata,
- Cons  $\lambda$ /site sonde en dehors des deux cas précités.

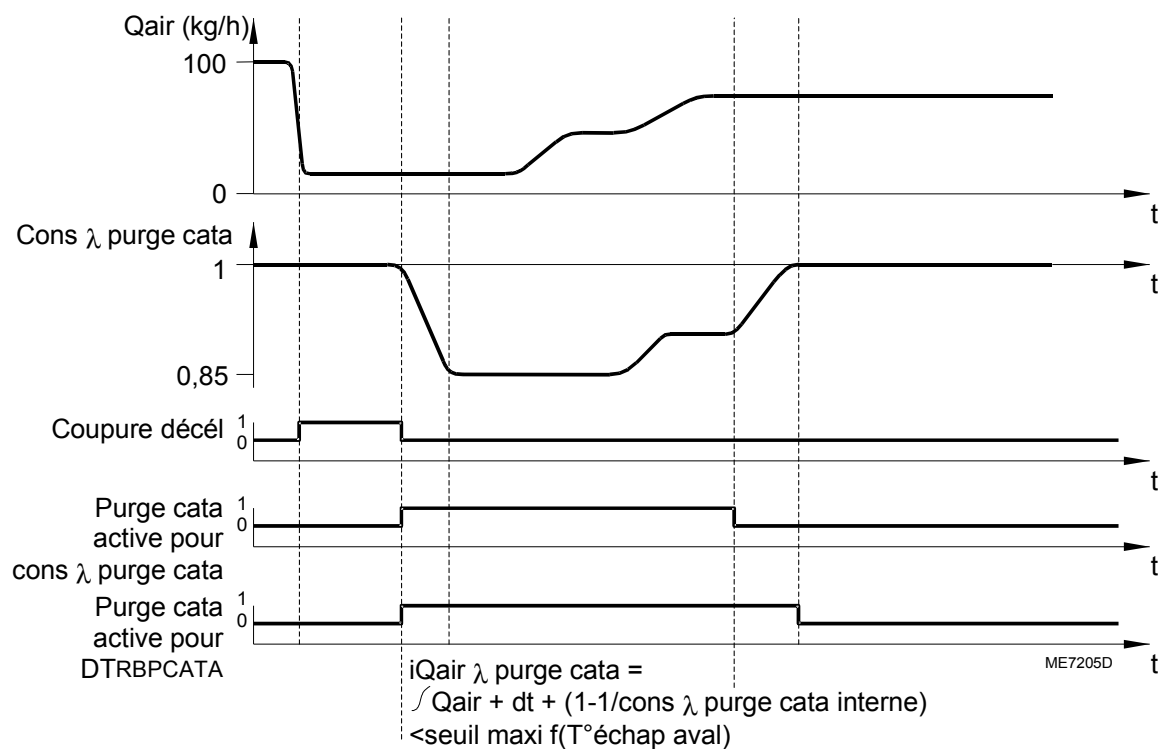
**Remarques :** En dehors de la purge catalyseur Cons  $\lambda$  purge cata = 8, ce qui évite qu'elle soit appliquée.

La fonction purge catalyseur active bloque la régulation après catalyseur.

DTRBPCATA f(Qair) = de 0,4 s à 0,1 s.

Cons  $\lambda$  purge cata f(Qair)  $\simeq$  de 0,7 à 0,9.

## Illustration





## F - REGULATION DE RICHESSE AVAL CATALYSEUR

La régulation avec une sonde après le catalyseur se superpose à la régulation de richesse avec la sonde amont catalyseur. L'unique influence sur la régulation amont se fait par l'intermédiaire de la grandeur de correction du temps de retard basculement  $TRB_{\lambda AV}$  (positif ou négatif).

## 1 - Conditions d'enclenchement (pour une rangée)

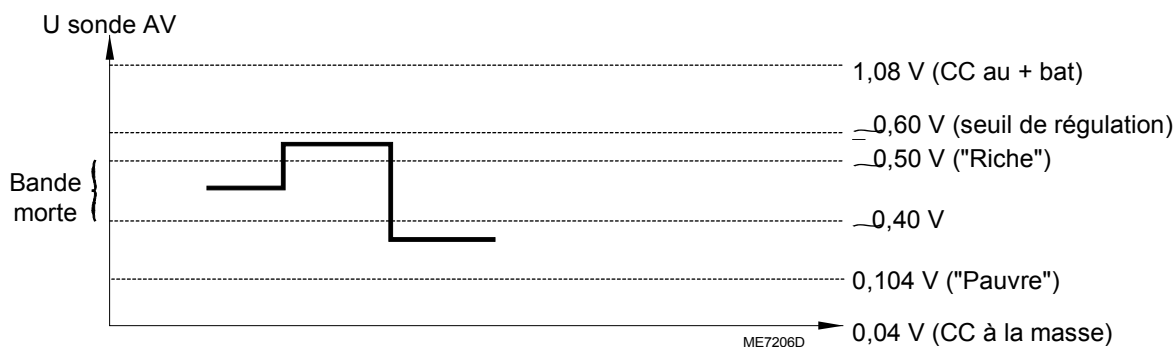
## a - Conditions pour la partie proportionnelle

- Sonde aval disponible → Sa tension quitte une bande morte et devient comprise entre 0,5 et 1,08V, ou entre 0,40 et 0,04V pendant au moins 0,2 s.
- Régulation de richesse amont active depuis plus de 1 s.
- Température catalyseur ( $T^{\circ}\text{échap aval}$ )  $\geq$  seuil calibré ( $300^{\circ}\text{C}$ ).
- Fonction purge cata inactive.
- Pas de défauts concernant : conversion du catalyseur, chauffage sonde amont, chauffage sonde aval, seuils défauts d'adaptation dépassés, somme ratés d'allumage signifiant émissions de polluants, capteur pression, étage puissance purge canister.

## b - Conditions pour la partie intégrale

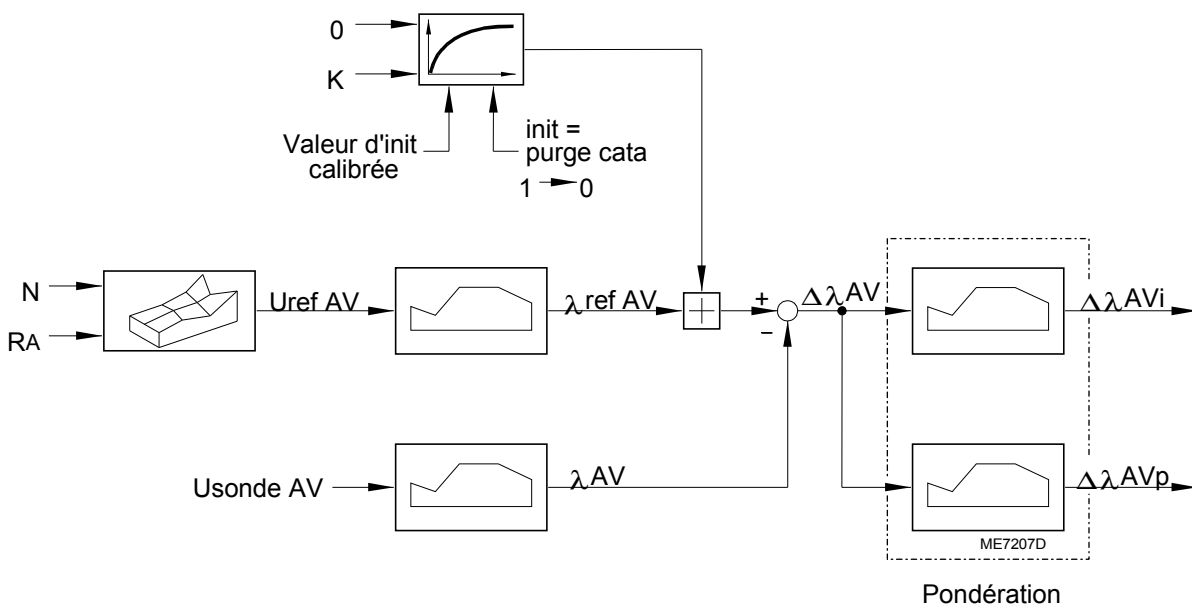
Idem partie proportionnelle +

- somme (intégration) des débits d'air aspirés par le moteur supérieure à un seuil calibré, à partir du moment où la fonction purge cata est désactivée,
- $1080 \text{ tr/mn} < N < 3000 \text{ tr/mn}$ ,
- RA compris entre deux seuils  $f(N)$  (entre  $\approx 18\%$  et  $45\%$ ),
- pas de purge canister avec "forte charge" en vapeurs d'essence.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## 2 - Exploitation du signal sonde (pour une rangée)

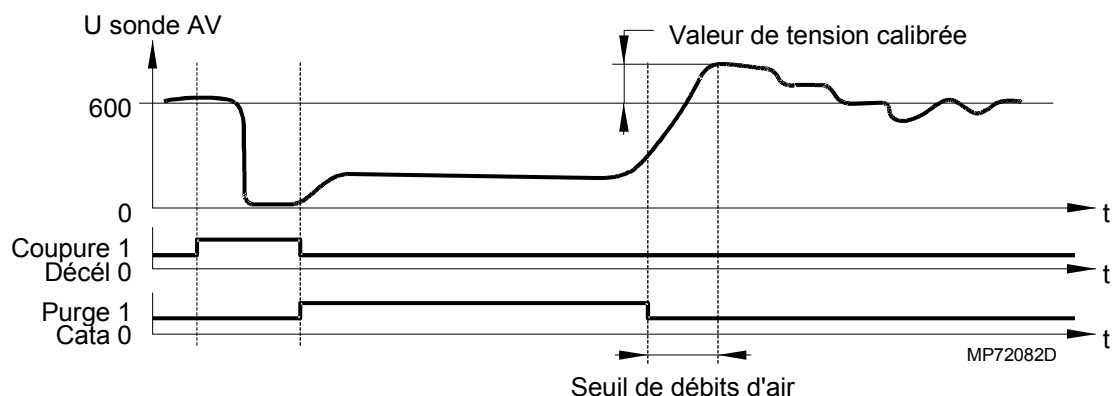


La tension de référence  $U_{ref\ AV}$  est fonction du point de fonctionnement du moteur. La richesse peut ainsi varier selon la charge et le régime.

La tension de référence et la tension sonde avar sont linéarisées respectivement en une consigne de Lambda aval  $\lambda_{ref\ AV}$  et un "pseudo" lambda aval  $\lambda_{AV}$ . La différence  $\Delta\lambda_{AV} = \lambda_{ref\ AV} - \lambda_{AV}$  est ensuite pondérée, à l'aide de deux caractéristiques dédiées respectivement au régulateur intégral et au régulateur proportionnel. Ainsi, la correction proportionnelle et la vitesse de l'intégrateur sont proportionnelles à  $\Delta\lambda_{AV}$ .

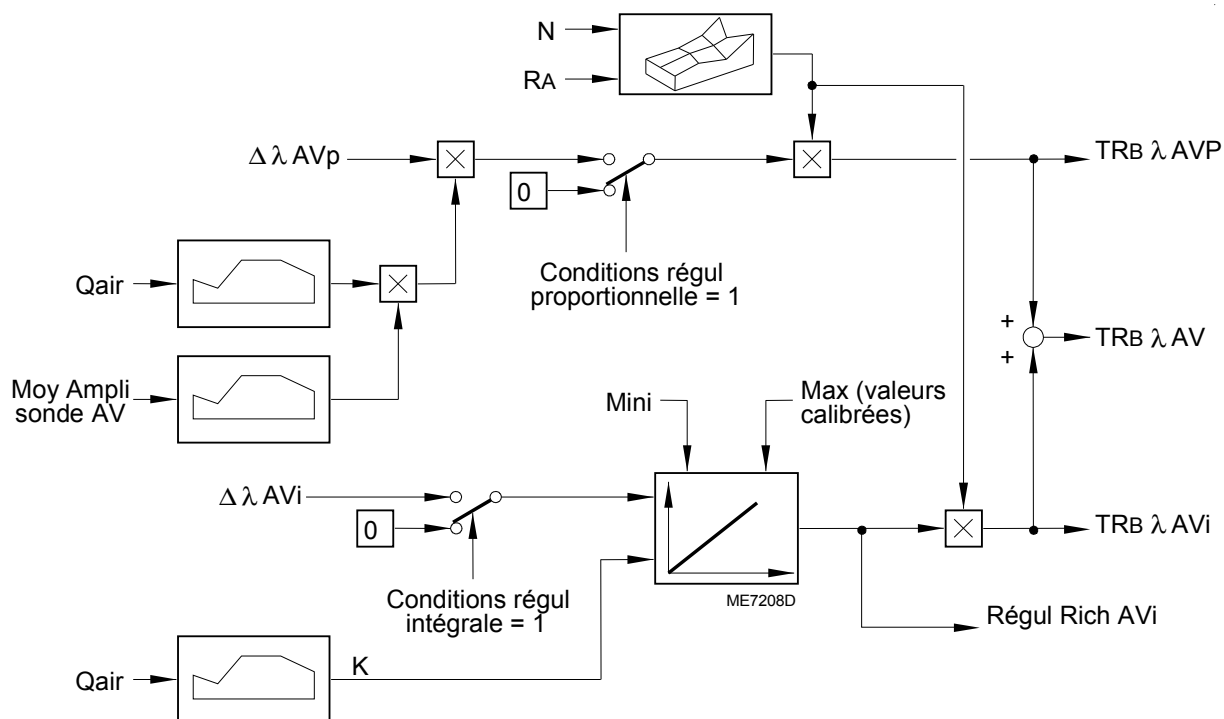
### Particularités

En sortie d'une phase de "purge cata", certains catalyseurs, de part leurs caractéristiques propres, ont une réaction telle que  $U_{sonde\ AV}$  passe au dessus du seuil de régulation 600 mV pendant 5 à 30 secondes. Pendant cette phase,  $U_{sonde\ AV}$  peut atteindre des valeurs de 750 à 800 mV. Pour cette raison, on prolonge la désactivation de la régulation aval jusqu'à ce que la somme des débits d'air aspirés par le moteur dépasse un certain seuil. La vitesse d'intégration détermine le temps nécessaire au dépassement du seuil, c'est-à-dire pour que cette masse d'air parvienne au catalyseur. Pour que le temps de désactivation de la régulation aval après une purge cata soit le plus court possible, il faut calibrer une vitesse d'intégration plus rapide. En contre partie, on augmente le seuil de régulation d'une valeur calibrée que l'on filtre jusqu'à 0 suivant une caractéristique tenant compte du comportement de la tension sonde.



### 3 - Régulation aval (pour une rangée)

La régulation aval et de type proportionnel intégral, et agit à partir de la différence entre un "lambda" de référence  $f(N, RA)$  et le "pseudo" lambda donné par la sonde,  $\Delta \lambda AV$ .  $\Delta \lambda AV$  est pondérée grâce à une courbe caractéristique  $f(\Delta \lambda AV)$  : on obtient une valeur  $\Delta \lambda AVi$  pour la régulation intégrale, et une valeur  $\Delta \lambda AVp$  pour la régulation proportionnelle, se présentant sous la forme de facteurs  $x, ..$  sans unité.



- La régulation proportionnelle compense les erreurs d'apprentissage de la richesse aval dues à la capacité des catalyseurs actuels à stocker l'oxygène. La correction proportionnelle agit par l'intermédiaire d'un facteur fonction du débit d'air aspiré, et d'un facteur fonction de la moyenne de l'amplitude du signal de la sonde aval Moy Ampli sonde AV.

Cette grandeur dépend directement de la différence entre l'amplitude de la sonde aval, et l'amplitude modélisée du catalyseur ; elle est représentative du vieillissement du catalyseur.

Un vieillissement du catalyseur modifie les réactions du signal sonde aval ; il faut donc en tenir compte dans la correction proportionnelle.

- La vitesse d'intégration dépend du débit massique d'air  $Q_a$ . En effet, la régulation aval doit être appliquée plus lentement que la régulation amont. Or, on constate que pour des débits d'air faibles (faible charge et faible régime), la tension de sonde aval est relativement irrégulière ; il ne faut donc pas prendre en compte trop fortement les battements de sonde. Par contre, pour des débits d'air élevés, il vaut mieux opter pour une vitesse d'intégration élevée.
- Les variations de l'excédent d'air  $\lambda$  dépendent de la fréquence de la régulation amont. Cette fréquence dépend elle même du point de fonctionnement moteur. Etant donné que la régulation aval influence les effets de la régulation amont, il faut corriger les parties proportionnelle et intégrale de la régulation aval, en fonction du point de fonctionnement du moteur.

$$\Delta \lambda = \frac{\text{Amplitude } FR_{\lambda} \times \Delta TRBT}{\text{période régulation}}$$

La formule ci-dessus montre que  $\Delta \lambda$  est directement proportionnel à l'amplitude du facteur de régulation de richesse et à la variation du temps de retard basculement, et inversement proportionnel à la période de régulation. TRBT doit donc être ajusté en fonction de la fréquence de régulation.

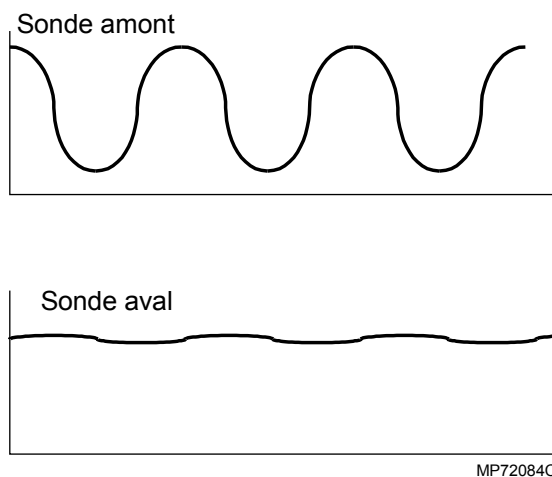
#### 4 - Rôle de la régulation aval

- Ajuster, affiner au plus près la régulation de richesse amont et pallier ainsi aux dérèglements de la sonde à oxygène amont (décalage de la caractéristique, temps de réponse).
- Permettre la détection du vieillissement de la sonde à oxygène (son temps de réponse).
- Compenser le vieillissement du catalyseur.
- La tension sonde aval en particulier, permet de contrôler le travail du catalyseur.

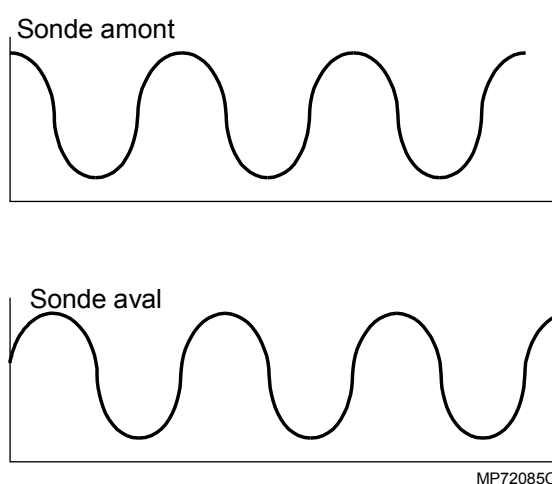
#### Utilisation de la sonde aval dans le diagnostic

Diagnostic catalyseur.

Principe de surveillance de l'efficacité catalyseur.



#### Catalyseur neuf

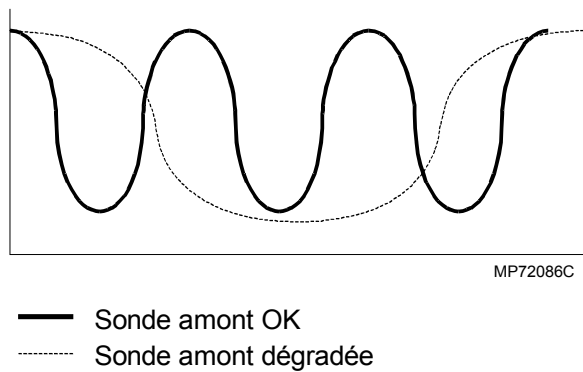


#### Catalyseur dégradé

Diagnostic de la sonde à oxygène

### Principe de diagnostic

En plus du diagnostic électrique, le vieillissement de la sonde est surveillé.

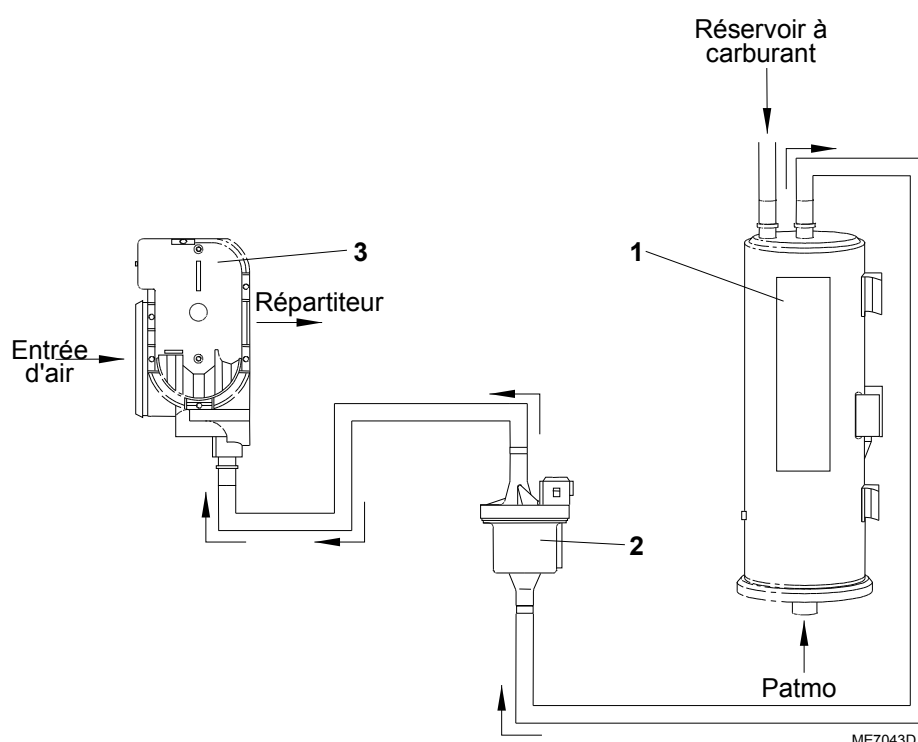


### III - REASPIRATION DES VAPEURS D'ESSENCE

#### A - INTRODUCTION

En plus des normes concernant les émissions toxiques à l'échappement, la législation inclut des réglementations sur l'émission des gaz provenant du réservoir à carburant. En effet, lorsque le carburant dans le réservoir s'échauffe suite à une forte température ambiante ou une forte température dans le circuit d'essence, ceci produit des vapeurs qui sont libérées sans précautions dans l'atmosphère. Grâce au circuit de purge canister, les vapeurs sont récupérées dans un filtre à charbon actif.

#### B - CIRCUIT DE RÉCUPÉRATION DES VAPEURS D'ESSENCE



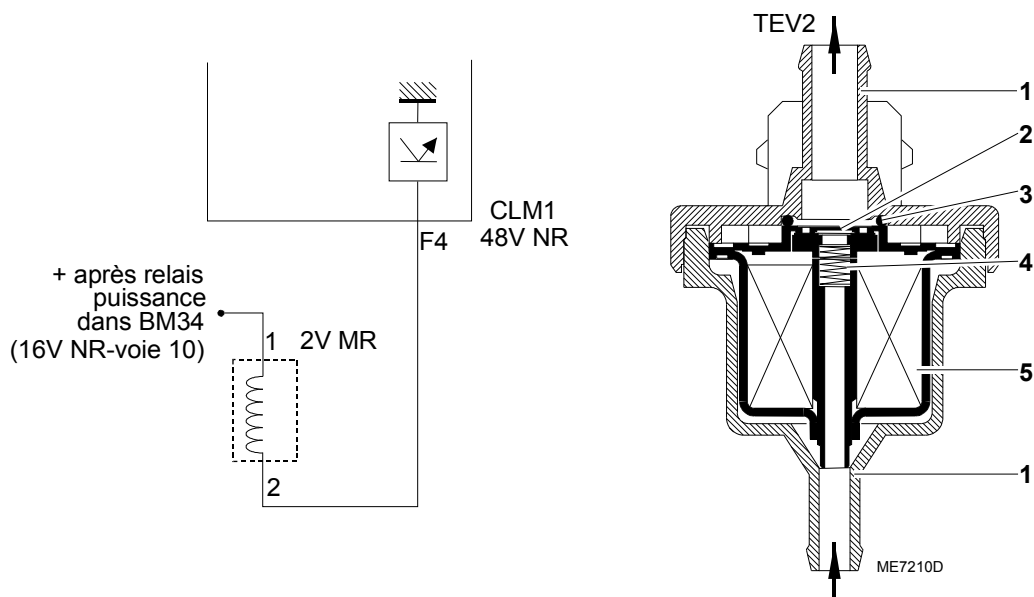
- 1 - Filtre à charbon actif (canister)
- 2 - Vanne de purge canister.
- 3 - Boîtier papillon

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

L'air contenu dans le réservoir est relâché dans l'atmosphère au travers du canister lorsque le moteur est arrêté. Les vapeurs d'essence sont quant à elles retenues par le charbon et y restent temporairement stockées jusqu'à ce que le moteur tourne. La dépression à l'intérieur de la tubulure d'admission pendant le fonctionnement du moteur a pour effet d'aspirer de l'air frais par le filtre à charbon. Ce flux d'air emporte avec lui les vapeurs d'essence stockées jusque là. Pour pouvoir régler ce flux d'air, une vanne RCO, commandée par le calculateur, est placée dans le circuit de réaspiration des vapeurs d'essence. Les gaz purgés peuvent créer un écart de richesse. L'ouverture de la vanne doit donc être adaptée aux conditions de fonctionnement du moteur.

## C - VANNE DE PURGE CANISTER

### 1 - Description



- 1 - Raccord pour flexible
- 2 - Clapet
- 3 - Noyau magnétique
- 4 - Ressort de rappel
- 5 - Enroulement magnétique



## 2 - Fonctionnement

Cette électrovanne est du type NF, ce qui veut dire "normalement fermée".

Donc, moteur arrêté, puis contact mis, elle est fermée et le reste.

Moteur tournant, le calculateur pilote l'électrovanne de purge dans des cas précis afin de vider le canister ; les vapeurs d'essence sont recyclées à l'admission. L'électrovanne est pilotée avec un rapport cyclique d'ouverture destiné à régler la quantité de gaz recyclés suivant les conditions de fonctionnement du moteur.

Pour un RCO de 0% (non alimenté), elle est fermée, alors que pour un RCO de 100% (alimentée en permanence), elle est pleinement ouverte. En l'activant et désactivant en alternance avec un rapport précis temps d'alimentation / temps de non alimentation, elle adopte une certaine position d'ouverture déterminant un certain débit de gaz provenant du canister.

## D - STRATEGIE DE PURGE

### 1 - Introduction

Cette nouvelle stratégie de purge est dite purge canister en fonction de la charge en hydrocarbures dans le canister.

Son but est d'ouvrir la vanne le plus possible afin de garantir une purge maximale du filtre à charbon actif tout en ne dégradant ni l'agrément, ni les émissions de polluants.

Ceci impose un dosage exact de la quantité d'essence globale apportée au moteur en fonctionnement dynamique (quantité injectée + quantité réaspirée par le circuit de purge).

Cette nouvelle purge a été motivée par la sévèrisation des conditions de test pour la détection des pertes par vaporisation dans le système d'alimentation en carburant.

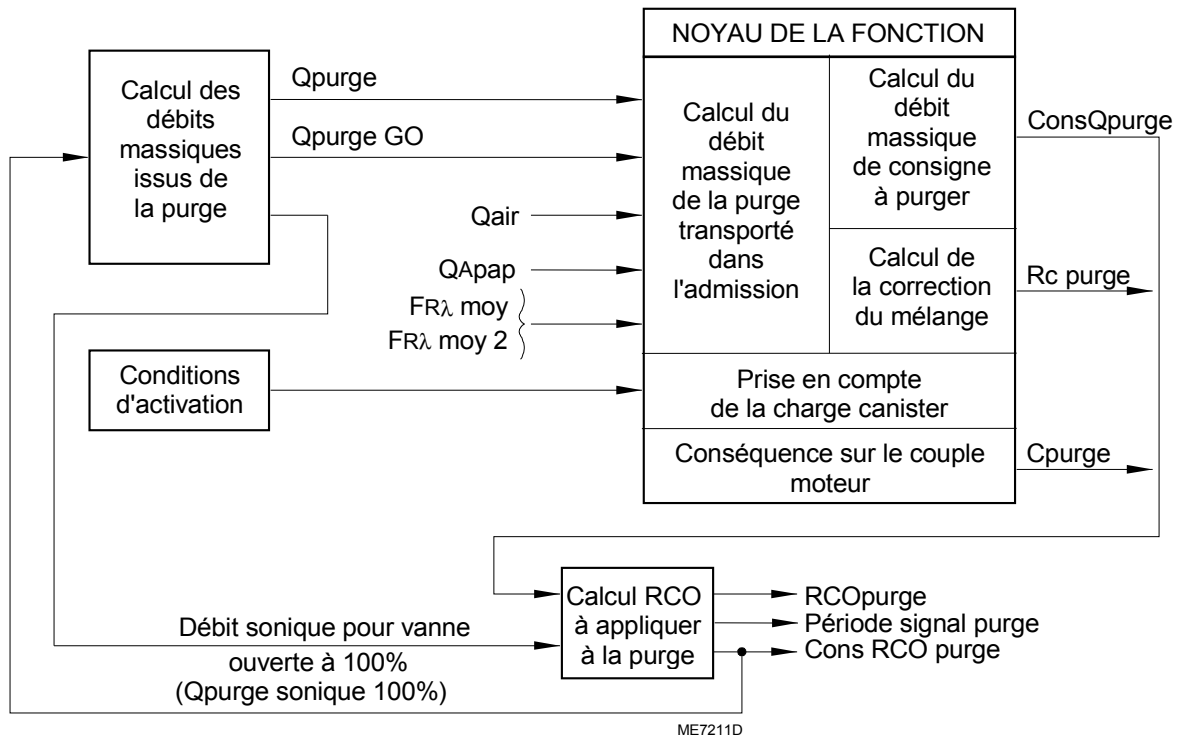
Par rapport à la fonction traditionnelle, la vanne n'est pas seulement pilotée en fonction de la charge et du régime, mais également en fonction de la charge du canister.

La purge influence le mélange de trois façons :

- masse relative de carburant en provenance de la purge à retrancher à la masse de carburant à injecter prévue,
- rapport cyclique de la vanne de purge (RCO) pour le dosage du flux de gaz dans le collecteur,
- consigne de couple intervenant dans la coordination des actions sur le couple partie air.

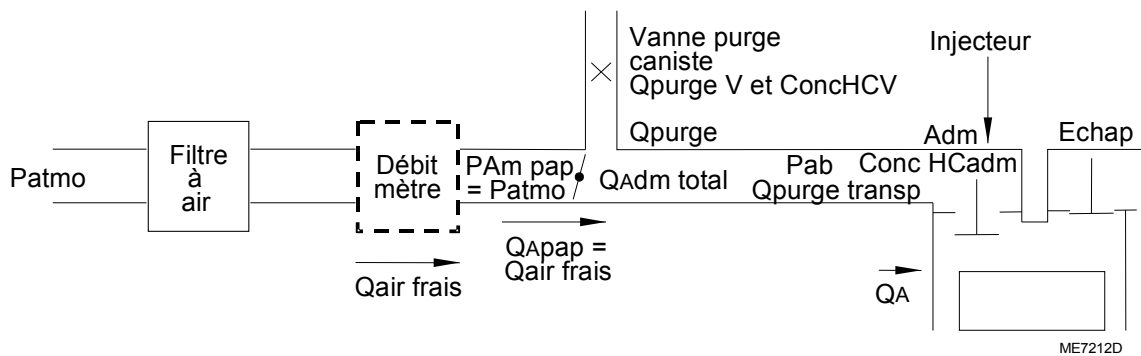
## 2 - Principe

### a - Structure de l'ensemble de la fonction



*Nota : A cet ensemble, il convient d'ajouter le bloc fonction s'occupant de phaser la purge.*

### b - Modèle de l'admission



**Légende**

$Q_{air\ frais}$  = Débit massique de gaz frais qui pourrait être mesuré avec un débitmètre.

$Q_{Apap}$  = Débit massique d'air à travers le papillon ;  $Q_{Apap} = Q_{air\ frais}$  car notre moteur est atmosphérique.

$Q_{purgeV}$  = Débit massique à la vanne de purge canister.

$Q_{purge}$  = Débit massique de purge s'écoulant au niveau du papillon.

$Q_{purge\ transp}$  = Débit massique de purge réellement transporté jusqu'à la soupape d'admission.

$Q_{Aadm\ total}$  =  $Q_{Apap} + Q_{purge}$  : Débit d'air massique total s'écoulant dans le conduit d'admission (sans prise en compte de l'EGR).

$Q_A$  = Débit massique total des gaz frais aspirés par le moteur (avec prise en compte des gaz recyclés).

$P_{ab}$  = Pression d'admission absolue en hPa.

$P_{atmo}$  = Pression atmosphérique en hPa.

$P_{Am\ pap}$  = pression en amont papillon

$Conc_{HC\ V}$  = Concentration en HC au niveau de la vanne de purge.

$Conc_{HCadm}$  = Concentration en HC au niveau des soupapes d'admission.

$Conc\ gaz\ purge\ V$  = Concentration en gaz recyclés dans l'admission au niveau du point de branchement de la vanne de purge.

$Conc\ gaz\ purge\ adm$  = Concentration en gaz recyclés dans l'admission au niveau des soupapes d'admission.

Il s'agit du "nombre" de particules de gaz issues du conduit de purge qui sont mélangées actuellement avec les particules d'air frais

⇒

$Conc\ gaz\ purge\ V = Q_{purge} / (Q_{Apap} + Q_{purge})$

$Conc\ gaz\ purge\ adm = Q_{purge\ transp} / Q_A$ .

### Considérations physiques

- La première grandeur importante à prendre en considération est  $Q_{\text{purge}}$ , c'est à dire le débit massique en provenance de la purge, qui s'écoule au niveau du papillon grâce à l'effet de dépression moteur.

**Attention :**  $Q_{\text{purge}}$  est considéré comme un débit d'air ; il convient donc d'apprendre par ailleurs la concentration en HC conc HC dont découlera la "charge" en vapeurs d'essence du canister Cc.

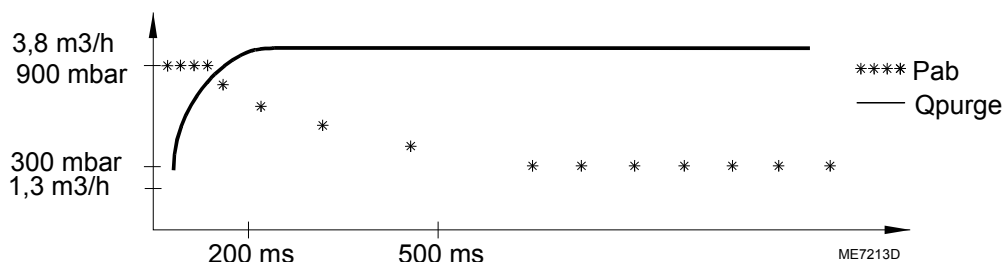
$Q_{\text{purge}}$  transp permet de prendre en compte les effets de stockage dans la conduite vanne de purge – Conduit d'admission.

- Le débit en HC introduit à la vanne de purge met un certain temps pour atteindre la soupape d'admission.
- Les sauts de concentration sont atténués dans le conduit d'admission par diffusion.
- Le temps que passe une particule dans le conduit d'admission, pour un fonctionnement moteur en stationnaire, est à peu près inversement proportionnel au régime.
- Si la vanne de purge n'est pas commandée exactement en même temps et dans les mêmes proportions que le papillon, alors des variations de charge provoquent de fortes variations de concentration en HC dans le conduit d'admission.

**Exemple :** Vanne avec une ouverture constante → l'ouverture papillon entraînera un très faible concentration momentanée en gaz recyclés ; en effet, l'air se précipite dans le conduit d'admission, le débit de la vanne lui, reste égal ou diminue.

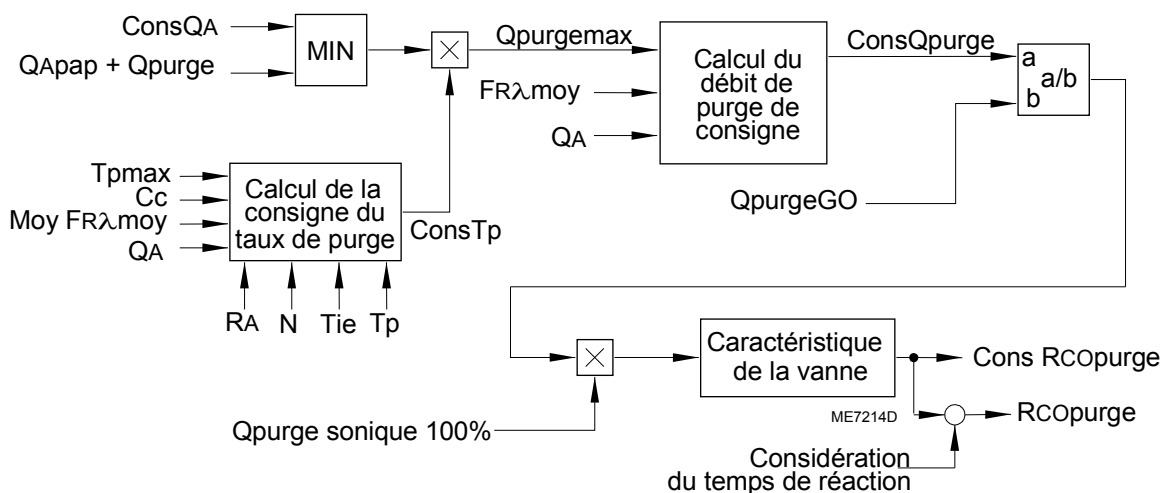
- Dans le cas de changements de charge positifs rapides, il est préférable, si l'on doit ouvrir la vanne, de le faire lentement afin d'obtenir une concentration en HC à peu près constante. Cela empêche d'avoir une activation synchrone de la vanne avec le papillon ; par ailleurs, le timer de la vanne ne le permet pas.

**Remarque :** Pour connaître le "nombre" de particules d'essence issues de la purge et donc être plus précis, on part du débit de purge au niveau papillon  $Q_{\text{purge}}$  qui est un débit **massique** et non volumique comme auparavant. Or,  $Q_{\text{purge}}$  est fonction des sections de passage et des pressions, la pression d'admission  $P_{\text{ab}}$  dépendant elle-même du nombre de particules d'essence. Pour le calcul de  $Q_{\text{purge}}$ , se rapporter au chapitre "Calcul de la charge moteur" ; on pourra vérifier que la méthode de calcul de  $Q_{\text{purge}}$  prend en compte les phénomènes dynamiques.



### c - Base des calculs de la fonction purge

- Qpurge n'est constitué que d'air pur ; en effet, l'erreur dans le cas d'une purge à 50% et avec la plus haute charge est au maximum  $50\%/21 = 2,4\%$ . La division par 21 indique que dans le cas de vapeurs de HC, la déviation lambda est 21 fois plus forte qu'avec de l'air. Le facteur 21 est égal à  $15 \cdot \sqrt{2}$  car le débit massique de HC à travers une vanne est  $\sqrt{2}$  fois plus importante que celui de l'air, du fait de la densité double du carburant. De plus, avec une concentration en HC à 100%, les vapeurs de HC provoquent une déviation lambda 30 fois plus grande que de l'air.
- Conc HC est une nouvelle grandeur appelée "Concentration en HC dans les gaz recyclés". En multipliant Conc HC par 30 on obtient la charge canister Cc.
- Le "taux de purge" est le rapport entre le débit massique de purge Qpurge et l'ensemble de la masse d'air s'écoulant dans le conduit d'admission QAadm total  $\Rightarrow TP = \frac{Q_{purge}}{Q_{Apap} + Q_{purge}}$  ; il s'agit du taux de purge actuel réalisé.
- La consigne de RCO à appliquer à la vanne de purge dépend directement du débit massique de consigne ConsQpurge.
- La philosophie de cette nouvelle stratégie de purge peut être schématisée de la façon suivante :



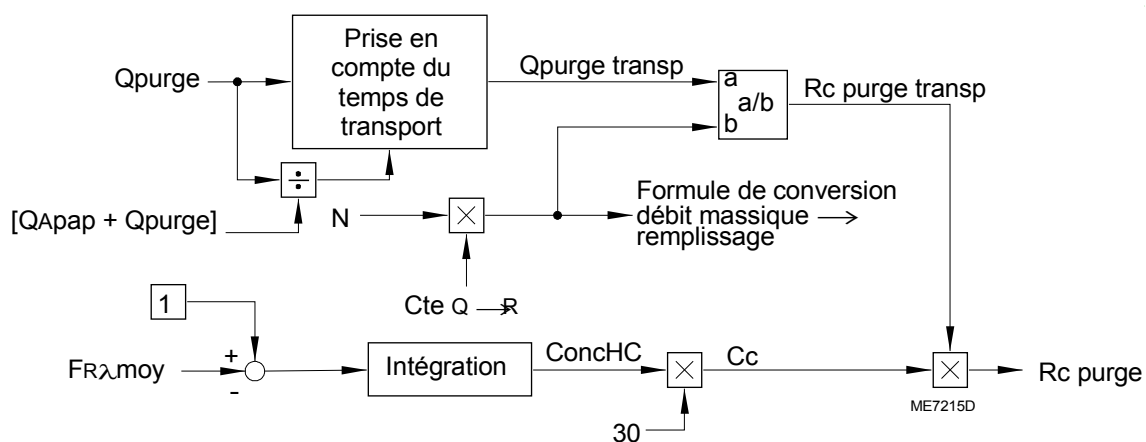
## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

On constate les choses suivantes :

- la proportion de carburant issue du contrôle de la purge canister dépend de la masse d'air instantanée totale s'écoulant dans le conduit d'admission, et de la charge en vapeurs d'essence du canister,
- le débit massique maxi souhaité à travers la vanne de purge ConsQpurge est logiquement le débit d'air total actuel s'écoulant dans l'admission  $[Q_{\text{purge}} + Q_{\text{apap}}]$  multiplié par la consigne de "taux de purge", donc un certain pourcentage d'air issu de la purge désiré. Cons Tp est de la forme  $0,0 \times$ ,
- ConsQpurge sera élaborée de la façon suivante : quand on souhaite purger on ouvre la vanne un petit peu puis on accroît son ouverture progressivement, (car on souhaite purger le plus possible), en fonction des perturbations de richesse occasionnées par la purge.

L'accroissement de ConsQpurge est provoqué par un intégrateur :

- le pas d'intégration dépend du débit massique aspiré par le moteur,
- la valeur maxi admissible de ConsQpurge est directement sa formule de calcul citée ci-dessus :  $(Q_{\text{apap}} + Q_{\text{purge}}) \times \text{Cons Tp}$ .
- la consigne du taux de purge est elle-même élaborée à l'aide d'un intégrateur dont la valeur d'entrée tient compte du point de fonctionnement moteur, de la charge du canister, de  $FR\lambda_{\text{moy}}$ , du débit d'air aspiré et du taux de purge actuel,
- lorsque l'on accroît ConsQpurge on cherche toujours à atteindre la valeur maxi admissible, celle-ci pouvant être augmentée ou diminuée selon la valeur de consigne du taux de purge, donc de l'effet de la purge sur le lambda et des conditions de fonctionnement moteur,
- le principe de calcul de la masse de carburant, issu de la purge,  $R_c$  purge à retirer de la masse relative de carburant à injecter calculée  $R_c$  est le suivant :



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

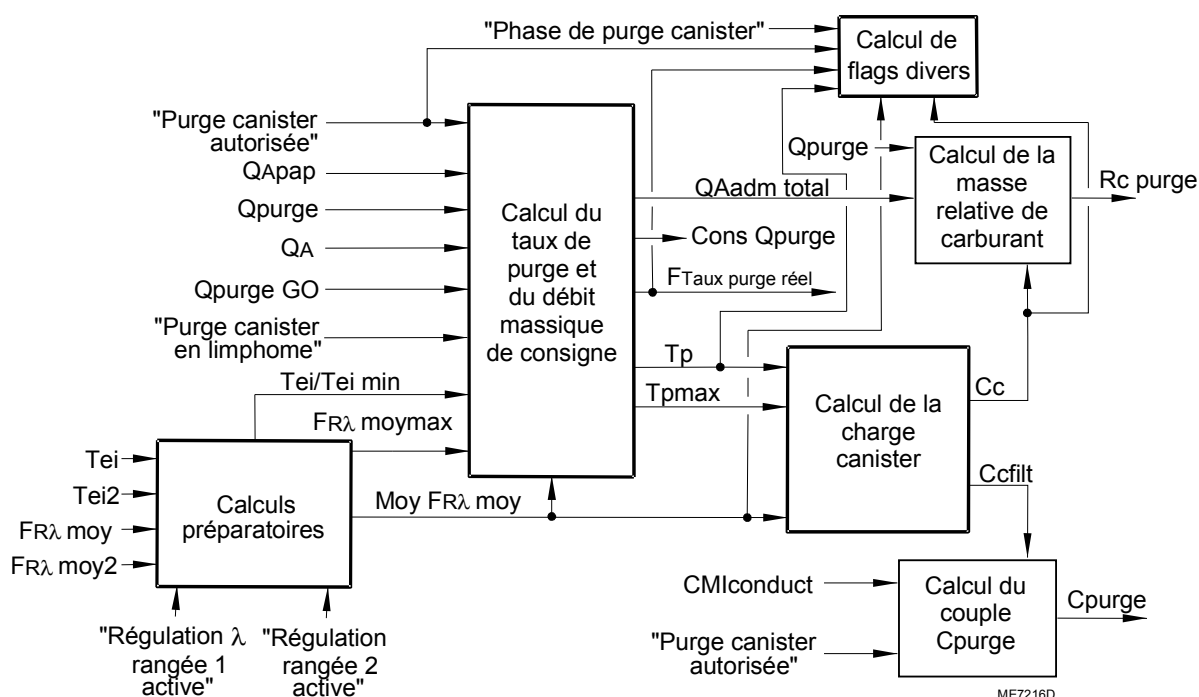
Le remplissage relatif issu de la purge transporté jusqu'à la soupape d'admission ne comprend que de l'air pur. Sa multiplication par la charge canister  $C_c$  en vapeurs d'essence permet d'obtenir la part de carburant  $R_c$  purge qu'il convient d'enlever à  $R_c$  (voir calcul du temps d'injection).

La charge canister est calculée à partir de la concentration en HC, celle-ci étant continuellement issue des déviations de la valeur moyenne du facteur de régulation de richesse  $FR \lambda$  moy.

$$C_c = \text{Cons HC} \times 30$$

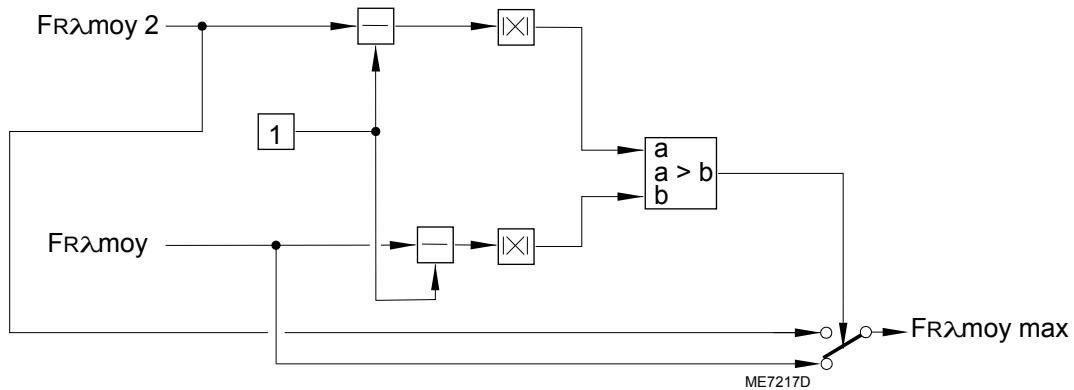
↑  
Facteur de normalisation = 2

### 3 - Description du noyau de la fonction



#### 4 - Calculs préparatoires

- $Tei/Tei\ min = \min [tei1, tei2]/Tei\ min$  ; cette grandeur représente de combien le plus petit temps d'injection effectif est éloigné de  $Tei\ min$ .
- $FR\lambda\ moy\ max$  est la déviation maximale par rapport à 1 de  $FR\lambda\ moy$  ou de  $FR\lambda\ moy\ 2$  (rangée 1 ou rangée 2).



- Calcul de la moyenne Moy  $FR\lambda\ moy$  :
  - si la régulation de richesse est active sur chaque rangée,  
 $\rightarrow Moy\ FR\lambda\ moy = [FR\lambda\ moy + FR\lambda\ moy\ 2] \times 0,5$ .
  - si la régulation de richesse est inactive sur la rangée 2,  
 $\rightarrow Moy\ FR\lambda\ moy = FR\lambda\ moy$ .
  - si la régulation de richesse est inactive sur la rangée 1 mais active sur la rangée 2,  
 $\rightarrow Moy\ FR\lambda\ moy = FR\lambda\ moy\ 2$ .
- Le bit "valeur limite de régulation en fonctionnement" est formé de la façon suivante :
  - on mémorise la dernière valeur de  $FR\lambda\ moy\ max$  ; le bit est alors mis à 1 si,
  - $FR\lambda\ moy\ max\ nouvelle \geq FR\lambda\ moy\ max\ ancienne$  **et**  $FR\lambda\ moy\ max\ nouvelle > 1$ ,
  - ou
  - $FR\lambda\ moy\ max\ nouvelle \leq FR\lambda\ moy\ max\ ancienne$  **et**  $FR\lambda\ moy\ max\ nouvelle < 1$ ,
  - ou
  - $FR\lambda$  ou  $FR\lambda\ 2$  est sur une de ses butées mini ou maxi.





- La consigne de débit massique d'essence que l'on souhaite purger, est augmentée progressivement, à partir du moment où la purge est autorisée, mais ne peut dépasser une valeur maximale autorisée ; cette dernière dépend en grande partie du taux de purge de consigne Cons Tp.

La consigne de taux de purge permet qu'une certaine proportion de carburant fixée à l'avance soit atteinte autant que possible.

Là encore, à partir du moment où la purge est autorisée, on augmente progressivement Cons Tp, et en fonction de l'effet que cela provoque sur la richesse du mélange, on peut stopper l'accroissement de Cons Tp, voire la diminuer.

- L'évolution de la valeur de Cons Tp est fonction de l'écart entre une proportion de carburant de consigne visée  $F_{prop \text{ carb cons}}$ , et la proportion de carburant réelle instantanée  $F_{prop \text{ carb réel}}$  :

$F_{prop \text{ carb cons}}$ , est fonction du point de fonctionnement moteur (N, RA) ; néanmoins, cette valeur sera diminuée pour un temps d'injection effectif proche de  $T_{ei \text{ min}}$ .

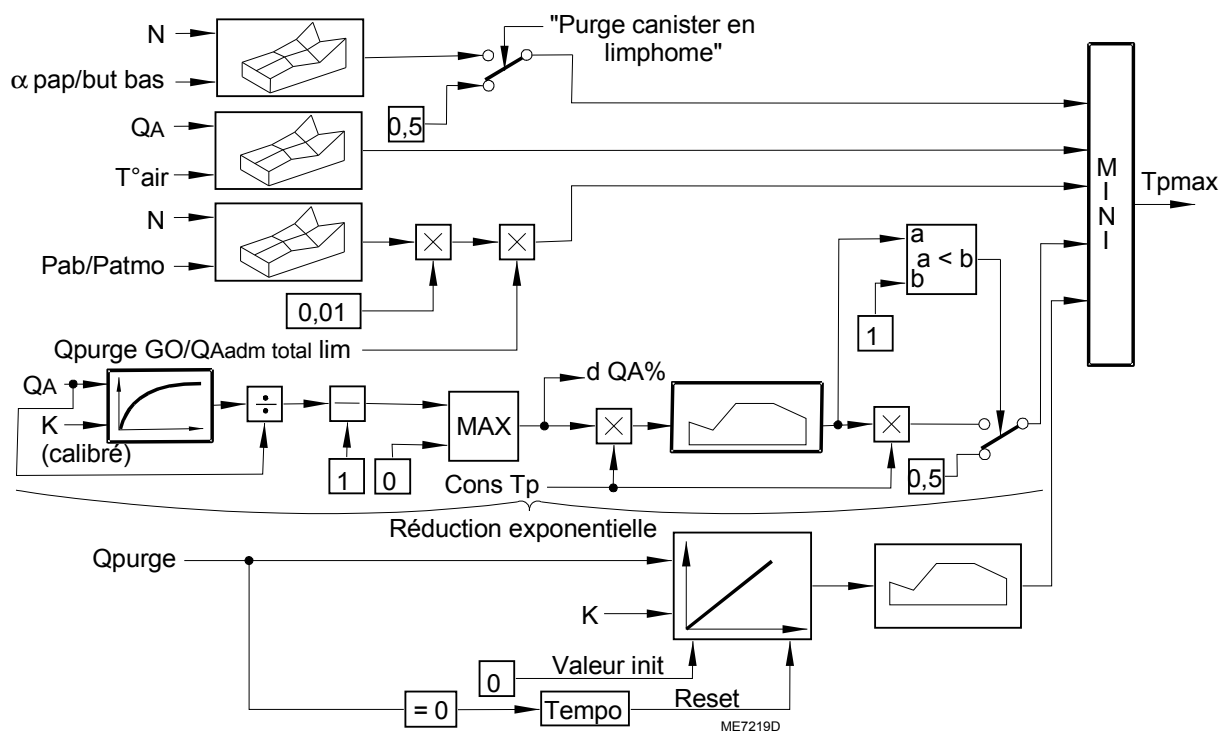
$F_{prop \text{ carb réel}}$  est égal au produit de la consigne actuelle du taux de purge Cons Tp par la charge du canister en vapeurs d'essence Cc.

La différence ainsi obtenue est amplifiée par le facteur  $F_{vitesse \text{ régul Tp}}$  qui permet d'avoir une bonne vitesse d'évolution de Cons Tp.

**Remarque :** Les proportions de carburant (pourcentages) se présentent sous la forme de facteurs 0,xx.

- La consigne du taux de purge peut être limitée par  $Réduc \text{ Tp } f(FR \lambda \text{ moy max})$ , c'est à dire en fonction du facteur de régulation de richesse dont la dérive par rapport à 1 est la plus forte. Cela permet justement, en réduisant Cons Tp, de recentrer le régulateur de richesse autour de 1.
- La vitesse de croissance (ou de décroissance) de la consigne du taux de purge est également fonction du taux de purge réel instantané (Si  $Tp \nearrow \Rightarrow$  vitesse d'incrémentation  $\nearrow$ ).
- La vitesse de contrôle de l'intégration de Cons Tp est donnée par  $F_{intég \text{ purge}}$  issu d'une cartographie (QA, Moy  $FR \lambda \text{ moy}$ ). La croissance linéaire du taux de purge doit être suffisamment lente pour laisser le temps à l'intégrateur de charge canister d'apprendre la concentration en HC issus de la purge. On obtient enfin la valeur  $dTp$  qui servira de valeur d'entrée à l'intégrateur de calcul de Cons Tp.

## b - Calcul du taux de purge maximal



Le taux de purge est limité à une valeur maximale admissible par les cartographies et caractéristiques suivantes :

- ( $N$ ,  $\alpha$  pap/but bas) en mode limphome (purge canister avec régulation de richesse débouclée),
- ( $QA$ ,  $T^{\circ}air$ ) : Au ralenti, le taux de purge peut être trop élevé si la concentration en HC est très faible, voire nulle, et que  $QA$  est très élevé. Le débit vanne dépasse alors le besoin en air au ralenti. La température d'air est prise en compte, car  $QA$  est calculé pour une  $T^{\circ}air$  de référence de  $20^{\circ}C$ ,
- ( $N$ ,  $Pab/Patmo$ ) : Cette cartographie permet en fonction de l'aspiration du moteur d'obtenir la plus grande ouverture possible de la vanne de purge,
- réduction exponentielle :  $Cons\ Tp \times$  caractéristique fonction [ $Cons\ Tp \times$  variation du débit d'air massique en pourcentage] ; ceci évite des écarts de richesse dus aux variations importantes de débit de la valve, lors d'importantes variations négatives de la charge.

$[(QA_{filt}/QA_{instantané}) - 1]$  représente le changement de masse d'air proportionnel. Sa multiplication par la consigne actuelle du taux de purge sert d'entrée à une table qui donne un facteur de décroissance du taux de purge.

La variable d'entrée de cette table est positive lors d'un changement de masse d'air négatif ; en sortie de table, le facteur indique comment le taux de purge doit être décrétementé en 20 ms ; ceci donne une décroissance exponentielle.

- Caractéristique  $f(Q_{purge} \text{ intégré})$  : cette limitation est utile quand la purge est lancée (après une pause de celle-ci) afin d'éviter l'arrivée subite d'une grande quantité de vapeurs, dans le cas où la concentration en HC serait très importante.

Cette limitation est fonction du débit de purge intégré depuis que la purge a repris.

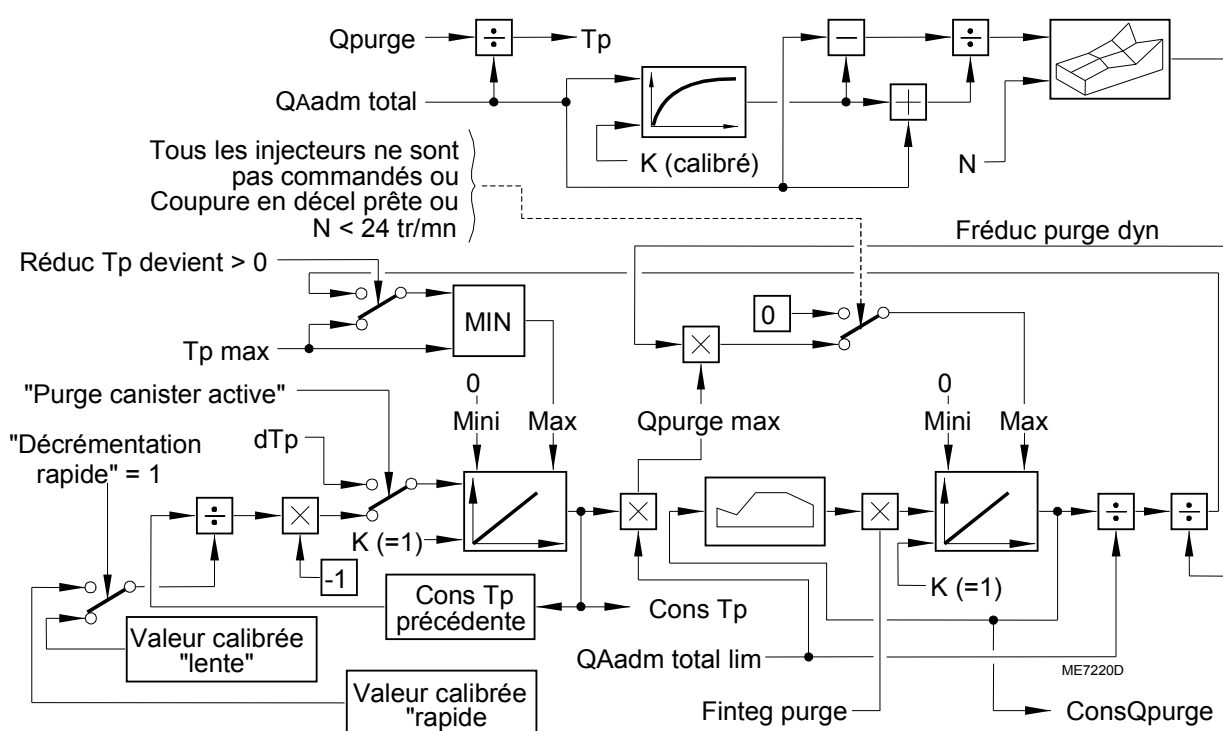
#### c - Intégrateur des taux de purge et du débit de purge de consigne

- Cons Tp est le résultat de l'intégration de la valeur d'entrée dTp ; celle-ci étant la différence instantanée entre la proportion de carburant purgée souhaitée, et la proportion de carburant purgée actuelle, corrigée par différentes limitations. Cons Tp ne peut en aucun cas dépasser sa limite maximale Tp max. Dès que la purge doit cesser pour une cause ou une autre (fin de la phase de purge par exemple), Cons Tp est diminuée progressivement jusqu'à zéro avec une pente définie de façon à ce qu'il devienne nul au bout d'un temps calibré. Pour y parvenir, on applique à l'entrée de l'intégrateur la consigne actuelle du taux de purge Cons Tp divisée par une valeur calibrée.
- Indépendamment du calcul de Cons Tp, la consigne de débit massique de purge ConsQpurge est le résultat de l'intégration du produit du facteur d'intégration Fintég purge  $f(QA, Moy FR\lambda moy)$  par un facteur d'augmentation maximale du débit massique de purge fonction de la valeur actuelle de ConsQpurge.
- La valeur maximale autorisée de ConsQpurge est le produit de Cons Tp par QAadm total lim. QAadm total lim dépend de Min (QAadm total, Cons QA) ; Si Cons QA diminue, QAadm total lim = Cons QA, si bien qu'avant même que le papillon se doit refermé mécaniquement, ConsQpurge est aussitôt diminuée à sa valeur maxi admissible (Cons QA x Cons Tp).

**Remarque :**  $Q_{purge \text{ max}} = QA_{adm \text{ total lim}} \times Cons \frac{Q_{purge}}{QA_{adm \text{ total}}}$  ;  
donc, ConsQpurge est incrémenté progressivement grâce à un intégrateur, et ce jusqu'à atteindre une valeur maxi souhaitée  $Q_{purge \text{ max}} = f(Cons Tp)$ .

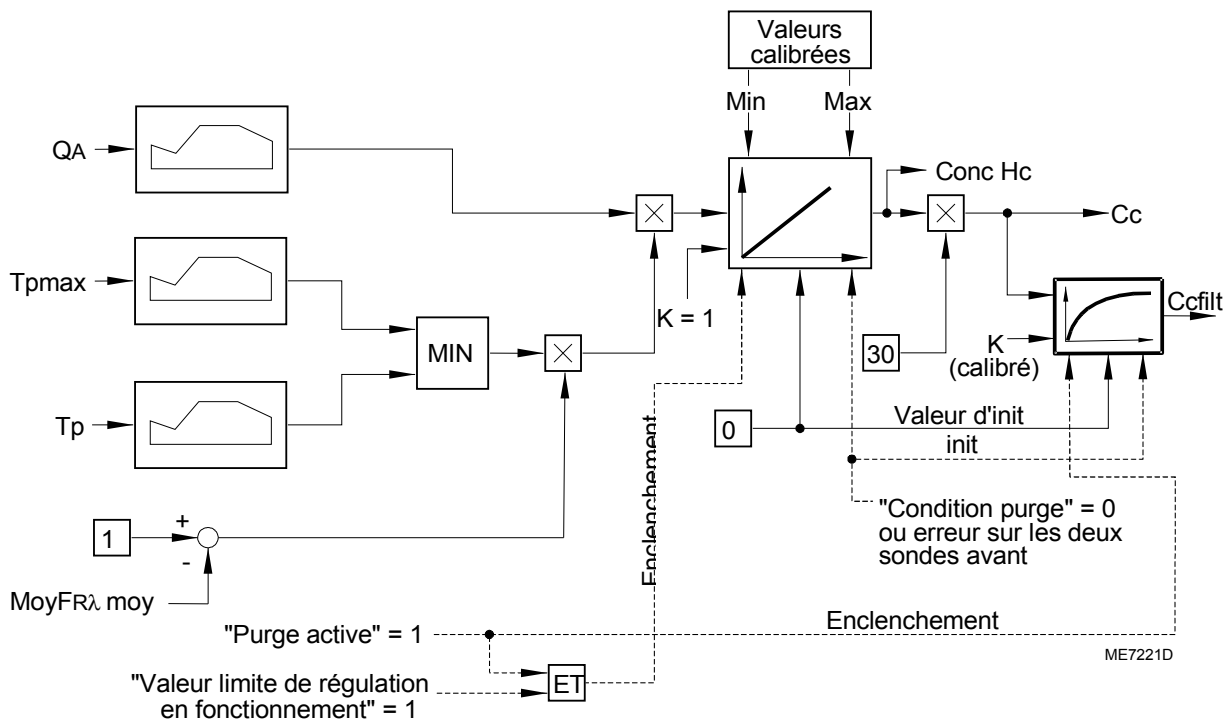
- Les valeurs maxi de Cons Tp et de ConsQpurge peuvent être réduites dans les cas de changements de charge grâce à un facteur de réduction en dynamique Fréduc purge dyn.
- On constate que logiquement comme son nom l'indique, le taux de purge actuel Tp est le rapport entre le débit vanne Qpurge et le débit d'air total aspiré par le moteur QAadm total. Donc calculer une consigne de taux de purge revient à définir quel pourcentage de débit de purge on souhaite, dans tout ce qu'aspire le moteur. (Cons Tp x QAadm total lim) est donc bien la valeur de ConsQpurge que l'on se fixe.

### Schéma de l'intégrateur



**Remarque :** Si "Purge canister active" = 0  $\Rightarrow$  Tp = 0  $\Rightarrow$  Cons Qpurge = 0  
 $\Rightarrow$  Cons RCO purge = 0  $\Rightarrow$  Qpurge = 0  $\Rightarrow$  RC purge = 0.

## 6 - Calcul de la charge canister



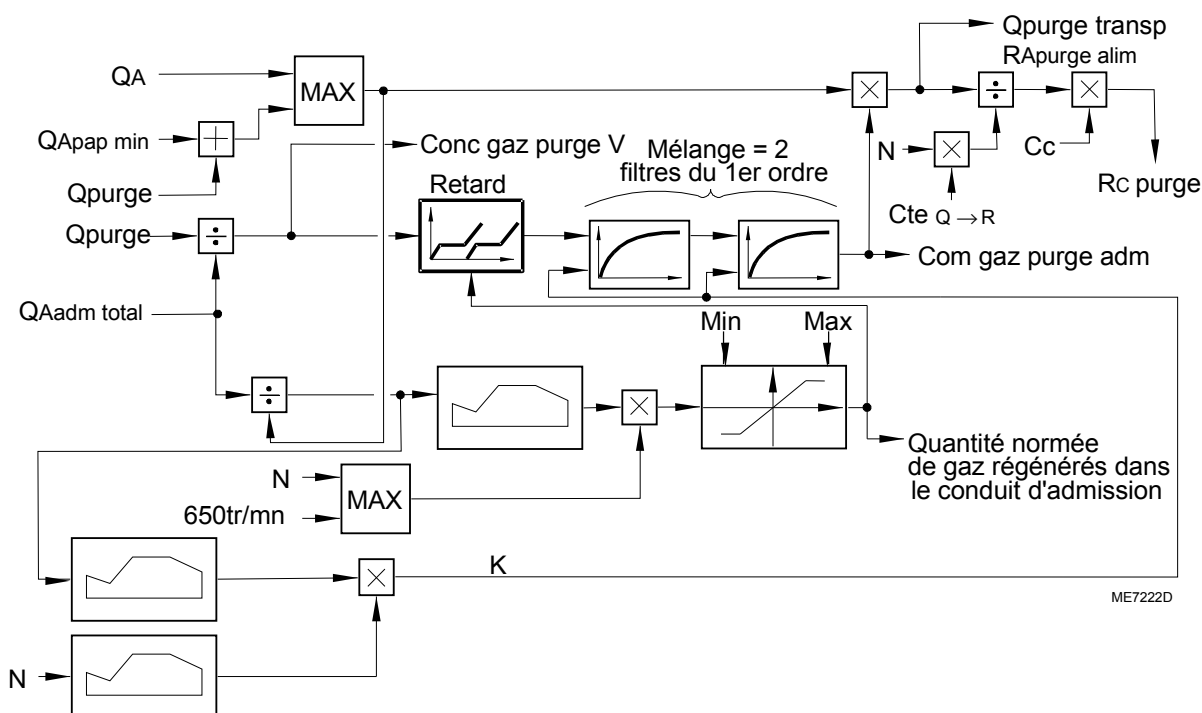
- La concentration en HC Cons HC se calcule à partir de l'intégration des déviations de Moy FR $\lambda$  moy par rapport à 1, à condition que la purge soit active, ainsi que la valeur limite de régulation en fonctionnement.
- La vitesse d'intégration dépend de QA. En effet, la régulation de richesse est plus rapide lors de débits d'air élevés ; la charge peut donc être apprise plus rapidement.
- Les autres paramètres influençant la vitesse d'intégration sont :
  - le taux de purge maximal admissible Tp max,  
→ la vitesse d'intégration sera réduite dans le cas d'une limitation à de très petits taux de purge,
  - le taux de purge instantané réel Tp,  
→ on évite une oscillation de FR $\lambda$  et donc de FR $\lambda$  moy face à Rc purge.
- La charge en vapeur d'essence est égale à la concentration Conc HC multipliée par un facteur de 30.

## 7 - Calcul de la part relative en carburant de la purge canister

Dans le principe, on calcule en premier lieu le débit massique de purge qui s'écoule vers la chambre de combustion  $Q_{\text{purge transp}}$ . Ceci à partir du débit massique de purge  $Q_{\text{purge}}$  s'écoulant dans le conduit d'admission au niveau du papillon.

Après division par  $N$  et la constante de conversion  $\text{cte } Q \rightarrow R$ , on obtient le remplissage relatif du contrôle purge canister au niveau de la soupape d'admission  $R_{\text{A purge adm}}$  (il s'agit d'air pur !).

Après multiplication par la charge canister  $C_c$ , on obtient la part relative de carburant du contrôle purge canister  $R_c \text{ purge}$ .



### Calcul de $Q_{\text{purge transp}}$

Le débit massique de purge au niveau de la vanne  $Q_{\text{purge}}$  est converti en une concentration de "gaz recyclés de la purge canister dans l'air frais"  $\text{Conc gaz purge V}$ .

Après application d'un retard (variable) de transport, et prise en compte du mélange avec l'air papillon grâce à deux filtres du premier ordre, on obtient la concentration en gaz recyclés au niveau de la soupape d'admission  $\text{Conc gaz purge adm}$ .

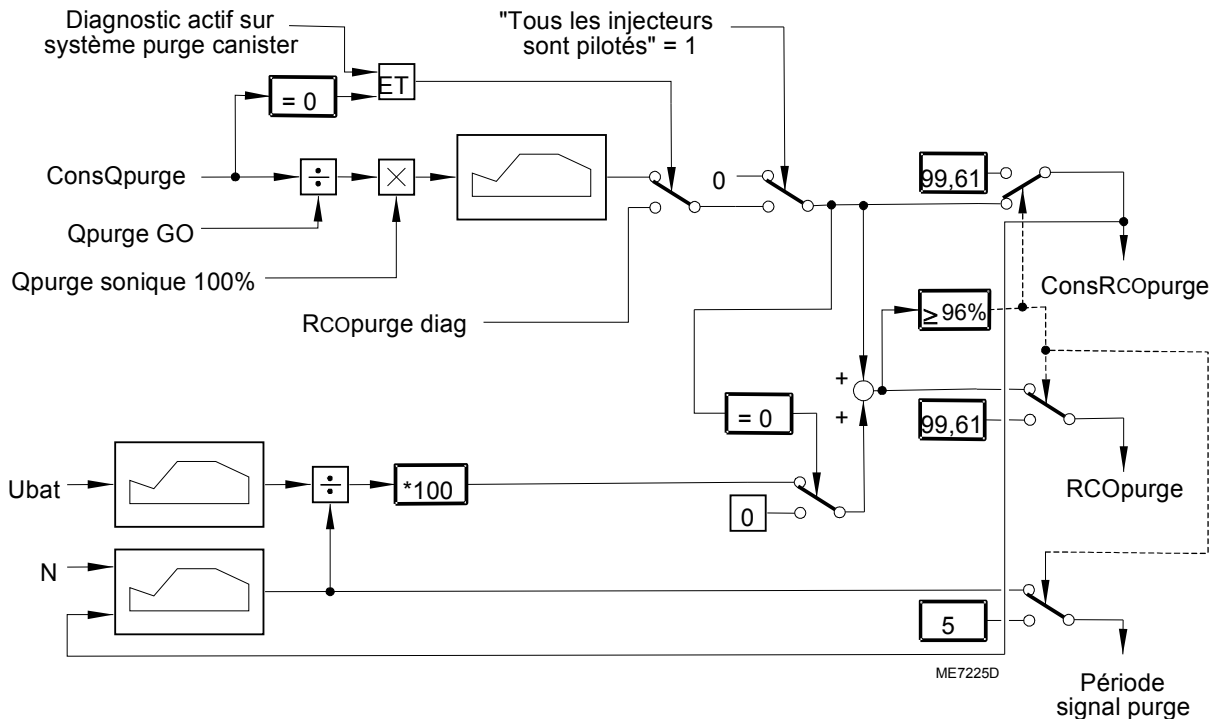
Par multiplication par  $Q_A$ , on obtient le débit massique de contrôle purge au niveau de la soupape d'admission  $Q_{\text{purge transp}}$ .







## 10 - Pilotage de la vanne canister



- La consigne de RCO Cons RCO purge est adressée au bloc de calcul du débit massique de purge. Le calcul s'effectue ainsi :

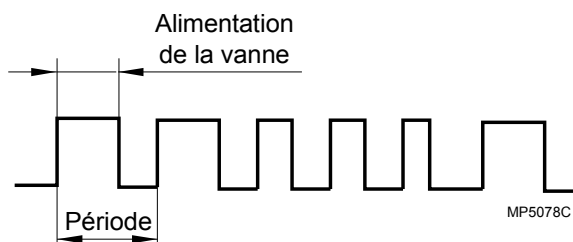
Le rapport  $\frac{\text{Cons Qpurge}}{\text{Qpurge GO}}$  multiplié par Qpurge sonique 100% donne le débit massique sonique passant à la vanne canister que l'on souhaite. Cette valeur normalisée sert de variable d'entrée à une table donnant en sortie la consigne de RCO correspondante.

- Le RCO vraiment appliqué à la vanne RCO purge est égal à Cons RCO purge auquel s'ajoute un "RCO de temps de réponse de la vanne" calculé ainsi :

Temps de réponse  $f(\text{Ubat})/\text{Période de pilotage vanne} \cdot 100\%$ .

En effet, le temps d'alimentation de la vanne = RCO x période signal  
donc, RCO temps de réponse =  $\frac{\text{Temps d'alimentation de temps de réponse}}{\text{Période signal}}$

- L'étage de pilotage de la vanne connaît désormais le RCO qu'il faut appliquer à la vanne, mais il faut aussi connaître la période du signal.

**Explication :**

L'ouverture de la vanne dépend du RCO, c'est-à-dire le rapport entre le temps d'alimentation, et le temps de non alimentation de la vanne.

Le RCO est appliqué avec une certaine période qui dépend du RCO lui-même (Cons RCO) et du régime. Il en est ainsi car un compromis doit être trouvé. Une période faible est souhaitable pour que le temps d'ouverture de la vanne corresponde périodiquement au moment de l'injection sur un cylindre pour éviter une mauvaise répartition du mélange.

D'un autre côté pour des RCO faibles et obtenir néanmoins une bonne précision, il est préférable que la période soit relativement grande.

Le temps d'alimentation de la vanne est la période multipliée par le RCO.

Voilà pourquoi cette formule-inversée-donne le RCO permettant de tenir compte du temps de réponse de la vanne.

**Particularités**

- Si  $\text{RCO purge} \geq 96\%$ , alors on met RCO purge et Cons RCO purge à 99,61% (valeur limite) et on impose une période de signal de 5 ms.
- Si il y a coupure d'injection  $\rightarrow$  Cons RCO purge = 0.
- Si Cons RCO purge calculée = 0, on met le RCO de temps de réponse à 0  $\Rightarrow$  RCO purge = 0.
- Si un défaut est détecté dans la fonction purge canister, le diagnostic attend que le RCO devienne nul, et impose une valeur calibrée de secours, car le phasage reste activé (Non appliqué).

## 11 -Phasage

Le calculateur applique l'alternance suivante :

- lorsque l'auto-adaptation de richesse classique est active, la fonction purge canister est inhibée,
- lorsque la fonction purge est active, l'auto-adaptation de richesse classique est à son tour inhibée, et remplacée par une auto-adaptation de purge (retranchement RC purge à RC souhaité).

A l'initialisation de la purge, on applique une purge pendant 380 secondes. Ensuite on passe à une phase d'auto-adaptation classique pendant 115 secondes. Puis on passe à une phase de purge d'une durée de 140 secondes, suivie d'une phase d'auto-adaptation classique de 70 secondes, et le cycle continue.

*Nota : Le temps de purge n'est pas de 140 secondes mais de 80 secondes dans les cas suivants :*

- *Il ne s'est pas écoulé 600 secondes après que N ait dépassé 24 tr/mn ou,*
  - *si l'auto-adaptation classique n'a pas encore recentré le régulateur de richesse ou,*
  - *si les seuils de défauts d'adaptation sont actuellement dépassés ou bien ils ne sont pas dépassés mais la température d'eau au démarrage  $T^{\circ}\text{eau dém} \leq 20^{\circ}\text{C}$ .*
- Si la fonction phasage reçoit le bit "purge canister prête à être arrêtée" alors la purge est arrêtée avant la fin de la durée de purge prévue (140 ou 80 s), à condition que la purge ait duré au minimum 30 s.
  - Cas de purge permanente :
    - adaptation de richesse inhibée,
    - $C_c \geq 6,5$  mais l'intégrateur de charge n'est pas en butée maxi et 600 s se sont écoulées depuis que  $N > 24$  tr/mn et l'auto adaptation a recentré le régulateur de richesse et  $T^{\circ}\text{eau dém} > 20^{\circ}\text{C}$  sans que les seuils de défauts d'adaptation aient été dépassés.

Le bloc "phasage" déclare que l'on est en "phase de purge" active (flag utile au bloc d'autorisation de purge) si :

- le phasage en lui-même est en mode "purge" (et non adaptation classique) ou,
- on est dans le cas "phase de purge permanente" ou,
- l'adaptation classique est inhibée ( $T^{\circ}\text{air élevée} \geq 80^{\circ}\text{C}$ , ou interdiction par l'auto diagnostic).

et

- \* on n'est pas en phase de diagnostic du système de purge canister,
- \* ou le diag purge canister ne demande pas la fermeture de la vanne,
- \* ou on n'est pas dans le cas suivant :

$Cc \leq 4$  et  
on est au ralenti et  
l'adaptation n'a pas recentré le  
régulateur de richesse

Si le bloc d'autorisation de purge déclare "condition purge canister" = 0, bien sûr, le bloc de phasage déclare "phase de purge" = 0 (inactive).

*Nota : On autorise que l'auto adaptation classique s'effectue que si c'est prévu par le phasage et que Cons RCO est revenu à zéro.*

## 12 -Conditions d'enclenchement de la purge canister

On entend par là que le noyau de la fonction purge (calcul de la charge canister, des consignes ConsQpurge, Cons Tp, etc...) est autorisé à travailler.

a - Condition "purge autorisée par principe"

- $T^{\circ}\text{eau} > 39,75^{\circ}\text{C}$ , et,
- point de rosée amont dépassé depuis 20 s et,
- le diagnostic de la vanne de purge n'empêche pas la purge et les conditions suivantes sont fausses :
  - diag système purge actif,
  - adaptation de richesse multiplicative domaine de charge supérieur active,
  - demande de fermeture vanne pour le diagnostic,
  - régulateur de richesse désactivé pour le diagnostic dans le cadre d'un test,
  - défaut sur capteur de pression, étage de puissance vanne canister.

## b - Condition "purge canister autorisée en interne"

- "purge autorisée par principe" = 1 et,
- régulation de richesse active sur au moins une rangée de cylindres et,
- "phase de purge active" = 1 (venant du bloc de phasage).

## c - Condition "purge canister active"

- "purge canister autorisée en interne" = 1 ou,
- Cons RCO > 0.

## d - Condition "purge canister en Limphone active"

- "purge autorisée par principe" = 1 et,
- une consigne de lambda n'a pas été définie et,
- la régulation de richesse est inactive sur les deux rangées et Cons  $\lambda$  site sonde  $\neq 1$  et le phasage de purge est actif ou,  
interdiction régulation de richesse par EOBD ou sondes Lambda avales non prêtes à fonctionner.

## **LES STRATEGIES ANNEXES**

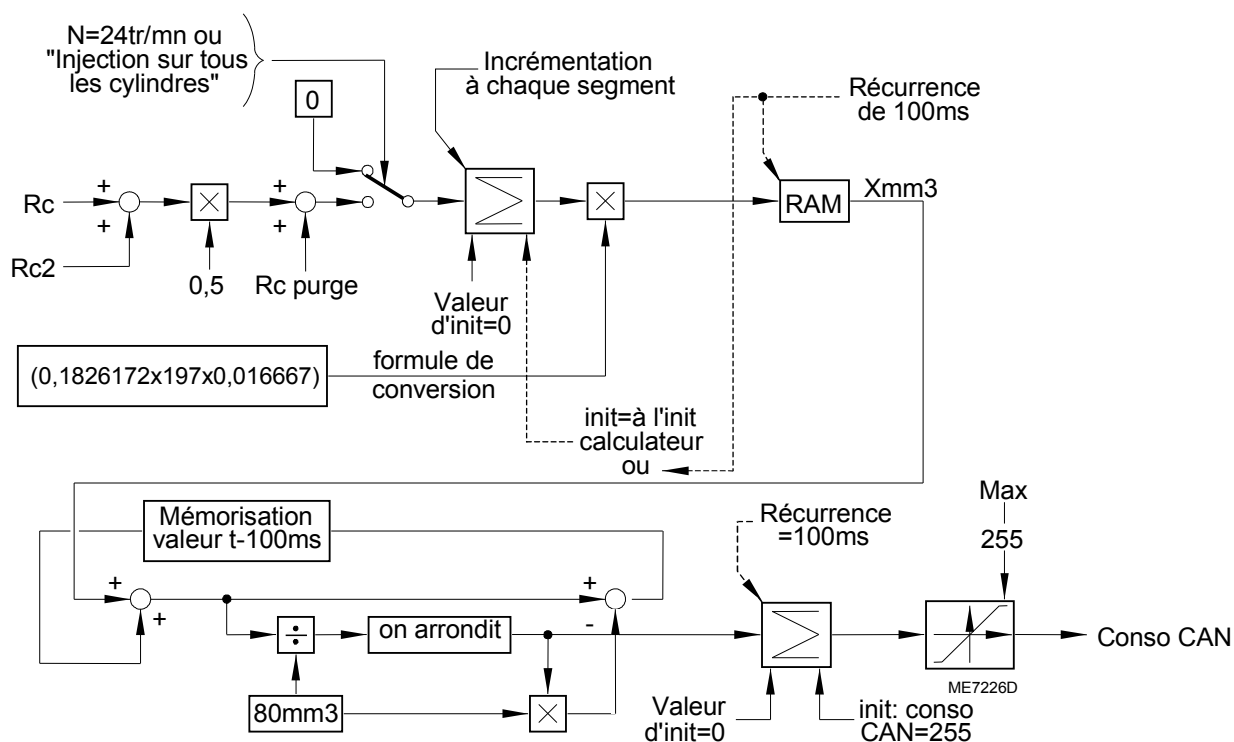




## CALCUL DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT

L'information carburant consommé est envoyée au BSI sur le réseau CAN, toutes les 100 ms, et consiste en la grandeur suivante :

$$\Sigma [(x\text{mm}^3 \text{ d'essence consommée})/80 \text{ mm}^3]$$



**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

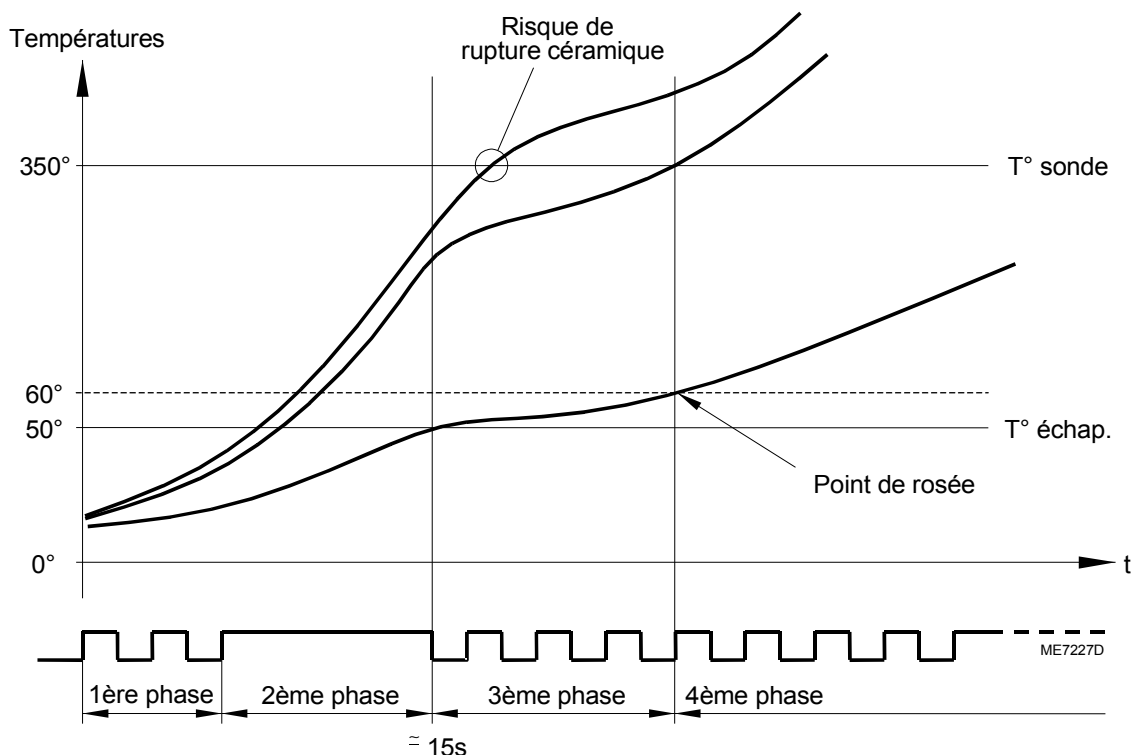
## PILOTAGE CHAUFFAGE SONDES A OXYGENE

### I - BUT

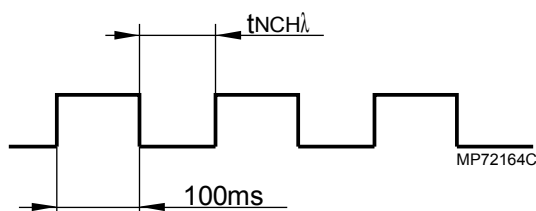
On veut rendre les sondes à oxygène opérationnelles le plus rapidement possible en les alimentant à pleine puissance, puis réduire leur chauffage lorsqu'elles sont chaudes (350°C amont ; 250°C aval) et que l'échappement, lui, n'est pas chaud ( $\approx 50^\circ\text{C}$ )

En effet, lorsque l'échappement est froid, l'eau de combustion contenue dans les gaz d'échappement se condense et risque d'occasionner une rupture de la céramique de sonde si celle-ci est trop chaude (en dessous de 350°C, les risques sont peu probables).

### II - STRATEGIE



Pour contrôler la température des sondes, on pilote leur résistance de chauffage par signaux carrés.



$t_{NCH\lambda}$  = temps de non chauffage des sondes à oxygène.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

### Conditions de pilotage des sondes

Démarrage achevé et,

$U_{bat} \leq 15V$  et,

$t_{NCH\lambda} = 0$  ou  $\neq 0$  mais écoulé et,

Flag généré par le diag chauffage sondes "redémarrage du chauffage" = 1.

### Déroulement du pilotage de la résistance de chauffage

Il comporte quatre phases :

- 1 - En sortie de démarrage, pilotage en signaux carrés pendant – 4 secondes à l'amont, 0s à l'aval – afin de protéger la céramique contre une rupture due à un chauffage trop rapide.  $t_{NCH\lambda}$  = valeur calibrée → on obtient 80 % de la température de consigne de la céramique.
- 2 - Pilotage en continu – pendant 10s à l'amont, 0s en aval – afin d'atteindre le plus rapidement possible la température de céramique de consigne (350°C pour l'amont, 250°C pour l'aval)  $t_{NCH\lambda} = 0s$ . Ce pilotage en continu n'est néanmoins autorisé que pour  $T^{\circ}eau > - 10^{\circ}C$  environ, sonde(s) non prête(s) à fonctionner.
- 3 - Après écoulement du temps de 10s (ou 0s), la puissance du chauffage est réduite à l'aide de signaux carrés.  $t_{NCH\lambda}$  = valeur calibrée x  $K_f(U_{bat})$ .
- 4 - Lorsque le "point de rosée" est dépassé (l'échappement est chaud), la résistance est pilotée en signaux carrés avec  $t_{NCH\lambda} f(T^{\circ} \text{échap amont ou } T^{\circ} \text{échap aval}) \times K f(U_{bat})$  afin de maintenir la céramique à environ 750°C.

**Particularité :** Afin de diagnostiquer l'étage de puissance de pilotage du chauffage, l'alimentation de la résistance est interrompue toutes les 10s pendant 100 ms.

**Correction en fonction de la tension batterie :**  $K = \frac{U_{bat}^2}{13^2}$ .

## COMMANDE DE LA POMPE A ESSENCE

Le calculateur assure quatre fonctions liées à la commande de la pompe à essence :

- précommande de la pompe à la mise du contact,
- commande initiale de la pompe à essence,
- retard à la coupure de la pompe à essence,
- vérification que le moteur tourne bien avant de commander la pompe.

### I - PRECOMMANDE A LA MISE DU CONTACT

Cette fonction permet de remettre le circuit de carburant sous pression, après un long temps d'arrêt du moteur, et d'en faciliter ainsi le démarrage.

La pompe est pilotée pendant 1s à la mise du contact si : le power latch s'est écoulé de lui-même ou il s'est écoulé plus de 2s depuis le début du power latch.

### II - COMMANDE INITIALE DE LA POMPE

Il est possible par la ligne de diagnostic K lors de la toute première initialisation du calculateur, de demander à celui-ci de piloter la pompe à essence pendant un temps calibré (20 secondes), afin de remplir totalement le circuit de carburant. Cette opération s'effectuera en contrôle fin de chaîne, ou en après vente, lors d'un remplacement de la pompe à essence.

L'autorisation de cette commande se présente sous la forme d'un bit spécifique qui :

- à la mise du contact est lu en EEPROM puis écrit en RAM,
- au powerlatch, est sauvegardé en EEPROM.

Après mise du contact, les conditions suivantes doivent être remplies :

- autorisation de la fonction  $\Rightarrow$  bit spécifique = 0 en EEPROM et en RAM,
- pédale d'accélérateur enfoncée avant de mettre le contact ( $\alpha$  pédale norm  $> 69\%$ ) et bien sûr, pas d'erreur sur le capteur pédale ou dans l'EEPROM.

Si le contact est coupé avant écoulement du temps d'activation, un compteur est remis à zéro. La précommande lors d'un prochain pilotage s'écoulera à nouveau en totalité.

Lorsque  $N > 1500$  tr/mn, le bit spécifique = 1. Lors du powerlatch, le bit est sauvegardé de la RAM vers l'EEPROM. Il est mémorisé en EEPROM seulement une fois. Lors de tous les démarrages suivants, la fonction sera inactive puisque le bit spécifique = 1 en EEPROM et en RAM. Après un effacement de la mémoire défaut par un outil après-vente, la fonction sera à nouveau active (bit spécifique = 0 en RAM et en EEPROM).

**Attention :** Si un reset du compteur a eu lieu, mais que lors de la prochaine mise du contact toutes les conditions ne sont pas remplies, la commande de pompe sera classique (= 1 seconde).

### III - RETARD A LA COUPURE

La coupure de la pompe dès la coupure du contact, pourrait générer un pic de tension élevée, et de signe opposé à la tension d'alimentation des autres composants branchés sur le même relais que la pompe. Les circuits de puissances commandant ces composants sont ouverts dès coupure du contact ; aussi, le calculateur ne désactive le relais de pompe seulement 0,5s après disparition du + APC.

### IV - VERIFICATION MOTEUR TOURNANT

Des consommateurs électriques peuvent créer des perturbations au niveau du faisceau capteur de régime, et faire croire ainsi au calculateur à l'apparition de dents de la couronne 60-2. Cela pourrait entraîner éventuellement une activation non voulue de la pompe à essence. La solution consiste à s'assurer que le moteur tourne vraiment pour activer la pompe de façon permanente :

- $[U_{bat(t-10ms)} - U_{bat(t)}] > 2,9V \rightarrow$  on lance le moteur (chute de tension batterie) ; on vérifie alors qu'un front de dent se produit dans l'intervalle de temps 0,5s qui suit la chute de  $U_{bat}$  constatée, ou,
- la condition précédente n'a pu être vérifiée et  $N \geq 24$  tr/mm.

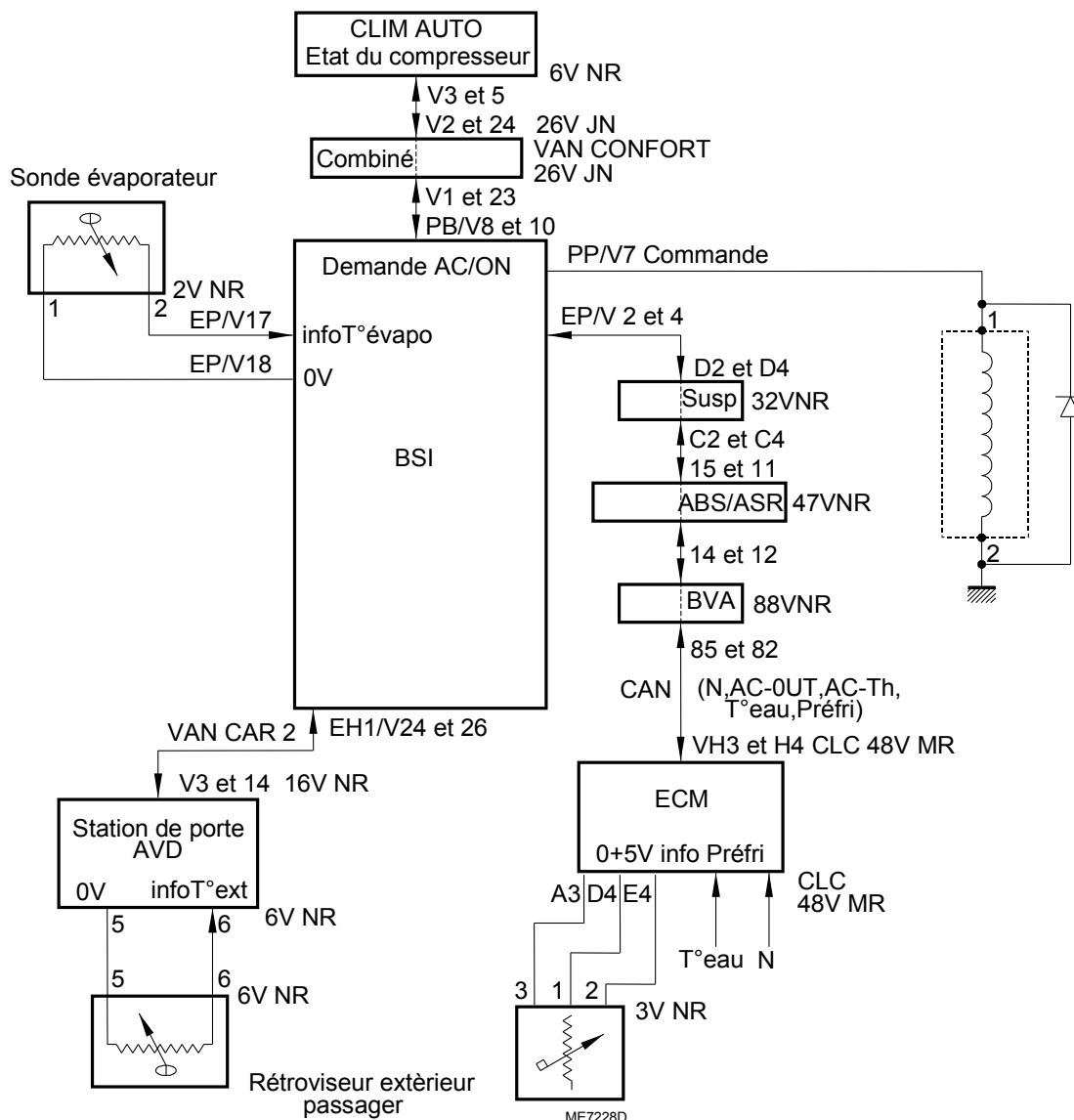
# GESTION DU COMPRESSEUR DE REFRIGERATION

## I - PRESENTATION

Le calculateur ME7.4.6 reçoit l'information de demande de réfrigération AC-Th = 1 en provenance du BSI. Le BSI, pour sa part, a vérifié que rien ne s'opposait "par principe" à ce que le compresseur tourne.

Si les conditions "moteur" sont favorables, le calculateur ME7.4.6 met sa sortie AC-OUT à 1 à l'intention du BSI. Ce dernier pourra alors commander l'alimentation de l'embrayage du compresseur.

De son côté, l'ECM peut, dès la réception du signal AC-Th = 1, changer la consigne de ralenti, et avant génération du signal AC-OUT = 1, donner la permission "AC-OUT pertes" = 1 d'augmenter la réserve de couple "Réserve Cral" (augmentation de "Réserve Créfri" dans calcul du couple des consommateurs).

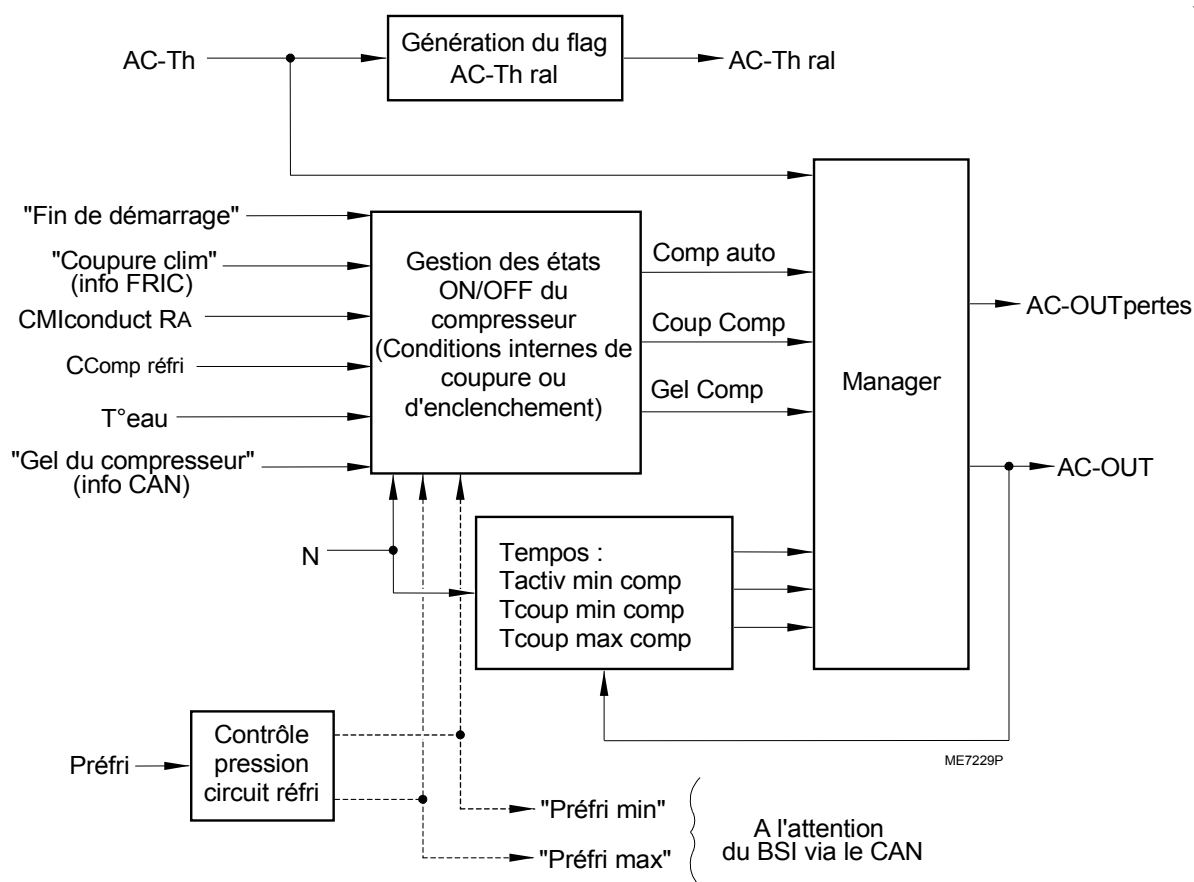


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



## II - FONCTIONNEMENT

## A - VUE D'ENSEMBLE

**Légende :**

Comp auto = Compresseur autorisé à fonctionner

Coup comp = Coupure immédiate du compresseur demandée

Gel comp = Gel de l'état actuel du compresseur demandé.

## B - GENERATION DU FLAG AC-Th ral

Ce flag sert au calcul de la consigne de régime de ralenti ; il est généré de la façon suivante :

- si AC-Th = 1 → AC-Th ral = 1 immédiatement,
- si AC-Th = 0 → AC-Th ral = 0 50 ms plus tard.

## C - CONTROLE DE LA PRESSION DU CIRCUIT DE REFRIGÉRATION

Les flags "Préfri min" et "Préfri max" sont utilisés dans la gestion des états ON-OFF du compresseur, et envoyés sur le réseau CAN à l'intention du BSI.

Si  $\text{Préfri} \geq 39 \text{ bar environ} \rightarrow \text{flag "Préfri max"} = 1.$

Si  $\text{Préfri} \leq 0 \text{ bar} \rightarrow \text{flag "Préfri min"} = 1.$

Ces flags sont systématiquement mis à 1 en cas de défaut sur le capteur de pression de réfrigération.

## D - CALCUL DES TEMPORISATIONS

- Si  $\text{AC-OUT} = 1$ , la tempo  $T_{\text{activ min comp}} = f(N)$  est lancée ; il s'agit de la durée minimale d'activation. Il est souhaitable qu'elle soit nulle à bas et haut régimes pour permettre une coupure immédiate du compresseur. Dans notre application elle est égale à 0 quel que soit le régime.
- Si  $\text{AC-OUT} = 0$ , la tempo  $T_{\text{coup min comp}} = f(N)$  est lancée ; il s'agit de la durée minimale de coupure. Dans notre application elle est égale à 0 quel que soit le régime.
- Si  $\text{AC-OUT} = 0$ , la tempo  $T_{\text{coup max comp}} = f(N)$  est lancée ; il s'agit de la durée maximale admissible de coupure. A des régimes faibles ou élevés, elle doit être supérieure à une valeur mini calibrée pour éviter que le compresseur ne se réenclenche à ces régimes. Dans notre application, elle ne prend qu'une seule valeur quel que soit le régime : 20s.

$T_{\text{activ min comp}}$  et  $T_{\text{coup min comp}}$  évitent des commutations trop rapides du compresseur, et par suite des à coups.

$T_{\text{coup max comp}}$  permet d'avoir de l'air conditionné, même si l'on reste longtemps dans une zone d'interdiction de fonctionnement du compresseur.

## E - MANAGEMENT

Si les conditions suivantes sont réunies :

- AC-Th = 1 et,
- pas de demande de coupure interne demandée ("Coup comp" = 0) et,
- [Comp auto = 1 ou T<sub>coup max comp</sub> écoulee] et T<sub>coup min comp</sub> écoulee et,
- pas de gel de l'état compresseur demandé ("Gel comp" = 0),

alors, une temporisation de retard à l'enclenchement de 0,3s est lancée

→ Tant qu'elle n'est pas écoulee, le flag AC-OUT = 0 (le compresseur n'est pas autorisé en final à fonctionner) ; par contre le flag AC-OUT pertes = 1, ce qui permet d'augmenter la réserve de couple "Réserve Créfri" et par suite "Réserve Cral" utilisée dans la coordination des couples, branche air.

→ Lorsqu'elle est écoulee, la valeur des flags s'inverse :

- AC-OUT = 1 ⇒ le compresseur est autorisé à fonctionner,
- AC-OUT pertes = 0 ⇒ "Réserve Créfri" reprend sa valeur normale progressivement.

Si une des conditions ci-dessus n'est plus vraie, alors si T<sub>activ min comp</sub> est écoulee, le compresseur n'est plus autorisé à fonctionner, et ce sans délai.

## F - GESTION INTERNE ON/OFF DU COMPRESSEUR

Le compresseur est normalement autorisé à fonctionner si la somme du couple voulu par le conducteur CMI<sub>conductRA</sub> et le couple absorbé par le compresseur C<sub>comp réfri</sub> est inférieure au couple maximal que le moteur peut délivrer "Seuil enclench comp" f(N, T°<sub>eau</sub>) → "Comp auto" = 1.

Par contre si [CMI<sub>conductRA</sub> + C<sub>comp réfri</sub>] dépasse le couple maximal que le moteur est capable de délivrer "Seuil désenclench comp" f(N, T°<sub>eau</sub>) → "Comp auto" = 0.

Le compresseur reste dans tous les cas désactivé, c'est à dire que "Coup comp" = 1 si il ne s'est pas écoulé 5s depuis la fin du démarrage ou que "Préfri max" = 1 ou "Préfri min" = 1 ou bien "demande de coupure en provenance de FRIC" = 1.

Si un changement de rapport a lieu dans le BVA, celle-ci adresse au ME7.4.6 une demande de gel de l'état instantané du compresseur. Alors, "Gel comp" = 1 pendant 0,6s.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

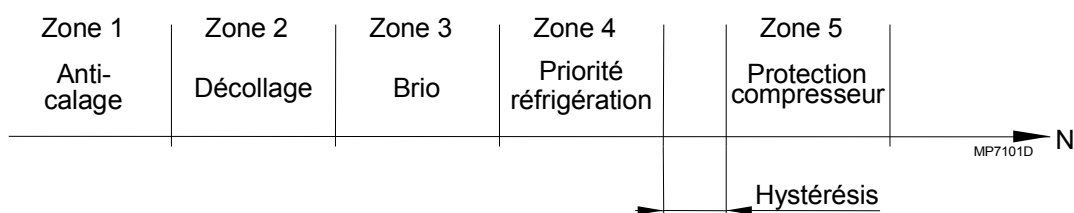
**Remarque :** Les cartographies (N, T°eau) définissant l'état du flag "comp auto" prennent en compte toutes les conditions de coupures internes que l'on connaissait auparavant : Sous-régime, décollage, brio, sur régime.

Elles délivrent respectivement "Seuil enclench coup" et "Seuil désenclench comp", qui peuvent prendre que deux valeurs possibles : 0% ou 99,6%. Par exemple, si l'on prend la cartographie qui délivre "Seuil enclench comp" :

Si "Seuil enclench comp" = 99,6% → "Comp auto" = 1 tant que  $[CMI_{conductRA} + C_{comp\ réfri}] < 99,6$ .

Si "Seuil enclench comp" = 0% → "Comp auto" = 0 car  $[CMI_{conductRA} + C_{comp\ réfri}]$  ne peut être inférieur à 0.

### Domaines de fonctionnement f (N)



**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

## FONCTION FRIC

FRIC = Fonction Refroidissement moteur Intégrée au Calculateur d'injection.

**Type d'équipement :** B2 = 1 ou 2 motoventilateur(s) Bi-vitesse

B1 = 1 motoventilateur monovitesse

### I - ROLES

A partir de l'information en provenance de la sonde de température d'eau, la fonction FRIC doit :

- commander les groupes motoventilateurs (GMV) via des relais,
  - en mode normal
  - selon les besoins de l'air conditionné,
  - sur ordre en provenance du calculateur de BVA,
- allumer le voyant d'alerte de température d'eau au combiné,
- Générer un ordre de coupure de l'alimentation du compresseur à l'intention du BSI,
- commander un post-refroidissement moteur temporisé, si nécessaire,
- assurer des fonctions de mode dégradé,
- assurer le diagnostic du fonctionnement des motoventilateurs,
- piloter le logomètre au combiné.

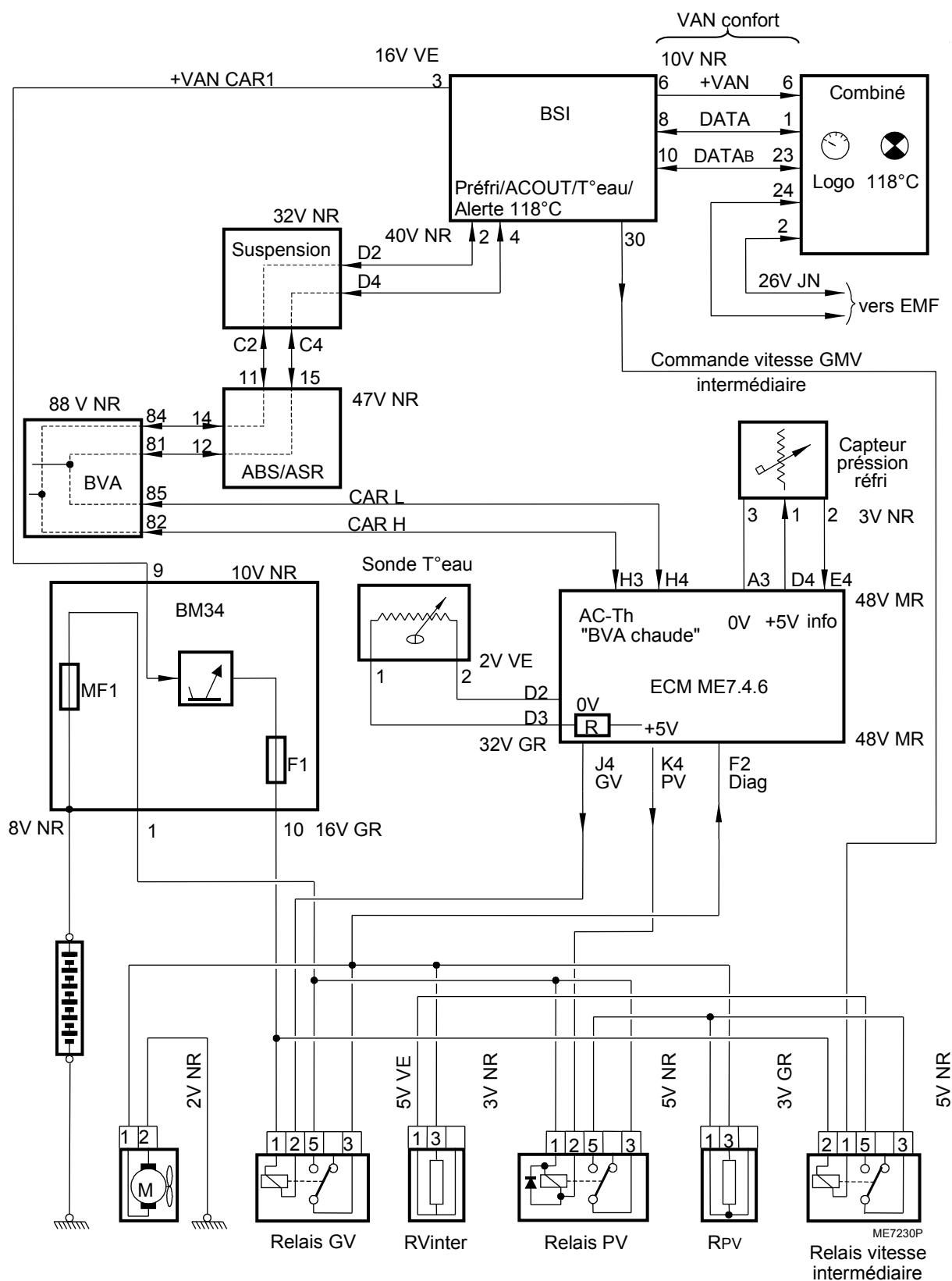
Dans le cadre de la fonction FRIC, le calculateur reçoit en entrée :

- l'information température d'eau en provenance de la sonde CTN en voies D3 et D2 du connecteur 32V GR,
- le signal linéaire en provenance du capteur de pression continu du fluide réfrigérant en voie E4 du connecteur 48V MR,
- l'information diagnostic du GMV en voie F2 du connecteur 48V MR,
- la demande AC-Th pour 1ère vitesse GMV en provenance de la fonction "gestion du compresseur de réfrigération",
- la demande de vitesse GMV émise par la BVA ("BVA chaude").

Ces deux dernières demandes parviennent au calculateur ME7.4.6 sur le bus CAN en voies H3 et H4 du connecteur 48V MR.



## II - SCHEMA DE PRINCIPE ELECTRIQUE

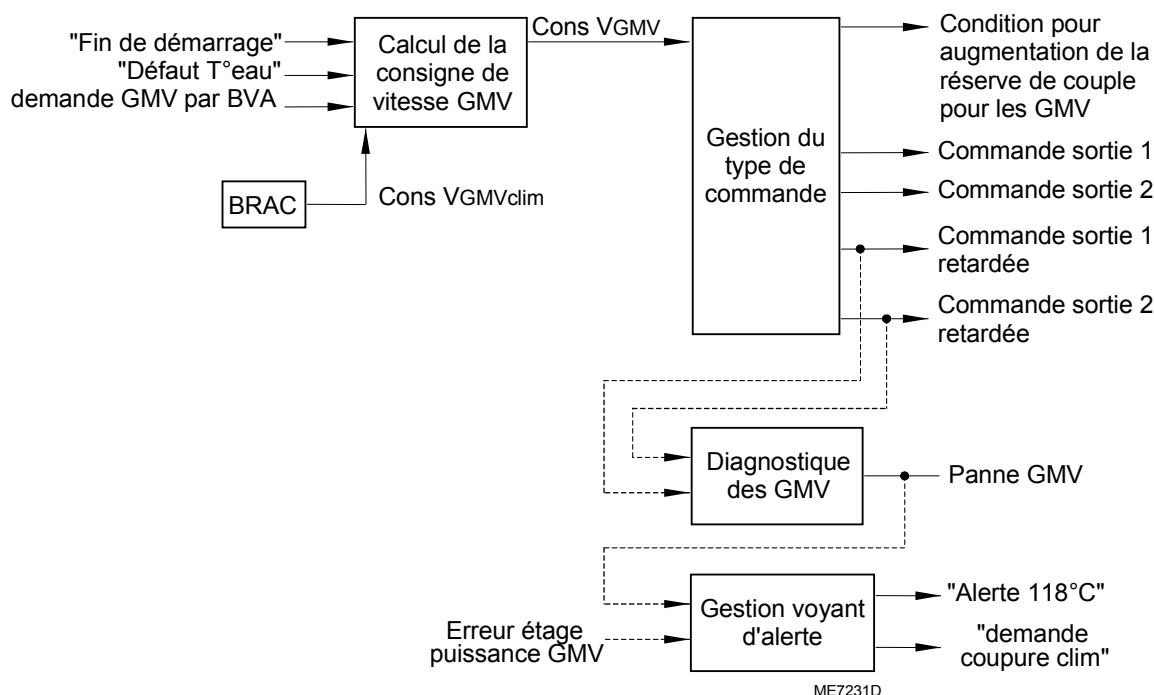


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



### III - FONCTIONNEMENT

#### A - SYNOPTIQUE DU TRAITEMENT



#### B - FONCTION BRAC

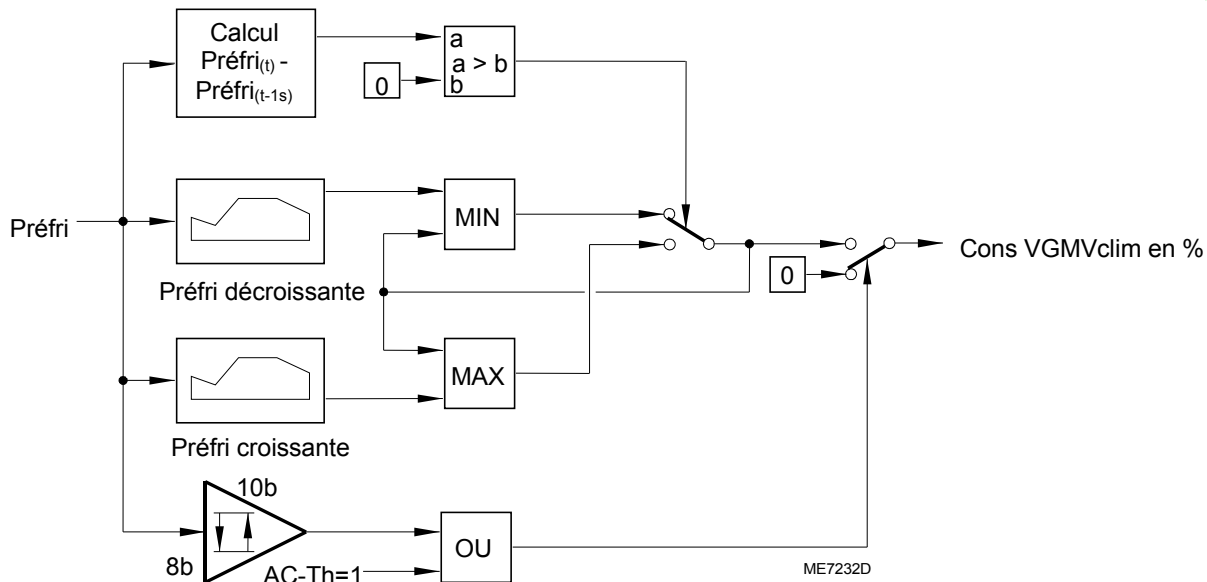
Cette fonction parallèle définit les besoins en vitesse de rotation du GMV en fonction de l'état de fonctionnement de la climatisation, et de la pression du fluide réfrigérant.

Deux informations sont nécessaires pour assurer la fonction BRAC :

- la demande d'autorisation de réfrigération AC-Th en provenance du BSI via le bus CAN en voies H3 et H4 du connecteur 48V MR,
- le signal linéaire "Préfri" en provenance du capteur analogique en voie E4 du connecteur 48V MR.

La prise en compte de AC-Th permet d'obtenir la condensation du fluide frigorigène dans le condenseur.

La prise en compte de la pression du fluide frigorigène permet d'améliorer le refroidissement du fluide dans le condenseur, et donc d'abaisser sa pression.

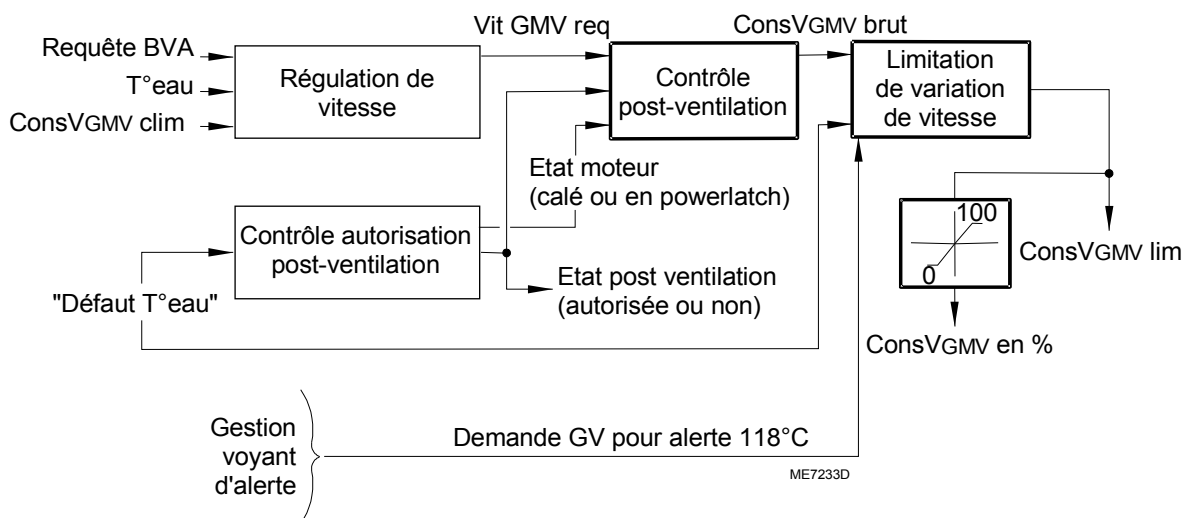


Avec un capteur de pression à signal linéaire, le fonctionnement est très précis. Aussi, pour éviter des écarts fréquents de vitesse, on utilise des courbes différentes selon le sens de la variation de pression. Ce sens est donné par le signe de la variation de la pression. Les choix mini et maxi permettent de prévenir des écarts soudains de vitesse GMV dus à des brusques changements de pression. Lorsque AC-Th passe à 0, on maintient une demande de vitesse GMV tant que Préfri reste supérieure à 8 bar.

#### Valeurs :

- **Préfri croissante**
  - 0 bar → 0 %
  - 10 bar → 50 %
  - 22 bar → 100 %
- **Préfri décroissante**
  - 22 bar → 100 %
  - 18,5 bar → 81 %
  - 8 bar → 33 %
  - 0 bar → 0 %

## C - CALCUL DE LA VITESSE DE CONSIGNE



**Remarque :** Cons VGMV s'exprime en pourcentage car il s'agit d'une consigne de RCO de commande des GMV.

## 1 - Régulation de la vitesse GMV

La vitesse de rotation GMV requise brute est fonction de la température d'eau. On dispose pour cela de deux tables :

- cas normal,
- cas où le calculateur BVA annonce que la température d'huile BVA est excessivement élevée.

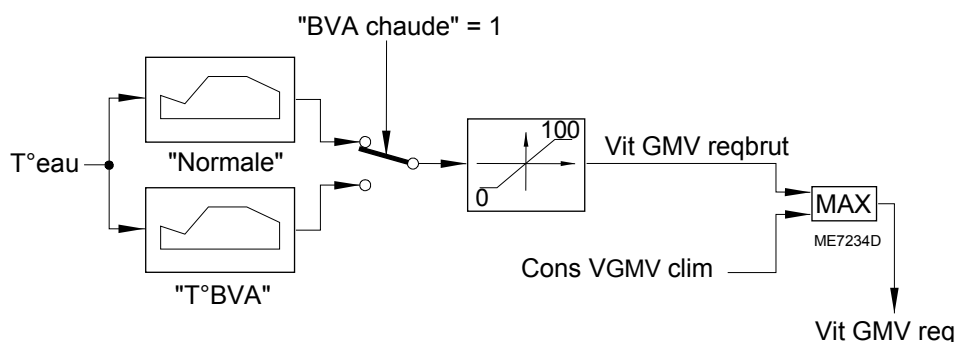
Le choix de la vitesse à appliquer consiste à choisir la valeur de vitesse la plus élevée entre la valeur requise brute  $f(T^{\circ}\text{eau})$  et la vitesse demandée par la fonction BRAC Cons VGMV clim.

## Valeurs :

- Cas normal
 

$T^{\circ}\text{eau} = 88,5^{\circ}\text{C} \rightarrow 0 \%$	} $\Rightarrow 50\%$ par interpolation aux alentours de $96^{\circ}\text{C}$
$T^{\circ}\text{eau} = 105^{\circ}\text{C} \rightarrow 100 \%$	
- "BVA chaude"
 

$T^{\circ}\text{eau} = 86^{\circ}\text{C} \rightarrow 0 \%$	} $\Rightarrow 50\%$ par interpolation aux alentours de $96^{\circ}\text{C}$
$T^{\circ}\text{eau} = 103,5^{\circ}\text{C} \rightarrow 100 \%$	



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## 2 - Contrôle de l'autorisation de post ventilation

La post ventilation est autorisée si :

- contact coupé, dand "l'état powerlatch" = 1, ou,
- calage moteur :
  - le démarrage a réussi au moins une fois avant le calage et "Etat moteur calé pour post ventilation" = 1.
  - ↳ Régulation ralenti inactive ou init calculateur

Cette autorisation est émise pendant une durée f(T°eau à l'arrêt moteur) ; dans notre application elle vaut 0 de 70°C à 104°C, et 6 mm de 105°C à 110°C.

Cette autorisation est stoppée si :

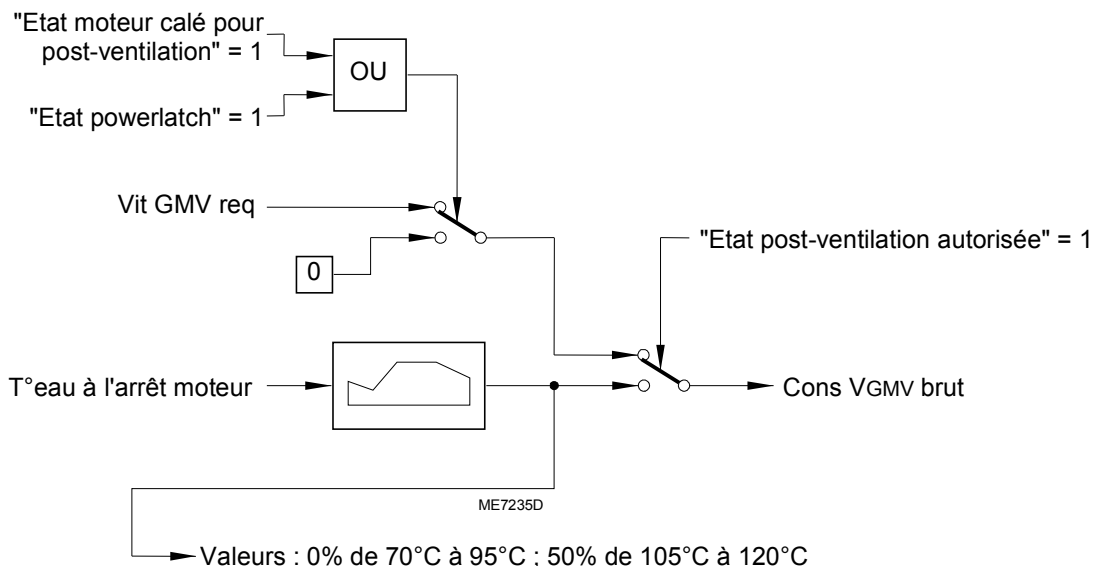
- les 6 minutes sont écoulées ou,
- un démarrage réussi a été détecté.

Le powerlatch ne peut être interrompu que lorsque l'autorisation de post ventilation retombe à zéro.

Si la post ventilation est autorisée, elle ne sera pas interrompue par une remise du contact ; de même, la tempo de 6 mm ne sera pas resetée.

## 3 - Contrôle post-ventilation

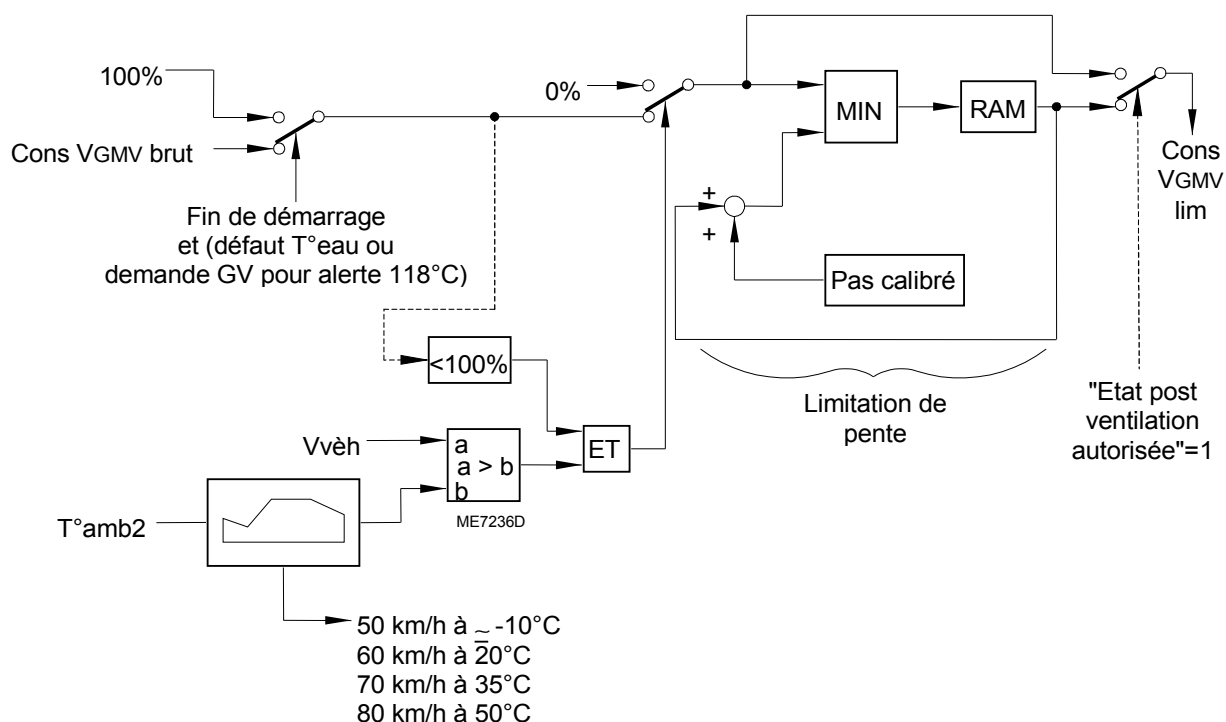
Ce bloc de calcul peut choisir différentes consignes de vitesse GMV brutes selon l'état de fonctionnement.



**Remarque :** A la 1ère mise du contact "**Etat moteur calé pour post ventilation**" = 1 ⇒ **Cons VGMV brut** = 0 jusqu'à ce que le moteur tourne. Ceci remplace l'ancienne tempo de 1s à l'apparition du + MT.

**Nota :** *T°eau à l'arrêt moteur* = 105°C si la sonde de température d'eau est en défaut.

## 4 - Limitation de variation de vitesse

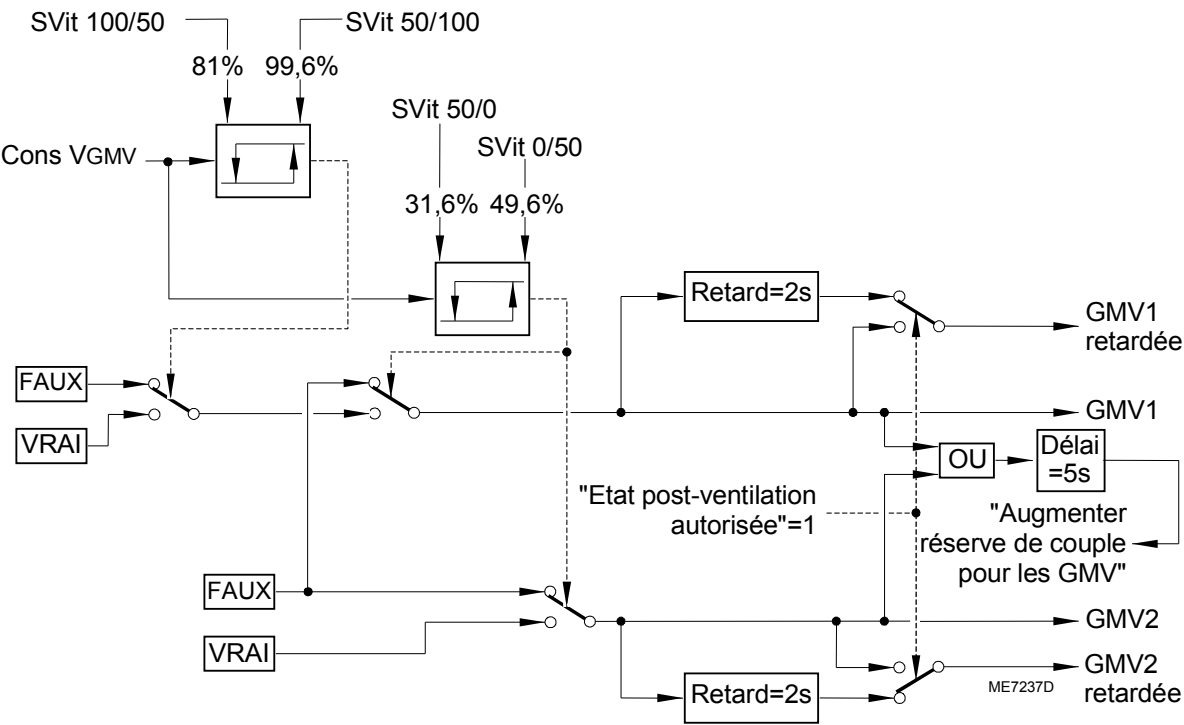


La limitation de pente permet de faire tourner le GMV à demi vitesse pendant 3s avant de passer à vitesse maxi lorsque celle-ci est demandée directement à partir de la vitesse nulle.

**Cas particuliers :**

- Cons VGMV lim = 100 % en cas de sonde de température d'eau en défaut ou demande de GV en cas d'alerte 118°C
- Cons VGMV lim = 0 % lorsque Cons VGMV brut est inférieure à 100 % et que la vitesse véhicule est supérieure à un seuil  $f(T°amb 2)$ ,
- la limitation de pente n'est pas appliquée en post ventilation.

D - GESTION DU TYPE DE COMMANDE



GMV1 = Cmde sortie 1 → GV

GMV2 = Cmde sortie 2 → PV

En équipement B, on dispose des vitesses "Nulle", "Demi-vitesse" et "Vitesse maximale". On compare alors Cons VGMV en % à des seuils qui définissent la sortie à actionner, la sortie à actionner définissant une valeur de RCO égale à 0 %, 50 % ou 100 %.

La logique pour un équipement B est la suivante :

Cons vit GMV	Etat sortie n° 1 (GMV1)	Etat sortie n° 2 (GMV2)	vitesse résultante des GMV
< S vit 0/50	1	1	nulle
> S vit 50/0 et < S vit 50/100	1	0	Demi-vitesse (PV)
> S vit 100/50	0	0	Vitesse maximale (GV)

**Attention :** Une sortie qui est à 12V (Etat1) signifie que le relais auquel elle est reliée est au repos. La vitesse définie par ce relais est alors nulle.

## E - DIAGNOSTIC DES GMV

En équipement B2, si Cons VGMV > 0, on contrôle que l'on a bien  $\frac{U_{bat}}{2}$  en voie F8 du connecteur 48 VMR quand la sortie GMV2 = 0 c'est à dire que VGMV = 50 % = PV.

## F - GESTION VOYANT D'ALERTE

- Si T°eau > 114,75°C (Seuil bas = 111,75°C) ou "alerte T°eau"  
→ On adresse au bloc "gestion du compresseur de réfrigération" une "demande de coupure clim" = 1.
- On allume le voyant d'alerte au combiné (en envoyant au BSI sur le réseau CAN un message "alerte 118°C T°eau" si :
  - T°eau > 117,75°C (seuil bas = 117°C).  
Ces seuils peuvent être abaissés d'une valeur calibrée si il y a un défaut GMV détecté (0°C dans notre application).
  - Erreur sur T°eau détectée.
- Le signal "Alerte 118°C" est envoyé au bloc "Calcul de la vitesse de consigne" sous-bloc "Limitation de variation de vitesse" afin de mettre Cons VGMV à 100 % (forçage GV).

## REGULATION DE VITESSE VEHICULE (RVV)

### I - GENERALITES

#### A - PRESENTATION

Cette fonction permet, par action sur le calcul du couple demandé par le conducteur, de maintenir de façon constante la vitesse du véhicule programmée par le conducteur, quel que soit le profil de la route, et sans qu'aucune action sur la pédale d'accélérateur ne soit nécessaire. Elle laisse la possibilité de rouler au dessus de la vitesse mémorisée en agissant sur la pédale d'accélérateur.

Lorsque la RVV est mise en action, les possibilités suivantes s'offrent au conducteur :

- sélectionner une vitesse de croisière → elle est alors mémorisée et maintenue constante par régulation → c'est la vitesse de consigne,
- neutraliser la vitesse mémorisée (coupure ou annulation de la RVV),
- rappeler la vitesse mémorisée ("reprise"),
- augmenter ou diminuer la vitesse mémorisée :
  - soit par pente donc progressivement,
  - soit par de brèves impulsions donc petit peu par petit peu → fonctions Tip-Up et Tip-Down.
- accélérer le véhicule en appuyant sur la pédale d'accélérateur → le régulateur reste actif en arrière plan, ce qui permet de retrouver la vitesse de consigne préalablement mémorisée au moment où l'on relâche l'accélérateur,
- annuler la vitesse mémorisée définitivement par mise hors service de la RVV.



## B - INFORMATIONS UTILISEES PAR LA RVV

Une commande de la RVV permet au conducteur d'adresser au ME7.4.6 quatre informations ou commandes :

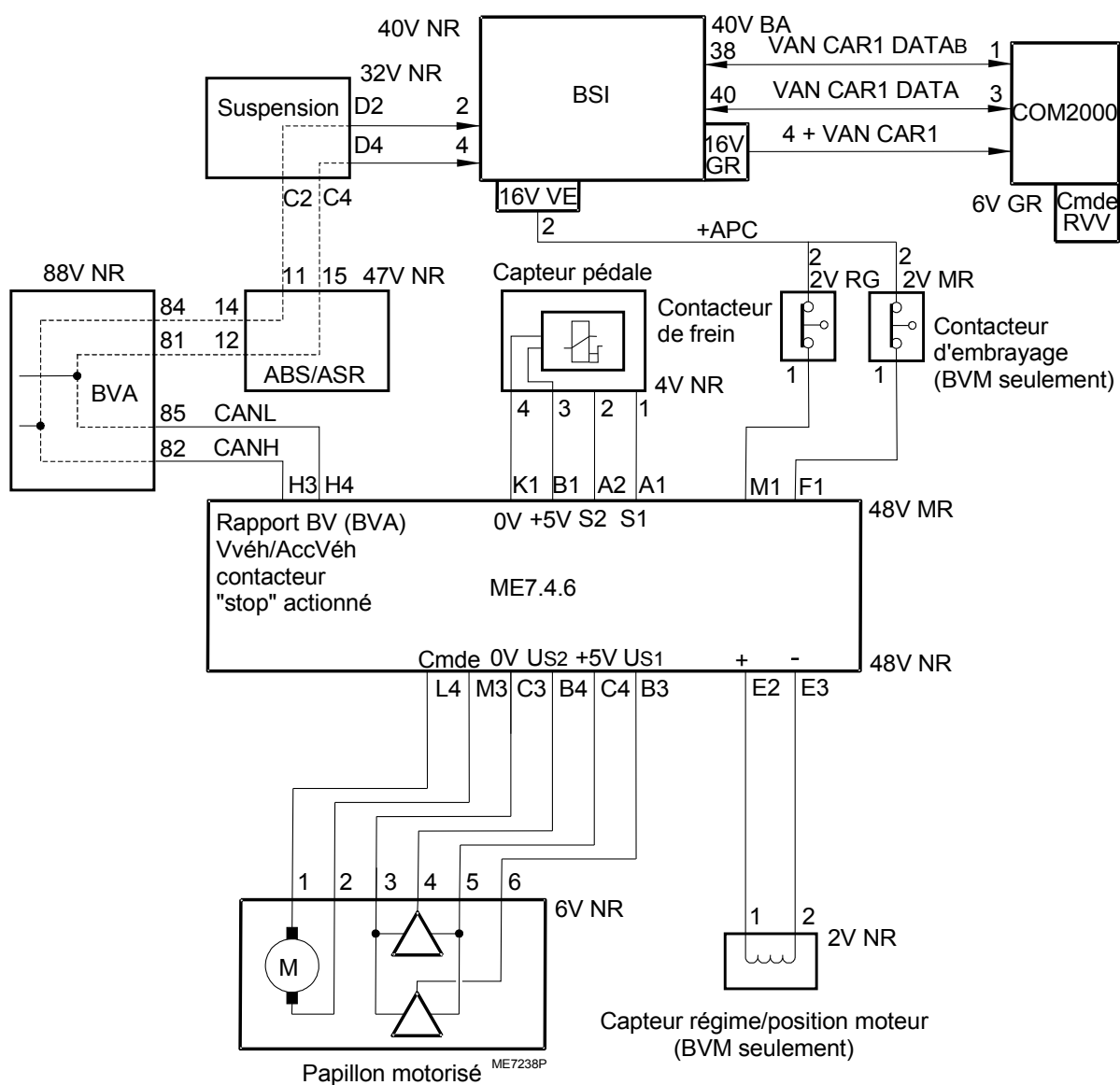
- ON/OFF → Commutateur principale pour enclencher/désenclencher la RVV,
- accélération appelée SET +,
- décélération appelée SET -,
- neutralisation de la RVV → Commutateur de "coupure" ou "d'annulation" de la RVV.

Ces quatre signaux parviennent à l'ECM par le bus CAN via le boîtier électronique "Haut de Colonne" appelé COM 2000.

Par ailleurs, l'ECM utilise aussi les informations suivantes :

- la vitesse véhicule  $V_{veh}$  et l'accélération véhicule  $Acc_{Veh}$ ,
- le signal "débrayage" → issu du contacteur d'embrayage en BVM,
- le signal "frein actionné" → issu du signal CAN "Contacteur de stop actionné" ou directement du contacteur de frein en filaire,
- l'information rapport de boîte engagé non filtré calculé en BVM, via le bus CAN dans le cas d'une BVA (neutre = état débrayé).

## Schéma de principe



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

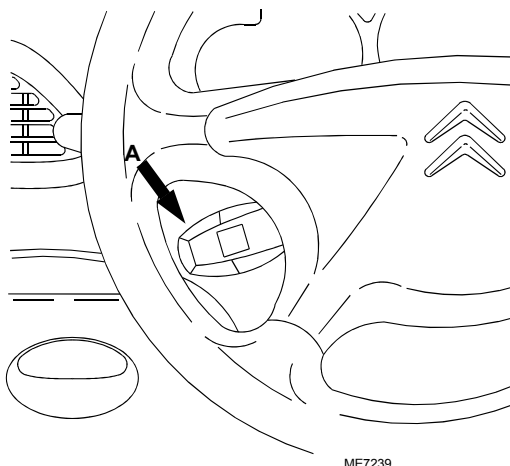
## C - UTILISATION

Ce dispositif d'aide à la conduite permet de rouler à une allure constante de votre choix, au-dessus de 40 km/h.

La commande du régulateur **A** est située sous la commande d'éclairage et de signalisation.

**Mise en action** : Tournez la molette **1** vers la position **ON**.

**Arrêt** : Tournez la molette **1** vers la position **OFF**.



### Sélection d'une vitesse de croisière

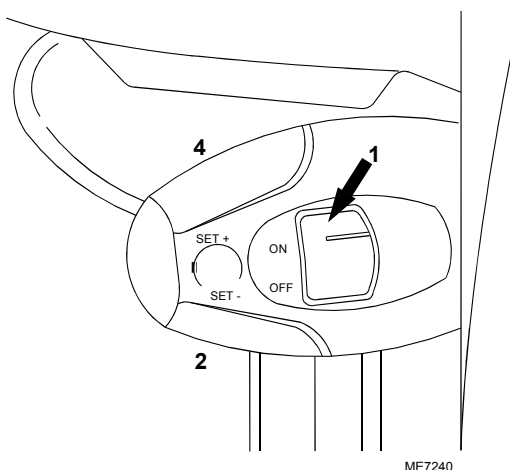
Par action sur l'accélérateur jusqu'à la vitesse souhaitée. Donnez une impulsion sur l'arrière de la touche **2** ou de la touche **4** de la commande **A**. La vitesse est régulée et mémorisée.

En cours de régulation, il est toujours possible, par action sur la pédale d'accélérateur, d'aller au-delà de la vitesse mémorisée (dépassement d'un autre véhicule par exemple).

Pédale relâchée : retour automatique à la vitesse mémorisée.

Un appui court sur l'arrière de la touche **4** augmentera légèrement la vitesse.

Un appui court sur l'arrière de la touche **2** diminuera légèrement la vitesse.



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

**Neutralisation de la vitesse mémorisée**

Soit par appui sur la pédale de frein ou de débrayage.

Soit en appuyant sur la touche **3** située sur le bout de la commande **A**.

Ces manoeuvres n'annulent pas la vitesse mémorisée.

**Rappel de la vitesse mémorisée**

Après neutralisation, donnez une impulsion sur l'arrière de la touche **2** ou de la touche **4** de la commande **A**.

Votre voiture reprend la dernière vitesse mémorisée.

**Augmentation de la vitesse mémorisée**

Par appui long sur l'arrière de la touche **4** de la commande **A** jusqu'à obtention de la vitesse souhaitée.

Relâcher la touche, la nouvelle vitesse est alors mémorisée.

**Diminution de la vitesse mémorisée**

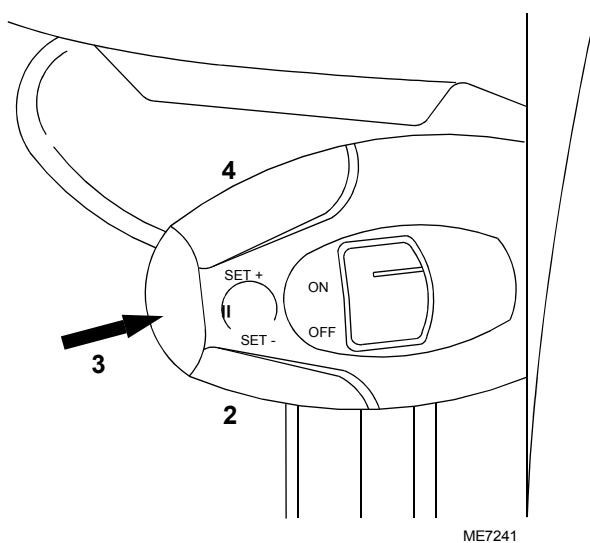
Par un appui long sur l'arrière de la touche **2** de la commande **A** jusqu'à obtention de la vitesse souhaitée (au-dessus de 40 km/h).

Relâchez la touche, la nouvelle vitesse est alors mémorisée.

**Annulation de la vitesse mémorisée**

Soit lors d'un arrêt : contact coupé.

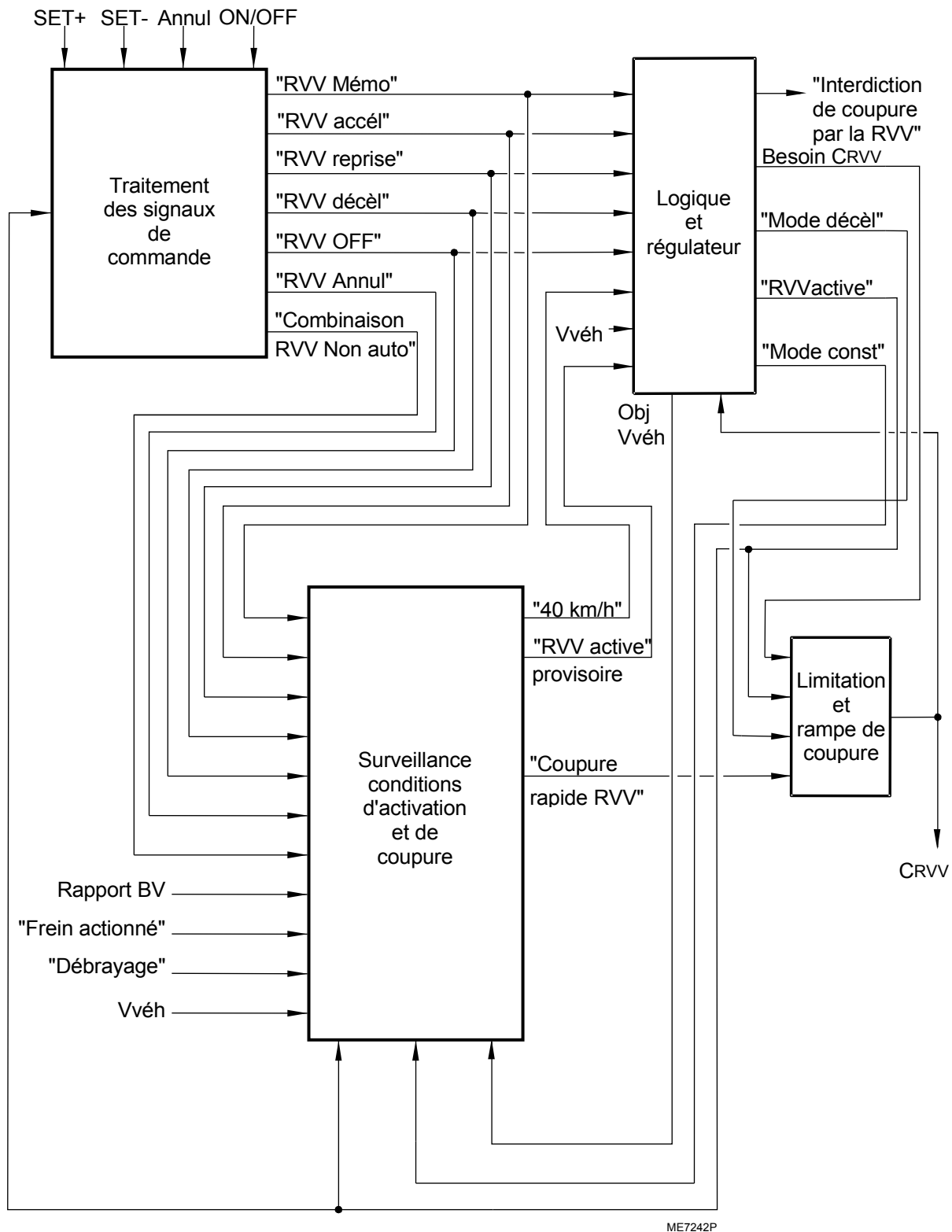
Soit par la rotation de la molette vers la position **OFF**.



### Fusibles de protection (sous planche de bord) **F16**.

Le régulateur de vitesse, ne doit être utilisé que lorsque les conditions de roulage à vitesse constante le permettent. Ne pas l'utiliser lorsque la circulation est très dense, sur route accidentée, présentant de mauvaises conditions d'adhérence ou toutes autres difficultés.

## D - VUE D'ENSEMBLE DU LOGICIEL RVV



Obj Vvéh = Objectif de vitesse véhicule.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

## II - TRAITEMENT DES SIGNAUX DE COMMANDE

- Si le bouton ON/OFF est à 0 (position "off") → "RVV OFF" = 1 (la RVV est à "l'arrêt" ou "désenclenchée").
- Si le bouton de neutralisation de la RVV est à 1 → "RVV Annul" = 1 (la RVV est "coupée" ou "annulée").

Le changement d'état d'un de ces deux boutons n'est pris en compte qu'après une tempo de 40 ms d'antibatteement de la commande.

### Utilisation des boutons SET + et SET –

La prise en compte de leur changement d'état n'a lieu qu'après la tempo de 40 ms d'antibatteement.

- Si la RVV est mise en service pour la première fois ("RVV OFF" = 0), il n'y a pas de vitesse de consigne mémorisée, "RVV active" = 0, alors un appui sur SET + ou SET – (SET + = 1 ou SET – = 1 pendant au moins 40 ms + 0,5s) met le flag "RVV mémo" à 1 → on mémorise Cons Vvéh = Vvéh instantanée.
- Si la RVV est momentanément "coupée" ou "annulée", une impulsion courte sur SET + ou SET – (SET + = 1 ou SET – = 1 pendant 40 ms + 0,5s maxi) met le flag "RVV reprise" à 1 → Cons Vvéh précédemment mémorisée est rappelée et donc la RVV redevient active.
- Quand la RVV est active ("RVV active" = 1)
  - une impulsion sur SET + (SET + = 1) → fonction TAP UP activée → Cons Vvéh et par voie de conséquence Vvéh sont augmentées d'1 échelon (voir sous chapitre IV),
  - une impulsion sur SET – (SET – = 1), → fonction TAP DOWN activée → Cons Vvéh et par voie de conséquence Vvéh sont diminuées d'1 échelon (voir sous chapitre IV),
  - si on appuie durablement sur SET +, le flag "RVV accél" est mis à 1 → Cons Vvéh et par voie de conséquence Vvéh sont augmentées selon une rampe,
  - si on appuie durablement sur SET –, le flag "RVV décél" est mis à 1 → Cons Vvéh et par voie de conséquence Vvéh sont diminuées selon une rampe.

### Génération du flag "Combinaison RVV non Autorisée"

Ce flag est mis à 1 si SET + = 1 et SET – = 1 pendant 40 ms mini.

### III - CONDITIONS D'ACTIVATION OU DE COUPURE DE LA RVV

Ce bloc :

- permet d'activer ou non le bloc "Logique et régulation",
- informe le bloc "Limitation et rampe de coupure", celui-ci devant amener brusquement ou progressivement la RVV en état "Neutre".

#### A - CONDITIONS D'ENCLenchement

- Si  $40 \text{ km/h} \leq V_{\text{véh}} \leq 205 \text{ km/h}$   
→ Le flag "40 km/h" = 1
- Le flag "RVV active provisoire" = 1 si  
– "40 km/h" = 1 et ["RVV mémo" = 1 ou "RVV accel" = 1 ou "RVV décél" = 1 ou "RVV reprise" = 1].
- Le flag "RVV active provisoire" = 0 si  
"Coupure lente RVV demandée" = 1 ou,  
"Coupure rapide RVV demandée" = 1.

#### B - CONDITIONS DE COUPURE LENTE

- "RVV OFF" = 1 → RVV désenclenchée par l'interrupteur principal ou,
- "RVV annul" = 1 → RVV neutralisée par le bouton de "coupure" ou "d'annulation" RVV ou,
- Dans l'état "Mode constant" (MAINTIEN), l'écart ( $\text{obj } V_{\text{véh}} - V_{\text{véh}}$ ) ou ( $V_{\text{véh}} - \text{Obj } V_{\text{véh}}$ ) supérieure à un seuil de 15 km/h pendant 2 minutes.

Toutes ces conditions sont réversibles, durant le cycle actuel.



## C - CONDITIONS DE COUPURE RAPIDE

### 1 - Conditions de coupure rapide réversibles

- "Frein actionné" = 1 ou,
- "Débrayage" = 1 ou,
- $N > 6520 \text{ tr/mn}$  ou,
- Rapport BV < Rapport minimal défini calibré (2ème ou 3ème) ou,
- Un changement de rapport manuel a lieu ou,
- Demande issue du concept de surveillance du système EGAS ou,
- Demande issue du CdS via le CAN (coupure supplémentaire de la RVV) ou,
- ASR actif ou,
- $30 \text{ km/h} \leq V_{\text{véh}} \leq 205 \text{ km/h}$  non vrai.

### 2 - Conditions de coupure rapide irréversibles

- Erreur sur vitesse véhicule ou dans signal frein ou,
- Combinaison RVV non autorisée (incohérence) ou,
- "RVV active" et Acc véh < - 2,17 m.s<sup>2</sup> pendant 2s ou,
- "RVV active" et CRVV > Cpédale et ACC Véh > 2,17 m.s<sup>2</sup> ou,
- Boîtier papillon non alimenté ou "Coupure carburant" demandée par la surveillance du système EGAS.

## D - INFORMATION COUPURE RVV POUR LE CONCEPT DE SURVEILLANCE DU SYSTEME EGAS

Un flag "Coupure RVV pour le niveau fonctionnel" est mis à 1 si :

- "RVV active provisoire" = 0 ou,
- "Coupure rapide RVV demandée" = 1 ou,
- "Coupure lente RVV demandée" = 1 depuis une durée f(rapport BV).

## IV - LOGIQUE ET REGULATION

Ce bloc très dense assure les fonctions suivantes :

- interprétation des commandes du conducteur,
- contrôle des conditions pour fonctions TAP-UP et TAP-DOWN,
- gestion des transitions entre les différents états de la RVV,
- calcul d'un objectif de vitesse véhicule Obj Vvéh,
- calcul d'une consigne de vitesse véhicule Cons Vvéh,
- calcul des paramètres pour le régulateur,
- maintien de la vitesse véhicule à la valeur de consigne grâce à un régulateur,
- détermination de la condition "Interdiction de coupure par la RVV" utilisée :
  - pour déterminer les conditions de coupure d'injection en décélération,
  - pour la détermination de la "Condition ralenti".

### A - INTERPRETATION DES COMMANDES

- Lorsque "RVV mémo" passe de 0 à 1, on mémorise  $V_{véh} = Obj\ V_{véh}$ .
- Lorsque "RVV reprise" passe de 0 à 1, on reprend la vitesse mémorisée.
- Lorsque "RVV accél" = 1 (SET + = 1 depuis 40 ms au moins puis maintenu au delà de 0,5s) on attend encore 0,5s puis on lance une rampe de d'accélération.
- Lorsque "RVV décél" = 1 (SET - = 1 depuis 40 ms au moins puis maintenu au delà de 0,5s) on attend encore 0,5s puis on lance une rampe de décélération.

### B - CONDITIONS D'AUTORISATION DE TAP-UP ET TAP-DOWN

$|V_{véh} - ObjV_{véh}| \leq 5\text{ km/h}$  et  $CRVV < 120\%$  et  $CRVV > C_{pédale}$  et moins de 8 impulsions consécutives sur SET +.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

⇒ TAP-UP autorisé

$|V_{\text{véh}} - \text{Obj } V_{\text{véh}}| \leq 5 \text{ km/h}$  et  $\text{CRVV} > \text{Cpédale}$  et moins de 8 impulsions consécutives sur SET –

⇒ TAP-DOWN autorisé

Conditions de coupure vraies

"RVVreprise"0 → 1 et Obj Vvéh > Vvéh  
et "40km/h"=1

NEUTRE=  
RVV coupée

"le régulateur est actif"=0  
"Rampe RVV"=0

("RVVaccél"=1 et tempo=0,5s  
dépassée)et "40km/h"=1

"RVVaccél"1 → 0  
ou Vvéh ≥ 203km/h

"RVVdécel"1 → 0  
ou Vvéh ≤ 27km/h

Accélération  
"Régulation actif"=1  
"Rampe RVV"=1

Décélération  
"Régulation actif"=0  
"Rampe RVV"=0

Reprise

ConsVvéh=Vvéh

"RVVaccél"=1 et  
tempo =0,5s  
dépassée

"RVVdécel"=1 et  
tempo=0,5s  
dépassée

"RVVaccél"=1 et  
tempo=0,5s  
dépassée

"RVVdécel"=1 et  
tempo =0,5s  
dépassée

"RVVaccél"=1 et  
tempo=0,5s  
dépassée

"RVVdécel"=1 et  
tempo =0,5s  
dépassée

"RVVdécel"=1 et tempo=0,5s dépassée

"Régulateur actif"=1

"Régulateur actif"=1

ObjVvéh-Vvéh > 10km/h

ConsVvéh ≥ Obj Vvéh

ConsVvéh ≤ Obj Vvéh

TAP-UP

Maintien →  
Régulation Vvéh

TAP-DOWN

"RVVaccél" 0 → 1  
et Tap-up autorisé

"RVVdécel"0 → 1 et  
Tap-down autorisé

"Rampe RVV"=1

"Rampe RVV"=0

"Régulateur actif"=1

"Régulateur actif"=1

"Rampe RVV"=1

"Mode constant"=1

"RVVdécel"=1 et tempo = 0,5s dépassée

"RVVaccél"=1 et tempo = 0,5s dépassée

ME7243P

© AUTOMOBILES CITROËN Toute reproduction ou traduction même partielle sans l'autorisation écrite d'AUTOMOBILES CITROËN est interdite et constitue une contrefaçon

## D - CALCUL DE L'OBJECTIF DE VITESSE VEHICULE

La vitesse véhicule "visée" dépend des conditions de fonctionnement :

- en "mode constant", donc dans l'état "Maintien" de l'automate,  $\text{Obj V}_{\text{véh}} = \text{Cons V}_{\text{véh}}$ ,
- si le flag "RVV OFF" = 1 (Neutralisation ou annulation de la RVV par bouton principal ON/OFF) alors  $\text{Obj V}_{\text{véh}} = 0$ ,
- lors d'une transition de l'automate accélération → Coupure RVV ("RVV active provisoire" = 0) ou décélération → coupure RVV alors,  $\text{Obj V}_{\text{véh}} = V_{\text{véh}}$  instantanée,
- dans l'état Tap-up de l'automate, si la condition  $|V_{\text{véh}} - \text{Obj V}_{\text{véh}}| \leq 5 \text{ km/h}$  reste vraie alors, à chaque fois que "RVV accél"  $0 \rightarrow 1$  (à chaque impulsion sur le bouton SET +)  $\text{Obj V}_{\text{véh}}$  actuel =  $\text{Obj V}_{\text{véh}}$  précédent + 1 km/h,
- dans l'état Tap-down de l'automate, si la condition  $|V_{\text{véh}} - \text{Obj V}_{\text{véh}}| \leq 5 \text{ km/h}$  reste vraie alors, à chaque fois que "RVV décél"  $0 \rightarrow 1$  (à chaque impulsion sur le bouton SET -),  $\text{Obj V}_{\text{véh}}$  actuel =  $\text{Obj V}_{\text{véh}}$  précédent - 1 km/h,
- dans tous les cas,  $\text{Obj V}_{\text{véh}}$  est borné à 30 km/h en mini et 205 km/h en maxi.

## E - CALCUL DE LA CONSIGNE DE VITESSE VEHICULE

### 1 - Dans les cas suivants, au niveau de l'automate :

- "RVV mémo" = 1 et RVV en "mode constant", ou,
  - "RVV en mode constant après l'état accélération, ou,
  - le régulateur de la RVV devient actif (Tous modes sauf "Neutre" et "Décélération"), ou,
  - la RVV passe en mode reprise,
- alors,  $\text{Cons V}_{\text{véh}} = V_{\text{véh}}$  instantanée.

## 2 - Rampe d'accélération

Cons Vvéh appliquée = [Cons Vvéh instantanée + rampe]

↑  
en km/h par 20 ms

- En mode Tap-up, à chaque impulsion sur SET +, la rampe se présente sous forme d'un incrément de valeur calibrée constante.
- En mode accélération, Cons Vvéh est augmentée continuellement à l'aide d'une rampe qui dépend de la vitesse du véhicule du moment.
- En mode reprise, alors que  $V_{véh} < Obj V_{véh}$ , Cons Vvéh est augmentée continuellement à l'aide d'une rampe qui dépend :
  - de la vitesse véhicule du moment et,
  - de l'écart ( $Obj V_{véh} - Cons V_{véh}$ ) par rapport à trois seuils calibrés possibles  
→ 4 tables  $f(V_{véh})$ .
- Si  $CRVV \geq 120 \%$ , alors la rampe est mise à zéro sans délai.

## 3 - Rampe de décélération Tap-down

Cons Vvéh appliquée = [Cons Vvéh instantanée – rampe]

↑  
en km/h par 20 ms

En mode Tap-down, à chaque impulsion sur SET -, la rampe se présente sous forme d'un incrément de valeur calibrée constante.

## 4 - Correction après accélération

x secondes  $f(\text{rapport BV})$  après une transition "accélération" → "maintien" dans l'automate, Cons Vvéh appliquée = Cons Vvéh instantanée + Correction  $f(\text{rapport BV})$ , c'est seulement après que Cons Vvéh = Vvéh instantanée.

## 5 - Correction après décélération

x secondes  $f(\text{rapport BV})$  après une transition "décélération" → "maintien" dans l'automate, Cons Vvéh appliquée = Cons Vvéh instantanée – Correction  $f(\text{rapport BV})$ , c'est seulement après que Cons Vvéh = Vvéh instantanée.

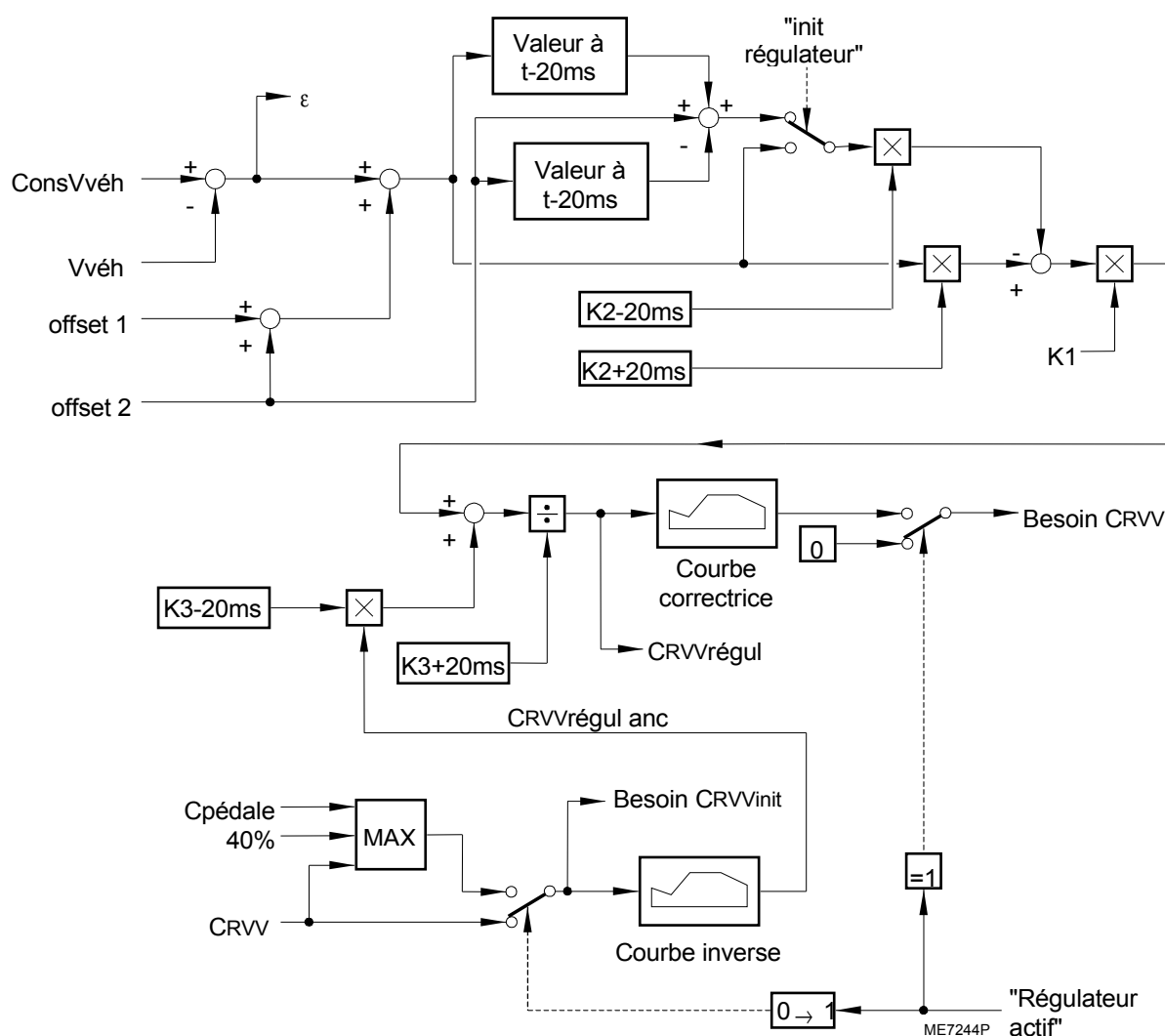
## 6 - A la transition dans l'automate

Tap up → maintien ou Tap down → maintien ou Reprise → maintien ou (Neutre → maintien par "RVV mémo" = "reprise à partir du haut") alors, Cons Vvéh appliquée = Obj Vvéh (dernière valeur).

**Remarque :** En dehors du cas "rampe d'accélération", Cons Vvéh est limitée à 30 km/h en mini et 205 km/h en maxi. La limitation de la rampe d'accélération se fait par  $CRVV \geq 120 \%$ .

## F - REGULATEUR

Il s'agit d'un régulateur proportionnel dérivé ;



La formule générale est :

$$\text{Besoin CRVV}_{(i)} = \frac{1}{K3 + dt} [K1((K2 + dt) \cdot \epsilon_{(i)} - (K2 - dt) \cdot \epsilon_{(i-1)}) + (K3 - dt) \cdot \text{CRVV}_{(i-1)}]$$

avec  $dt$  = écart de temps de 20 ms.

**Remarques :**

- le couple en sortie régulateur CRVV réglé est corrigé par une courbe qui donne finalement le besoin en couple pour la RVV "Besoin CRVV",
- quand le régulateur est inactif (RVV en "neutre" ou "décélération") sa sortie est à 0,
- quand le régulateur devient actif, l'ancienne valeur de sortie est initialisée à la valeur maxi entre une valeur calibrée, l'ancienne valeur de couple RVV appliqué CRVV et le couple pédale,
- K1 est fonction du rapport de boîte  
→ une table pour le mode constant,  
→ une table pour les rampes (Tap up ou Tap down, ou reprise ou accélération).
- K2 est fonction du rapport de boîte  
→ une table,
- K3 est fonction du rapport de boîte  
→ une table, mais en cas de rampe,  $K3 = K2$ ,
- offset 1 →  $f(\text{Rapport BV, Obj Vvéh})$  en maintien  
→ égal à  $\frac{\text{Besoin CRVV anc}}{K1}$  dans le cas d'une rampe,
- offset 2 est égal à l'intégration de la différence ( $\text{Obj Vvéh} - Vvéh$ ) ; le coefficient d'intégrateur dépend de la différence de vitesse elle-même.

La valeur maximale admissible de offset 2 est fonction de Obj Vvéh.

L'intégrateur est :

- initialisé lorsque le régulateur est actif, ou si "RVV mémo"  $0 \rightarrow 1$  ou "RVV reprise"  $1 \rightarrow 0$  ; la valeur d'init est (offset 1 – Offset 1 d'initialisation) en mode maintien, et zéro dans les autres cas,
- déclenché du moment où  $\text{Besoin CRVV init} < 120 \%$ .

**G - CONDITION INTERDICTION DE COUPURE PAR LA RVV**

Ce flag est mis à 1 si :

- $Vvéh < (\text{Cons Vvéh} + 3)$ , ou,
- mode décélération non vrai, ou,
- régulateur actif.





Si le régulateur n'est pas actif ( $\Rightarrow$  Mode neutre de l'automate seulement),

$CRVV = CRVV_{min}$

$\rightarrow CRVV = 0$  sans délai dans le cas d'une coupure rapide demandée

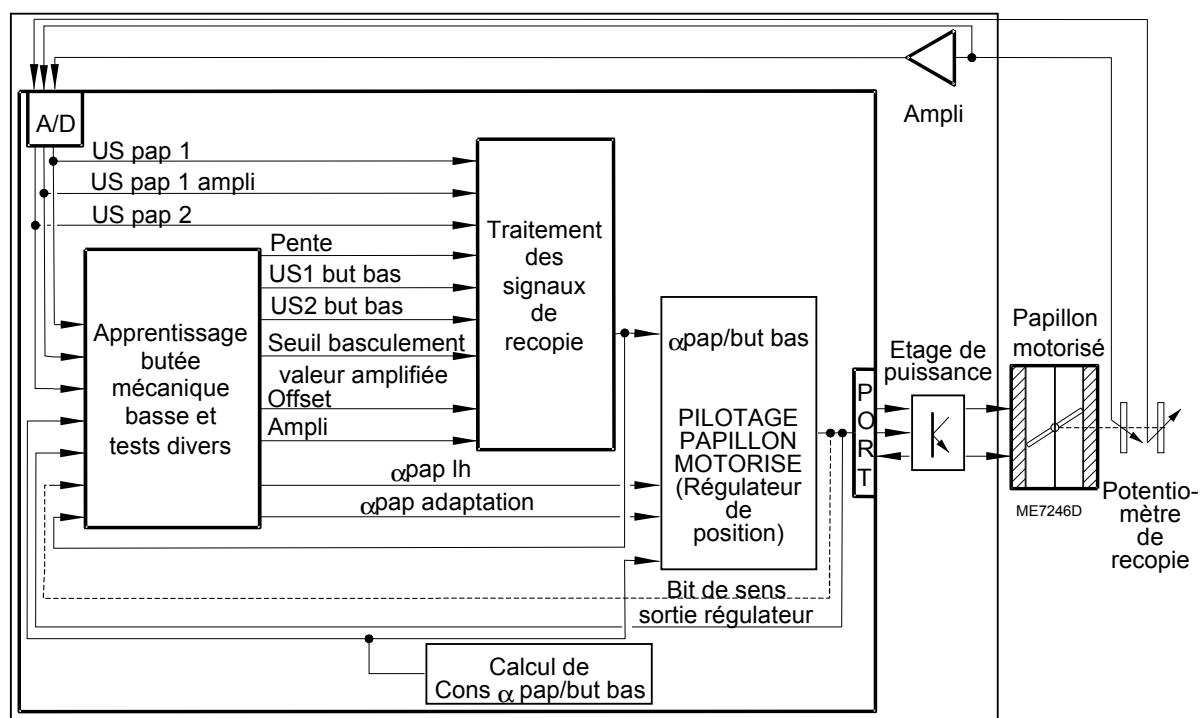
$\rightarrow CRVV$  est amené progressivement à 0 par une rampe dans le cas d'une demande de coupure lente ; le temps pour arriver à zéro  $T_{décr}$   $CRVV$  est fonction du rapport de boîte. La valeur de départ est  $CRVV_{min} = CRVV$  (dernière valeur)  $- 3 \%$ .

Si le régulateur est actif ou si l'automate est en mode décélération,  $CRVV = \text{Besoin } CRVV \text{ limité}$ .

Dans le cas particulier du mode décélération,  $\text{Besoin } CRVV$  est égal à zéro en sortie du régulateur ; mais  $CRVV$  ne pourra pas descendre en dessous de  $CRVV_{min}$ . Mais  $CRVV_{min}$ , dans ce cas, se comporte comme dans le cas d'une coupure lente. C'est à dire que toutes les 20 ms,  $CRVV_{min}$  est égal à  $CRVV - 3 \%$ , puis est décrétement progressivement jusqu'à 0. En cours de décrémentation, l'automate peut sortir du mode décélération. Le régulateur redélivre une Consigne de couple  $\text{Besoin } CRVV \rightarrow CRVV = \text{Besoin } CRVV$  ; tandis que  $CRVV_{min}$  continue d'aller vers zéro.

## PILOTAGE DU PAPILLON MOTORISE

### I - VUE D'ENSEMBLE



**Remarque :** Dans ce chapitre, nous n'aborderons que l'apprentissage et l'adaptation de certaines grandeurs, ainsi que le pilotage du papillon motorisé.

## II - GRANDEURS APPRISSES POUR LE PILOTAGE DU PAPILLON

Le calculateur est obligé de s'adapter aux évolutions qui peuvent se produire, au niveau du boîtier papillon, dans le temps.

Aussi, le ME7.4.6 effectue les quatre opérations suivantes :

- apprentissage et test de la position Limphome avec reconnaissance éventuelle d'un changement de papillon motorisé,
- test des ressorts du papillon motorisé,
- apprentissage de la butée mécanique basse,
- réglage de l'amplificateur, offset et pente.

### Apprentissage de la position Limphome (principe)

A la mise sous tension du calculateur et après une temporisation calibrée, on lit les tensions de sortie du potentiomètre et on les nomme US1 pap lh et US2 pap lh. Si elles diffèrent de celles déjà mémorisées dans l'EEPROM, on décrète un besoin d'adaptation et un apprentissage de la position Limphome aura lieu après le test des ressorts de rappel.

Si le papillon a été changé, et qu'il n'a pas été fait d'adaptation avec un outil APV, et que US1 pap lh et US2 pap lh se situent dans les tolérances de plausibilité (par rapport aux valeurs mémorisées), il ne peut y avoir adaptation. Une fois l'allumage validé, c'est la valeur du courant du régulateur de position du papillon qui, de part sa valeur, entraînera le blocage de l'injection, et une adaptation du papillon.

### Test des ressorts de rappel

Les conditions suivantes doivent être respectées :

- pas de coupure d'injection préconisée par le concept de surveillance EGAS, boîtier papillon alimenté, et c'est le potentiomètre 1 qui est utilisé pour le contrôle de position,
- $V_{veh} = 0$  et,
- $N \leq 250$  tr/mn et,
- $T^{\circ}eau \geq 5^{\circ}C$  et,
- $T^{\circ}air \geq 5^{\circ}C$ .

Principe : A partir de la position Limphome lue, on ouvre le papillon de 15 %, et on vérifie qu'il atteint une ouverture d'au moins 12 % en un temps maxi admissible de 0,14s ( $\alpha$  pap/but bas  $\geq \alpha$  pap lh + 12 %).

Si le test est réussi, on coupe la commande du papillon ; celui-ci revient donc à la position Limphome sous l'action des ressorts de rappel.

Si avant 0,5s,  $\alpha$  pap/but bas  $< \alpha$  pap lh + 3 %, le test est concluant. On peut alors, le cas échéant apprendre pendant 0,3s les deux valeurs Limphome US1 pap lh et US2 pap lh, et en faire une moyenne afin d'obtenir la nouvelle position Limphome du papillon  $\alpha$  pap lh.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE

**Test du ressort en ouverture**

- Mêmes conditions que pour le test précédent.
- Principe : A partir de la position Limphome, on ferme le papillon à 0,5 %. On vérifie qu'il atteint au moins une fermeture de 1 % en un temps maxi admissible de 0,14s ( $\alpha$  pap/but bas  $\leq 1$  %). Si le test est réussi, on coupe la commande du papillon, celui-ci revient donc à la position Limphome sous l'action du ressort d'ouverture. Si avant 0,5s,  $\alpha$  pap/bus bas  $\geq \alpha$  pap lh - 1 %, le test est concluant.

Les deux test liés aux ressort que nous venons de voir peuvent lancer un mode de secours si il n'ont pas été concluants.

**Apprentissage de la butée basse du papillon****Partie stationnaire**

Il a lieu à la première mise en service du calculateur ou lors d'un changement du papillon motorisé. Mais, il peut se produire contact mis, moteur arrêté, toutes les 30 secondes.

**Conditions :**

Le test des ressorts doit être terminé.

Pas de coupure d'injection préconisée par le concept de surveillance EGAS, Boîtier papillon alimenté, et c'est le potentiomètre 1 qui est utilisé pour le contrôle de position.

$N \leq 250$  tr/mn

Contact mis, au bout de 30s, les conditions supplémentaires suivantes doivent être respectées :

Vvéh = 0 et,  
 $\alpha$  pédale < 15 % et,  
Ubat > 10V et,  
T°eau  $\geq 5^{\circ}\text{C}$  et,  
T°eau  $\leq 100^{\circ}\text{C}$  et,  
T°air  $\geq 5^{\circ}\text{C}$ .

**Principe :**

On amène le papillon aux valeurs de consignes US1 pap pos 0 maxi = 0,8V et US2 pap pos 0 min = 4,2V. Ensuite, selon une rampe calibrée, on amène le papillon à sa butée basse mécanique réelle. Le régulateur de position cherche électroniquement à ramener le papillon aux valeurs de consigne précédentes ; quand sa valeur de sortie dépasse un certain seuil négatif, on en conclut que le papillon est vraiment sur sa butée basse réelle. Après une temporisation de 0,3s on s'assure que les tensions US1 pap et US2 pap ne dépassent pas les seuils respectifs US1 pap pos 0 min = 0,23V et pap pos 0 max = 4,7V.

Les nouvelles tensions de butée basse réelle obtenues US1 pap pos 0 et US2 pap pos 0 sont alors augmentées chacune de l'offset = 0,025V. On vérifie qu'avec l'offset on repasse au dessus de 0,8V et 4,2V.

Si ce n'est pas le cas, on rouvre le papillon à l'aide d'une rampe calibrée, jusqu'à ce que la valeur de sortie du régulateur de position passe au dessus d'un seuil négatif plus faible que le précédent. Après 0,5s d'attente, on vérifie que US1 pap a dépassé la butée basse réelle électrique, mais pas plus de 0,15V.

Ensuite, si un apprentissage de la position Limphome a été effectué lors du test des ressorts de rappel, on la transforme en position relative par rapport à la butée basse  $\alpha$  pap lh/but bas et on vérifie qu'elle se trouve entre deux butées mini et maxi admissibles.

Enfin, en choisissant deux points de mesure sur le potentiomètre, le calculateur amplifie le signal US1 pap. La valeur normale, et la valeur normale amplifiée lui permettent alors de déterminer l'offset et l'amplification de traitement du signal papillon, ainsi que le seuil inférieur US1 but bas de basculement, pour l'utilisation de la valeur amplifiée de US1 pap. (voir chapitre capteurs et informations). Il est alors possible d'ajuster la pente du signal potentiomètre en fonction de la course électrique réelle disponible.

**Remarque :** En cas de remplacement de papillon motorisé, il convient de procéder à une initialisation de base au cours de laquelle US1 pap pos 0 et US2 pap pos 0 originelles (1ère mise en service du calculateur) sont remplacées par des valeurs d'initialisation fixes calibrées. Il est alors conseillé, à la mise du contact, d'attendre 30s mini avant de démarrer le moteur, afin qu'un vrai apprentissage s'effectue de la façon précédemment décrite. La pente du signal possède également une valeur d'initialisation.

### Partie temporaire

La butée mécanique inférieure varie sous l'influence de la température. Aussi, pour des consignes de position papillon  $< 1 \%$ , le papillon peut arriver en butée basse, ce qui empêcherait la régulation du ralenti.

Il faut donc augmenter la valeur de la butée basse électrique, ceci par l'entremise d'un offset temporaire US pap temp.

Conditions d'autorisation :  $T^{\circ}\text{eau} > 85^{\circ}\text{C}$  et  $\text{Cons } \alpha \text{ pap/but bas} < 0,99 \%$ . Quand la sortie du régulateur de position dépasse un seuil positif calibré au delà de 0,4s, l'offset est appliqué ; il est alors augmenté d'1 delta calibré à chaque pas de calcul. Dès que l'offset permet à la sortie du régulateur de position de repasser sous le seuil calibré, on le fige puis, si le seuil n'a pas été franchi pendant au moins 120s, on supprime l'offset.

L'offset ne peut, en aucun cas, dépasser une butée maxi calibrée. En final, la butée basse électrique US1 pap pos 0 = US1 pap pos apprise en stationnaire + US pap temp.

### III - PILOTAGE DU PAPILLON MOTORISE

Ce bloc doit réguler la position du papillon à l'aide d'un régulateur de position de type PID, en fournissant à l'étage de puissance du papillon motorisé :

- un RCO de pilotage et,
- un bit directionnel.

L'étage de puissance intègre un dispositif de limitation de courant.

Le circuit de régulation comprend aussi un circuit de surveillance :

- Détection de valeurs non admissibles de  $\alpha$  pap/but bas ou Cons  $\alpha$  pap/but bas.
- Dépassement d'un seuil par la valeur de sortie du régulateur dans le cadre d'un apprentissage de butée basse.
- Dysfonctionnement de l'étage de puissance.

Fréquence de pilotage du papillon motorisé : 2000 hz.

- Afin de soulager la batterie, le papillon n'est pas piloté (coupure de l'étage de puissance) dans les cas suivants :

- $N = 0$ ,
- $\alpha$  pédal norm = 0.

- Particularités de la partie intégrale du régulateur :

Lorsque le papillon se trouve à proximité de la butée mécanique inférieure, la partie I atteint de fortes valeurs négatives, car le frottement est plus important. Aussi, lorsque Cons  $\alpha$  pap/but bas < 0,24 %, la partie I est mise à sa plus petite valeur possible (calibrée).

Lorsque le calculateur décide de faire passer le boîtier papillon en mode Limphome, il commence par appliquer à la valeur de l'intégrateur un delta de compensation. En effet, le passage en Limphome provoque un saut de couple, qui plus est en sens inverse.

- Les fluctuations de tension batterie perturbent la régulation de position du papillon ; pour remédier à cet inconvénient, on utilise un facteur de compensation =  $\left[ \frac{13,5 \text{ V}}{U_{\text{bat}}} \text{ filtré} \right] \times \text{facteur d'amplification calibré}$  différent selon que l'on se trouve en phase démarrage ou non.

- La somme des parties proportionnelle, intégrale, et différentielle est convertie en RCO de pilotage du papillon. Cette valeur est utilisée pour l'apprentissage de la butée basse, mais ce RCO sert avant tout à positionner le papillon à la valeur de consigne Cons  $\alpha$  pap/but bas.

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE



- Les défauts entraînant le mode dégradé "Limphome" sont les suivants :
  - fonction "soulagement de la batterie",
  - tension batterie trop faible,
  - $(\text{Cons } \alpha \text{ pap/but bas filtrée} - \alpha \text{ pap/but bas}) > \text{dérive calibrée}$ ,
  - régulateur en butée trop longtemps,
  - l'étage de puissance s'est coupé de lui-même (Température trop élevée par exemple),
  - problèmes rencontrés lors des test de ressorts,
  - un défaut détecté par la fonction de surveillance du système EGAS, a amené celle-ci, pour des raisons de sécurité, à couper l'alimentation en carburant, et ce de façon irréversible (Ex : problème d'apprentissage de la butée basse, ...).

**Attention :** Si la position Limphome est demandée par le flag "Boîtier papillon non alimenté" (régulateur en butée, on consigne non atteinte, ou tests des ressorts mauvais), une coupure réversible de carburant est demandée jusqu'à ce que le papillon atteigne bien la position Limphome ( $\alpha \text{ pap/but bas} \leq \alpha \text{ pap/but bas lh} + 6 \text{ \% environ}$ ).

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 2EME PARTIE**

## ADC DEUXIEME GENERATION

### I - PRESENTATION

#### A - RAPPELS

Un dispositif complet d'Anti Démarrage Codé comprend un boîtier de gestion de la fonction ADC qui doit, à la mise du + APC, dialoguer avec l'ECM afin d'obtenir le déverrouillage de ce dernier. Pour cela, le boîtier de gestion doit d'abord reconnaître l'utilisateur.

Quelle que soit la forme de la demande de déverrouillage que le boîtier de gestion envoie à l'ECM, cette commande ne sera générée qu'après reconnaissance de l'utilisateur.

Le dispositif de reconnaissance de l'utilisateur se présente sous la forme :

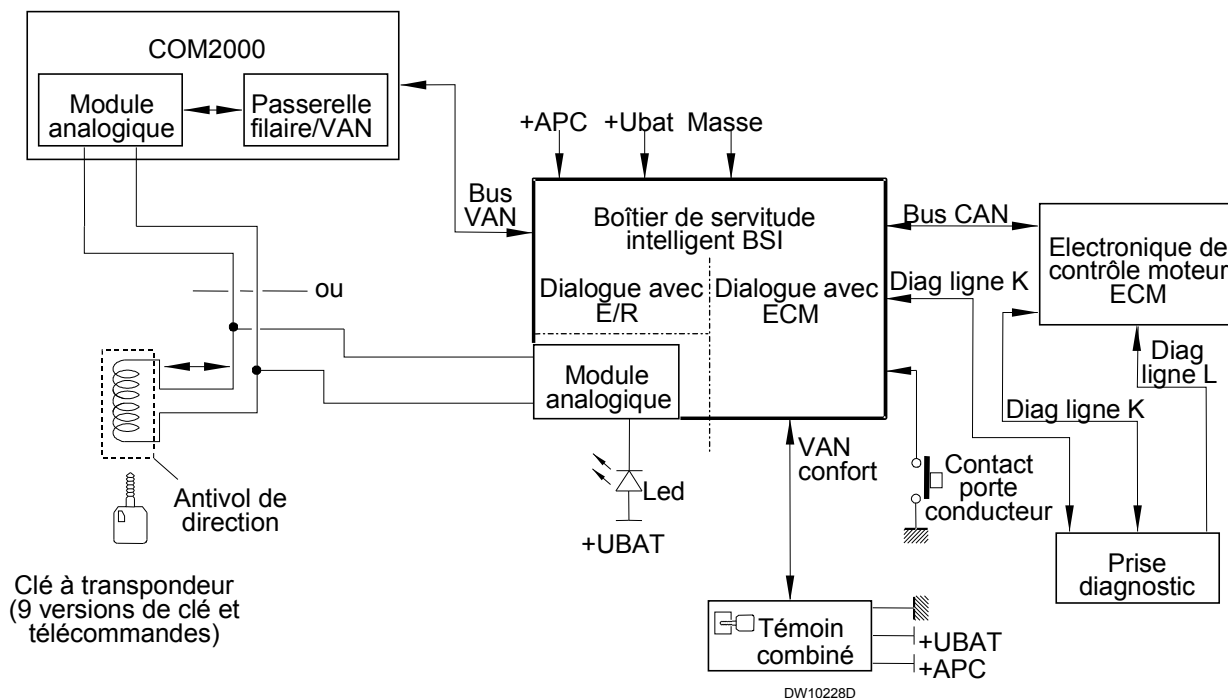
- d'un clavier (solution qui n'est plus appliquée) ou,
- d'une puce transpondeur, appelée "Etiquette répondeuse", implantée dans la tête de clé de contact du véhicule et,
- d'une antenne associée à un module analogique servant de passerelle entre l'antenne qui n'est qu'une bobine et le boîtier de gestion.

Le boîtier de gestion électronique est :

- soit intégré au clavier,
- soit indépendant et autonome dans le cas d'un dispositif à transpondeur,
- soit une des fonctions électroniques parmi toutes celles que contient une Centrale de Protection Habitacle (CPH), ou un boîtier de Servitude Intelligent (BSI).

Dans le but de réduire fortement les risques de vol du véhicule, le système à transpondeur a permis d'augmenter la robustesse de l'ADC côté reconnaissance utilisateur ; dorénavant, l'ADC 2 (2 pour deuxième génération) offre également une grande robustesse côté dialogue avec l'ECM.

## B - DISPOSITION GENERALE DE LA FONCTION ADC 2



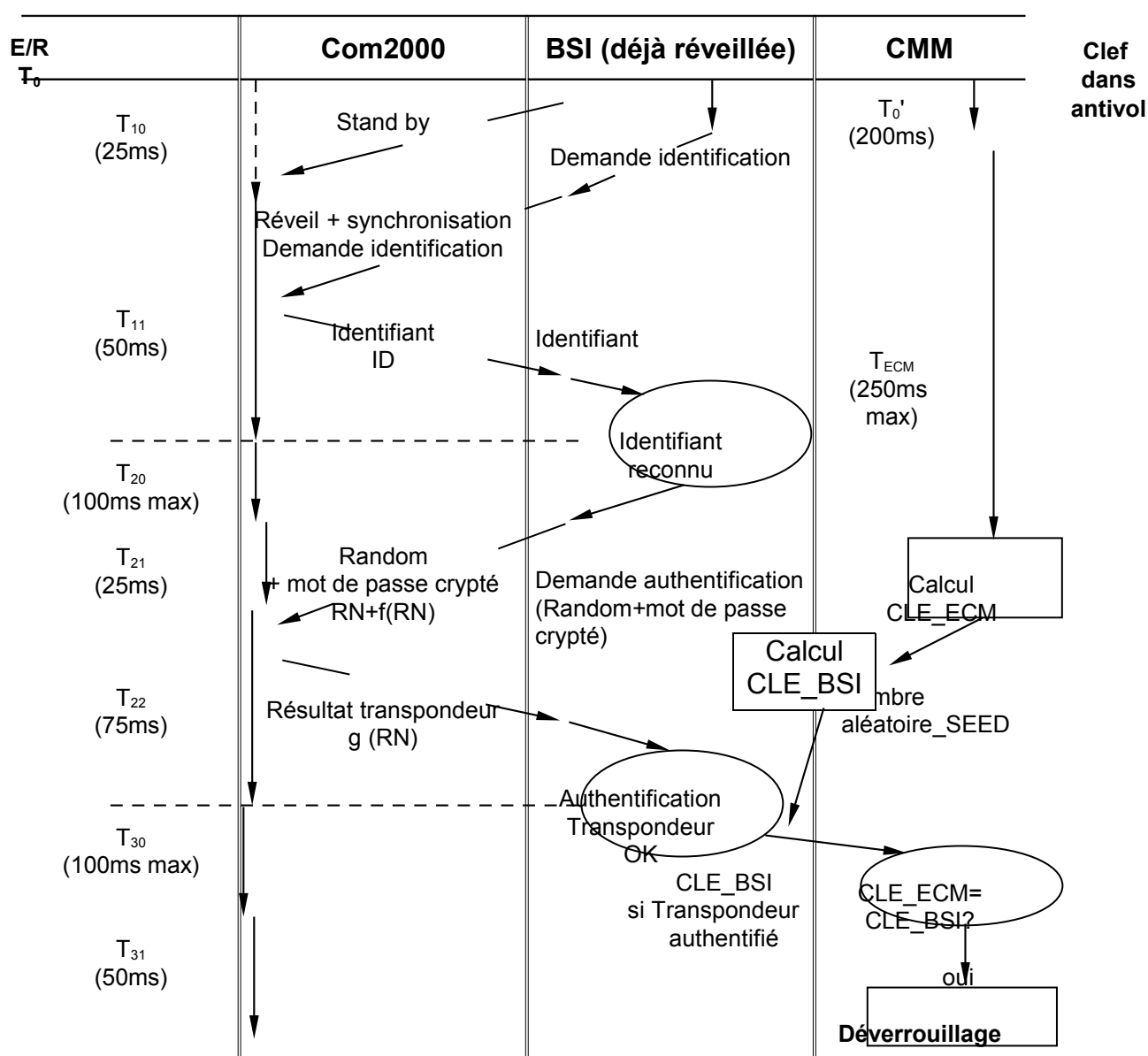
*Nota : Le contact porte conducteur n'est pas utilisé dans la fonction ADC, mais pour la fonction annexe "reconnaissance oubli de clef dans l'antivol".*

## C - PRINCIPE D'UNE SEQUENCE DE DEVERROUILLAGE DE L'ECM

A la mise du + APC, l'ECM qui est verrouillé, adresse au BSI une demande d'autorisation de se déverrouiller (Nombre aléatoire SEED).

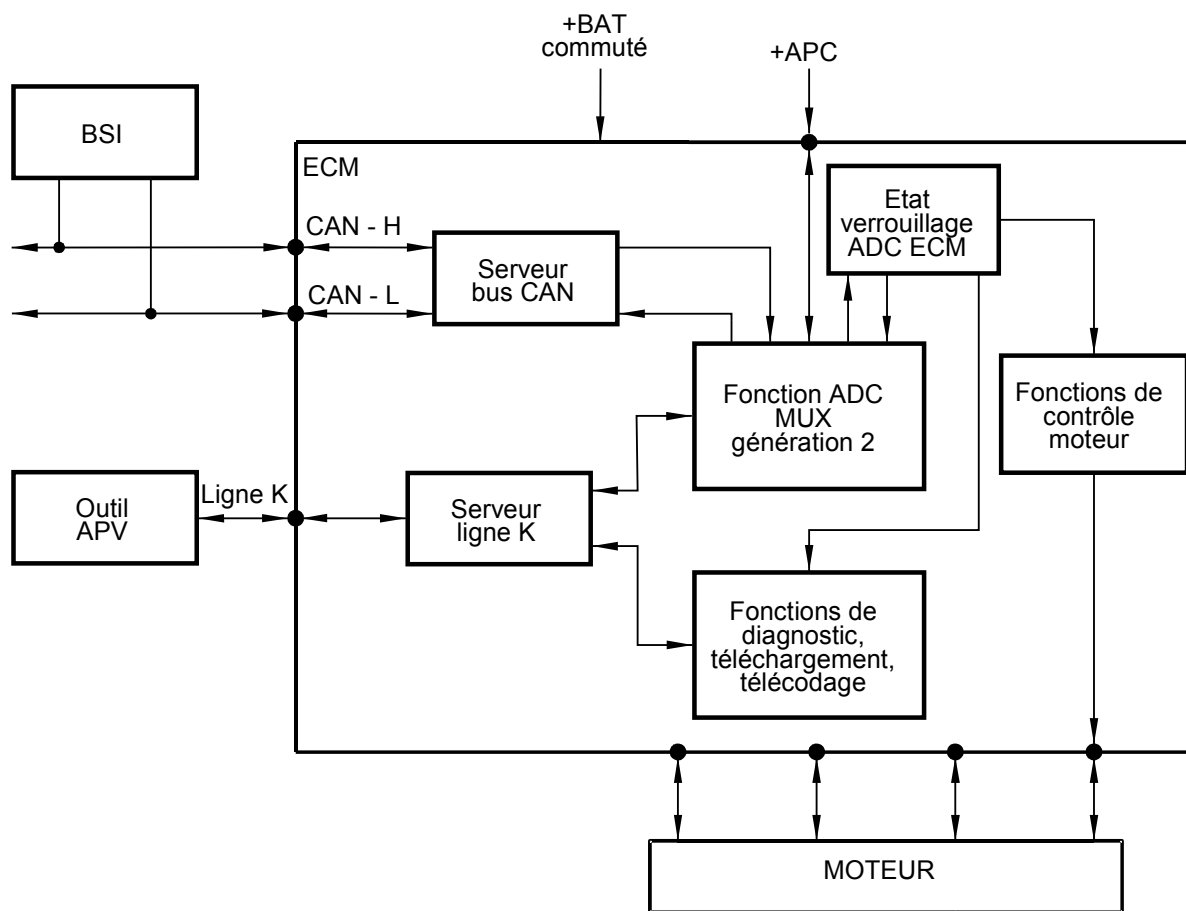
Parallèlement, le BSI procède à une identification puis une authentification du transpondeur. Si ces deux opérations sont réussies, le BSI calcule une clé de cryptage CLE\_BSI et l'envoie à l'ECM. Celui-ci qui a calculé sa propre clé de cryptage CLE\_ECM vérifie que  $CLE\_BSI = CLE\_ECM$ . Si tel est le cas, il se déverrouille et le signale au BSI qui pilote alors l'extinction du témoin au combiné.

**Remarque :** A la mise du + APC, le BSI commande l'extinction de la LED et l'allumage du témoin.



Hypothèse : La BSI est déjà réveillée. Le + VAN est présent et le Com2000 initialisé.

## D - SCHEMA DE CONTEXTE DE LA FONCTION ADC 2



DW10259P

## II - FONCTIONNEMENT GENERAL

### A - MISE EN SERVICE DE L'ECM

Un ECM neuf venant du fournisseur est **verrouillé**, l'empêchant de piloter l'injection et l'avance à l'injection.

Il n'est pas déverrouillable directement, mais il est obligatoire de le rendre opérationnel afin qu'il puisse se déverrouiller par dialogue avec le BSI et donc permettre le démarrage, ainsi que se reverrouiller automatiquement. Pour cela, un mécanicien doit effectuer deux opérations à l'aide d'un outil de diagnostic Après-vente :

- la programmation d'un code-ECM (et d'un code-BSI dans ce dernier si lui aussi est neuf),
- l'appairage entre l'ECM et le BSI.

**Important :**

- Chaque ECM comporte son propre "CODE\_ECM"
- "CODE\_ECM" doit être égal à "CODE\_BSI".

Pour que l'ADC côté contrôle moteur fonctionne correctement, l'ECM doit posséder en mémoire :

- son "code ECM" personnel (dans une zone de l'EEPROM non accessible par les services classiques de diagnostic),
- une formule mathématique de cryptage F, complexe (dans le logiciel applicatif). F est également présente dans le BSI,
- son état de verrouillage (stocké en RAM).

### B - DESCRIPTION D'UNE SEQUENCE DE DEVERROUILLAGE

- A la mise du + APC, le calculateur demande une autorisation de déverrouillage au BSI à condition :
  - que l'appairage ait été effectué,
  - qu'il soit dans l'état verrouillé,
  - que + Bat commuté et + APC soient présents.
- + APC mis, et après l'envoi de sa trame version, le calculateur envoie un nombre aléatoire appelé SEED de 32 bits ( $2^{32}$  combinaisons) dans un temps de 180 ms. Le SEED est envoyé au BSI par l'ECM toutes les 10 ms. Il est contenu dans une trame CAN de type RQD service "demande de déverrouillage",

- en parallèle, l'ECM calcule une CLEF\_ECM en fonction du SEED et de son CODE\_ECM  $\Rightarrow$  CLE\_ECM = F (CODE\_ECM, SEED) sur 32 bits,

↑  
\_\_\_\_\_ Fonction de cryptage secrète

- le BSI calcule de son côté sa CLEF\_BSI en fonction du SEED reçu de l'ECM et de son CODE\_BSI  $\Rightarrow$  CLEF\_BSI = F (CODE\_BSI, SEED) sur 32 bits,
- si le transpondeur a été authentifié, le BSI envoie sa CLEF\_BSI à l'ECM. Il s'écoule normalement 150 ms entre la réception du SEED et l'envoi de CLEF\_BSI. CLEF\_BSI est contenu dans trame de type CFD service "autorisation de déverrouillage",
- à la réception de CLEF\_BSI, l'ECM stoppe l'émission des trames RQD <SEED> et vérifie que CLEF\_BSI = CLEF\_ECM. Alors,
  - Si le résultat est correct, l'ECM :
    - . passe à l'état déverrouillé,
    - . assure les fonctions de contrôle moteur,
    - . envoie une trame de type Etat ADC ECM (EAC) service "Envoi de l'état de l'ECM" qui stipule "Calculateur déverrouillé" (220 ms maxi après son déverrouillage).
  - Si le résultat est incorrect, l'ECM :
    - . attend pendant une tempo de 200 ms,
    - . génère un nouveau SEED,
    - . émet une trame RQD <SEED> toutes les 10 ms au BSI avec ce nouveau nombre aléatoire,
    - . calcule une nouvelle CLEF\_ECM = F (code-ECM, nouveau SEED).



**Particularités :**

- Le BSI est apte à dialoguer avec l'ECM via le CAN même pendant la phase démarrage moteur (présence du + DEM),
- La trame RQD <SEED> est émise toutes les 10 ms, alors tant que l'ECM n'a pas signalé son état déverrouillé au BSI, celui-ci doit répondre à toute nouvelle requête déverrouillage (avec le même SEED) survenant après la transmission de la CLEF\_BSI correspondante,
- si le BSI n'a pas reçu un SEED en provenance de l'ECM dans les 10 s suivant la mise du + APC (après coupure du + APC d'au moins 12 s), il provoque l'allumage en fixe de la LED ADC et le clignotement du témoin à  $f = 2,5$  Hz,
- si le BSI reçoit plus de 3 SEED différents dans la même session d'alimentation, il ne renvoie pas de CLEF\_BSI à l'ECM pendant 1 minute (anti-scanning),
- après avoir envoyé la CLEF\_BSI à l'ECM, si le BSI ne reçoit pas en retour le message "Etat déverrouillé", il provoque le clignotement du témoin ( $f = 2,5$  Hz) et la LED ( $f = 5$  Hz).

**Remarque :** L'ECM met 50 ms maxi pour se déverrouiller après réception de la CLEF\_BSI. Son déverrouillage doit avoir lieu 280 ms maxi (plus temps de réponse BSI) après la mise du + APC.

**C - DESCRIPTION D'UNE SEQUENCE DE VERROUILLAGE**

Conditions générales : Appairage effectué et ECM dans l'état déverrouillé.

A la coupure du + APC et dans l'état "power latch" (+ BAT COM présent), l'ECM lance une temporisation de 6 s à 10 s maxi à l'échéance de laquelle il se verrouille.

Le BSI commande le clignotement à 1 Hz de la Led, sans se préoccuper de l'état ECM, que d'ailleurs il ignore, 30 s après coupure du + APC. Par ailleurs, à la coupure du + APC, le témoin ADC est systématiquement éteint.

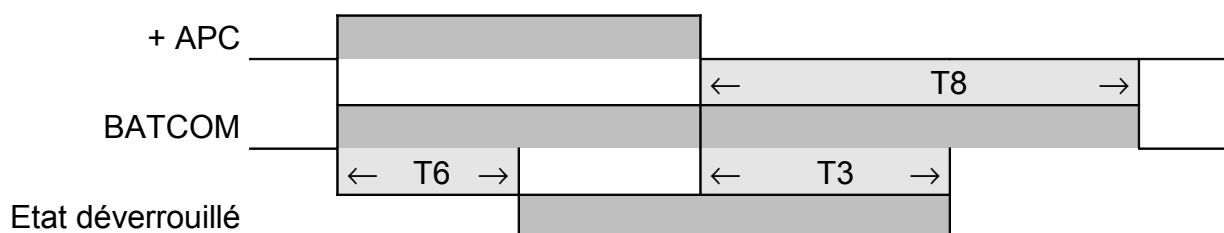
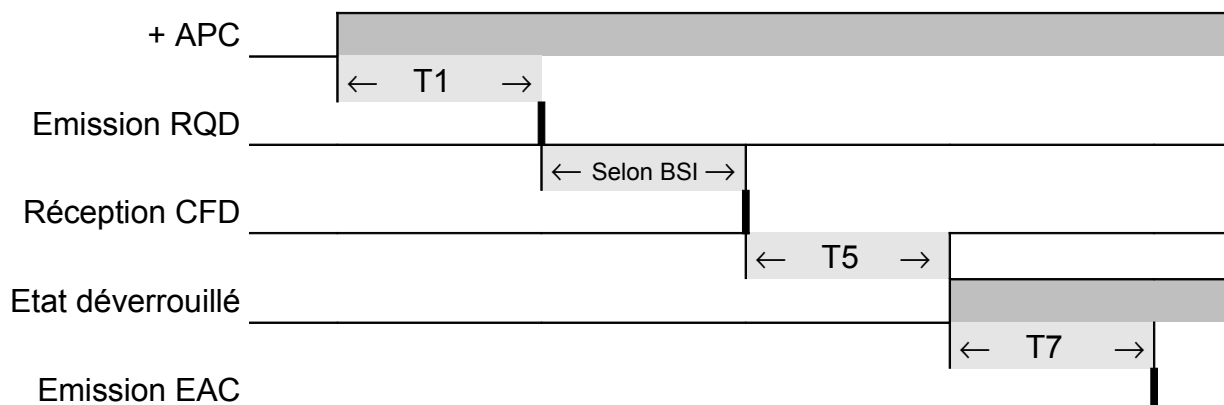
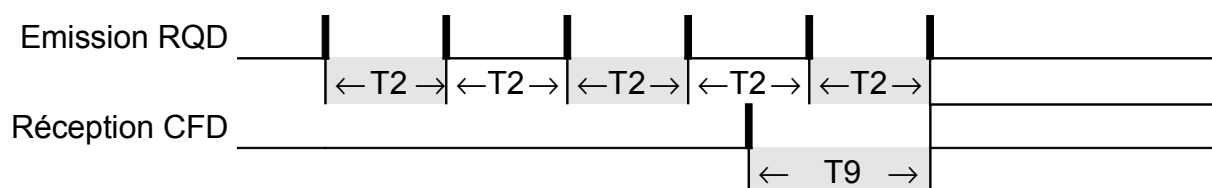
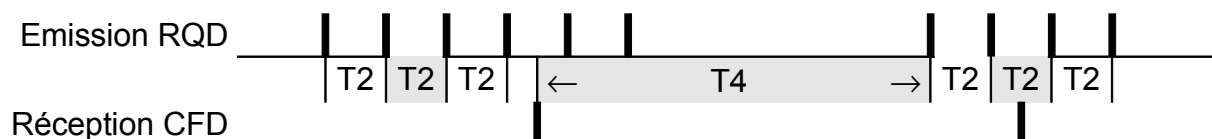
**Cas particulier :**

Si le + APC réapparaît :

- avant écoulement de la tempo de 2 à 10 s → l'ECM n'est pas verrouillé, et est opérationnel à 100 %,
- après écoulement de la tempo de 2 à 10 s mais avant la fin du powerlatch, l'ECM doit lancer une procédure de déverrouillage,
- après le powerlatch on se retrouve dans le cas normal d'une procédure de déverrouillage car, à la mise du + APC et + BAT COM ON (après avoir été OFF), l'ECM prend systématiquement l'état verrouillé **par définition**.

**Attention :** • L'ECM reste verrouillé dans les cas suivants :

- perte du dialogue CAN en + APC ON (sans perte d'alimentation),
  - aucune réponse CFD valable en provenance du BSI,
  - impossibilité de lecture du CODE\_ECM lors de la phase de déverrouillage. La requête "lecture de l'état ECM" fera apparaître "Lecture code ADC impossible",
  - variable d'état "état verrouillé" ou "état déverrouillé" différente de la valeur "verrouillé" ou "déverrouillé".
- Lorsque la valeur d'état de programmation est en dehors de son domaine de définition à l'initialisation, la valeur par défaut est "état 4". De même, lors d'un défaut de lecture en mémoire de l'état de programmation. Dans ce cas, pas de stockage du défaut en mémoire, mais la requête "lecture de l'état CMM" fait apparaître "lecture état programmation ADC impossible".
  - Lorsque la valeur de l'option d'appairage choisie est en dehors de son domaine de définition, l'ECM prend par défaut "appairage par requête". Idem si la valeur de l'option vaut FF H dans les états 1 ou 2 ou 3, ou si il y a un défaut de lecture en mémoire de l'option d'appairage choisie.

**CHRONOGRAMMES****Temps de verrouillage, déverrouillage par rapport à l'état du + APC :****Temps d'émission du 1<sup>er</sup> RQD et de l'EAC :****Temps inter trames RQD et temps de prise en compte par le CMM du CFD :****Temps antiscanning sur réponse CFD fausse :**

T1 = 180 ms

T2 = 10 ms

T3 = 6 à 10 s maxi

T4 = 200 ms

T5 = 50 ms maxi

T6 = 280 ms maxi

T7 = 220 ms maxi

T8 = 12 s mini (power latch)

T9 = 10 ms

### III - DEFINITION DES TRAMES MUX CAN (DONNEES)

Le dialogue entre le BSI et l'ECM se fait grâce au bus CAN. Si le fonctionnement est normal :

- A la mise du +APC, l'ECM doit demander au BSI l'autorisation de se déverrouiller en utilisant la trame Request Déverrouillage RQD en service "Demande de déverrouillage".
- Le BSI répond par la trame de Confirmation de Déverrouillage CFD qui est émise une fois en service "autorisation de déverrouillage".
- Lorsque l'ECM change d'état, (verrouillé → déverrouillé) il émet la trame Etat Adc Cmm EAC en service "envoi de l'état du CMM".

#### Trame "demande de déverrouillage" RQD

Numéro : 072H

Emetteur : ECM

Récepteur : BSI

DESIGNATION	VALEUR	OCTET
Demande de déverrouillage	00H	N° 1
Seed poids le plus fort	SEED 1	N°2
Seed poids fort	SEED 2	N° 3
Seed poids faible	SEED 3	N° 4
Seed poids le plus faible	SEED 4	N° 5

#### Trame "autorisation de déverrouillage" CFD

Numéro : 0A8H

Emetteur : BSI

Récepteur : ECM

DESIGNATION	VALEUR	OCTET
Autorisation de déverrouillage	04H	N° 1
Key poids le plus fort	KEY 1	N°2
Key poids fort	KEY 2	N° 3
Key poids faible	KEY 3	N° 4
Key poids le plus faible	KEY 4	N° 5

#### Trame "état ADC du CMM" EAC

Numéro : 072H

Emetteur : ECM

Récepteur : BSI

DESIGNATION	VALEUR	OCTET
Envoi de l'état du CMM	02H	N° 1
Etat du CMM : calculateur déverrouillé calculateur verrouillé (NU)	XXH = 00H 01H	N°2
Non utilisé	00H	N° 3
Non utilisé	00H	N° 4
Non utilisé	00H	N° 5

#### IV - MISE EN SERVICE DE LA FONCTION ADC

La mise en service d'un calculateur de contrôle moteur s'effectue avec un outil de diagnostic après-vente et consiste à :

- apprendre à l'ECM son CODE\_ECM et,
- appairer l'ECM et le BSI entre eux.

##### A - APPRENTISSAGE DU CODE\_ECM

L'ECM et le BSI possèdent la même fonction de cryptage F. Si CLE\_BSI et CLE\_ECM n'étaient calculés qu'à partir du SEED (nombre aléatoire) tiré au sort à chaque mise du + APC, il n'y aurait aucune protection ADC côté ECM. Il faut absolument que F donne une CLE\_BSI et une CLE\_ECM à partir du SEED et d'un code fixe secret commun à l'ECM et au BSI et propre à un véhicule en particulier.

Un calculateur neuf a un CODE\_ECM initialisé à <<1111 1111>> en hexadécimal ; son option d'appairage est à <<FF>> H (option d'appairage non choisie) et son automate d'état à <<00>> H. Le CODE\_ECM est en fait le code d'accès réservé à l'APV, et qui est situé sur la carte client.

Si la carte client comporte un code alphanumérique à 4 caractères, CODE\_ECM sera sa valeur convertie en hexadécimal à 8 caractères ; si la carte comporte un code à 8 caractères, ceux-ci forment déjà le CODE\_ECM.

**Important :** Comme il est toujours possible de commettre une erreur de manipulation, il est possible de programmer le CODE\_ECM trois fois de suite au maximum (les 3 CODES\_ECM pouvant être différents). Le troisième CODE\_ECM étant définitif il faut impérativement qu'il corresponde à celui de la carte client. D'autre part, une opération d'appairage effectuée et réussie interdit toute nouvelle requête de programmation du CODE\_ECM

**Requête testeur**

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	REQestDoWNload	\$34
#2	Repère logique	\$B0
#3	Poids fort	\$00
#4	Poids moyen	\$00
#5	Poids faible	\$00
#6	Taille mémoire de la zone à télécharger	\$05
#7 à #10	CODE Antidémarrage codé	\$xx/\$xx/\$xx/\$xx
#11	Option d'appairage Demande d'appairage automatique Demande d'appairage par requête	\$xx = \$00 \$01
#12 à #13	Crc des octets #1 à #11 (somme de contrôle)	\$xx/\$xx

**Réponse ECM**

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	REQestDoWNload OK	\$74
#2	Status de la "routine" Ecriture terminée OK, Ecriture avec problème, Mauvais CRC	\$xx = \$02 \$04 \$0A

**B - APPAIRAGE DE L'ECM AU BSI****1 - Présentation**

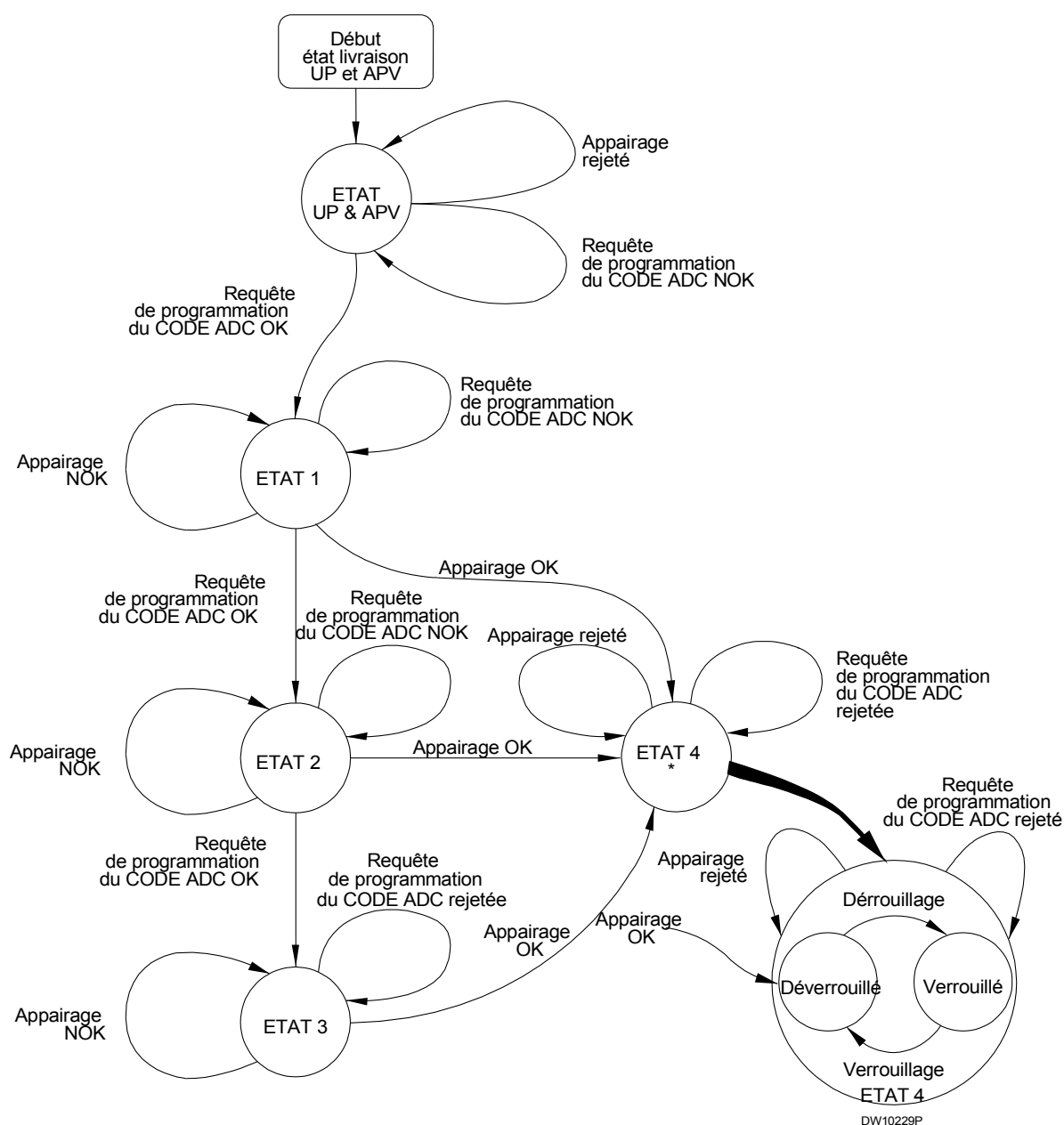
L'appairage consiste à provoquer volontairement un premier déverrouillage de l'ECM. L'ECM passe alors à l'état **4** de l'automate de programmation. Ainsi, l'ECM pourra se déverrouiller d'office à chaque initialisation (+ APC et + BAT COM).

L'appairage n'est qu'une manipulation permettant de maîtriser l'instant où l'ECM sera lié avec un BSI précis.

Cet appairage s'effectue donc par requête, mais il est également possible qu'il se fasse automatiquement. Le choix du mode d'appairage est contenu dans la requête de programmation du CODE\_ECM.

## CYCLE DE PROGRAMMATION ET D'APPAIRAGE DU CODE ADC

## Schéma de l'automate :



(\*) L'«ETAT 4» se décompose de façon à gérer la vie courante du CMM.

Après un appairage réussi, l'automate passe dans l'«ETAT 4». Le CMM se trouve alors déverrouillé. Ceci permet de ne pas faire un nouveau déverrouillage suite à une séquence d'appairage réussie.

L'ECM peut exécuter directement ses fonctions de contrôle moteur.

L'«ETAT 4» est l'état définitif du cycle de programmation et d'appairage du CODE\_ADC.

Si +BATCOM est coupé et/ou si tempo 6 à 10s lancée par +APC off écoulée, le CMM passe dans l'état verrouillé.

#### Définition des différents états de programmation ADC CMM :

NOM	DEFINITION	ETAT DE PROGRAMMATION ADC CMM	ETAT CMM ET MUX
Etat UP & APV	Etat livraison UP et APV	_CMM non déverrouillable. _Acceptation requête de programmation du CODE_ADC. _Rejet de l'appairage CMM/BSI.	_CMM verrouillé. _Pas d'échanges de trames ADC par le CAN.
Etat 1	Programmé une fois	_CMM non déverrouillable. Acceptation requête de programmation du CODE_ADC. _Acceptation de l'appairage CMM/BSI.	_CMM verrouillé. _Echanges de trames ADC par le CAN possible.
Etat 2	Programmé deux fois	_CMM non déverrouillable. _Acceptation requête de programmation du CODE_ADC. _Acceptation de l'appairage CMM/BSI.	_CMM verrouillé. _Echanges de trames ADC par le CAN possible.
Etat 3	Programmé trois fois	_CMM non déverrouillable. _Rejet requête de programmation du CODE_ADC. _Acceptation de l'appairage CMM/BSI.	_CMM verrouillé. _Echanges de trames ADC par le CAN possible.
Etat 4	CMM appairé	_CMM verrouillable et déverrouillable. _Rejet requête de programmation du CODE_ADC. _Rejet de l'appairage CMM/BSI.	_CMM verrouillé ou déverrouillé. _Echanges de trames ADC par le CAN possible.



## 2 - Appairage automatique

Ce mode d'appairage ne nécessite pas un service de diagnostic. Si l'ECM se trouve en état **1** ou état **2** ou état **3**, et que la requête de programmation du CODE\_ECM ait positionné le drapeau d'appairage à "automatique".

Dans ce cas, lors du passage de + BATCOM et + APC de off à on, l'ECM lance une opération de déverrouillage de la façon suivante :

- L'ECM fait son initialisation et envoie sa trame version, puis adresse au BSI un nombre aléatoire SEED par une trame de type RQD, service "demande de déverrouillage". RQD est envoyée toutes les 10 ms.
- L'ECM calcule en parallèle sa  $CLEF\_ECM = F(CODE\_ECM, SEED)$ .
- Le BSI calcule sa  $CLEF\_BSI = F(CODE\_BSI, SEED)$  puis l'envoie à l'ECM dans une trame de type CFD, service "autorisation de déverrouillage".
- L'ECM stoppe l'émission des trames RQD et vérifie que  $CLEF\_BSI = CLEF\_ECM$ .
- Si le résultat est correct, l'ECM :
  - passe en état **4** de l'automate de programmation,
  - passe en état déverrouillé et est parfaitement opérationnel,
  - envoie une trame de type "EAC" service "envoi de l'état du CMM" stipulant "calculateur déverrouillé".
- Si le résultat n'est pas correct, l'ECM :
  - N'emet plus de SEED
  - Reste dans son état de programmation du CODE\_ADC initial
  - Attend une coupure du +APC et du +BATCOM.

*Nota : En appairage automatique, tant que l'ECM ne reçoit pas de réponse du BSI, aucune requête de changement du CODE\_ECM n'est prise en compte. Seule la requête "lecture de l'état CMM" est possible. Seule une réponse du BSI, soit bonne et l'ECM est appairé, soit mauvaise, permet de stopper l'appairage automatique. Une requête de changement de CODE\_ECM est alors acceptée, sous réserve de ne pas être en état **4**.*

### 3 - Appairage par requête

Le calculateur doit se trouver en état **1** ou état **2** ou état **3**, + APC et +BATCOM doivent être présents.

La requête de programmation du CODE\_ECM doit avoir positionné le drapeau d'appairage à "par requête".

Si ces conditions sont remplies, il faut alors faire une demande d'appairage à l'aide d'un outil de diagnostic. La séquence de déverrouillage qui s'ensuit se déroule de la façon suivante :

- l'ECM envoie un SEED au BSI par la trame RQD à raison de toutes les 10 ms,
- en même temps, l'ECM calcule  $CLEF\_ECM = F (CODE\_ECM, SEED)$ ,
- le BSI calcule sa  $CLE\_BSI = F (CODE\_BSI, SEED)$  puis l'envoie à l'ECM dans une trame CFD,
- l'ECM stoppe l'émission des trames RQD et vérifie que  $CLE\_BSI = CLEF\_ECM$ ,
- si le résultat est correct, l'ECM :
  - passe à l'état **4** de l'automate de programmation,
  - envoie à l'outil de diagnostic un message comme quoi la requête d'appairage a réussi,
  - passe en mode déverrouillage et est parfaitement opérationnel,
  - envoie la trame EAC au BSI stipulant "calculateur déverrouillé"
- si le résultat est incorrect, l'ECM :
  - n'emet plus de SEED,
  - reste dans son état de programmation du CODE\_ECM initial,
  - envoie à l'outil de diagnostic un message comme quoi la requête d'appairage a échoué,
  - attend une prochaine requête d'appairage.

*Nota : Dans la requête d'appairage, on implémente un antiscanning d'une minute qui consiste à ne pas autoriser plus de trois requêtes d'appairage successives suite à des échecs **dans la même session d'alimentation. A la remise du +BATCOM et du + APC ON, trois requêtes successives peuvent de nouveau être tentées avant de rejeter la quatrième pendant une minute.***

*De plus lorsque le BSI n'a pas répondu à la demande de déverrouillage lors de l'appairage, au bout de 2 secondes le CMM transmet à l'outil une fin de la requête sur non-réponse du BSI.*

**1<sup>ère</sup> requête outil**

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	StartRoutineByLocalIdentifiant	\$31
#2	Demande d'appairage	\$B0
#3	Lancer le contrôle	\$00

**1<sup>ère</sup> réponse ECM**

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	StartRoutineByLocalIdentifiant OK	\$71
#2	Numéro de la routine	\$B0
#3	Contrôle d'appairage en cours	\$01

**nième requête outil**

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	StartRoutineByLocalIdentifiant	\$31
#2	Demande d'appairage	\$B0
#3	Demande de status	\$01

**nième réponse ECM**

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	StartRoutineByLocalIdentifiant OK	\$71
#2	Numéro de la routine	\$B0
#3	Status de la routine Contrôle terminé et OK Contrôle terminé mais problème	\$xx = \$02 \$04

## D - SERVICE DE LECTURE DE L'ETAT ECM

## Requête outil

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	ReadDataByLocalIdentifier	\$21
#2	Local identifier	\$B0

## Réponse ECM

N° OCTET	NOM DU SERVICE ET DE SES PARAMETRES	CODAGE (HEXA)
#1	ReadDataByLocalIdentifier OK	\$61
#2	Local identifier	\$B0
#3	Etat du contrôle moteur CMM non verrouillé CMM verrouillé	\$xx = \$00 \$01
#4	Etat de la programmation ADC Etat étude Etat livraison UP et APV Programmé une fois Programmé deux fois Programmé trois fois CMM appairé	\$xx = \$FF \$00 \$01 \$02 \$03 \$04
#5	Problème rencontré Aucun problème détecté Problème de dialogue avec la BSI Réponse BSI incorrecte Lecture du code_ADC impossible	\$xx = \$00 \$01 \$02 \$03
#6	Option d'appairage choisie Option d'appairage non choisie Appairage automatique Appairage par requête	\$xx = \$FF \$00 \$01

## **3EME PARTIE DIAGNOSTIC/ELECTRICITE**

### **SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**



# DIAGNOSTIC

## I - GENERALITES

### A - BUTS

L'auto-diagnostic a pour rôle :

- d'avertir le conducteur en cas de défaut de fonctionnement du système,
- d'aider le dépanneur à détecter l'origine du (ou des) incident (s) de fonctionnement.

### B - INDICATION DES DEFAUTS

L'indication d'un défaut s'effectue à l'aide d'un voyant lumineux "MIL" implanté dans le combiné du véhicule. Celui-ci s'allume en permanence dans le cas où le défaut détecté nécessite le dépannage immédiat afin d'en avertir le conducteur (incidence sur la pollution généralement).

Au cours de la procédure de recherche de défauts, un appareil de contrôle, branché par le personnel de dépannage, permet de repérer la source du ou des défauts.

### C - PRISE EN COMPTE/MÉMORISATION DES DEFAUTS

L'auto-diagnostic enregistre en EEPROM les défauts permanents, ainsi que les défauts transitoires. Une fois enregistrés, il sont mémorisés en permanence, même après arrêt du véhicule et ne peuvent être effacés qu'après une action volontaire du réparateur, et ce une fois le message "fin de séquence" affiché. Les incidents sont mis en mémoire sous un code défaut et dans leur ordre d'apparition.

#### 1 - Définition

Défaut isolé : Unité de test la plus petite. Par exemple, le test complet d'une sonde de température peut détecter une valeur de mesure trop haute signifiant un circuit ouvert.

Ceci constitue un "défaut isolé".

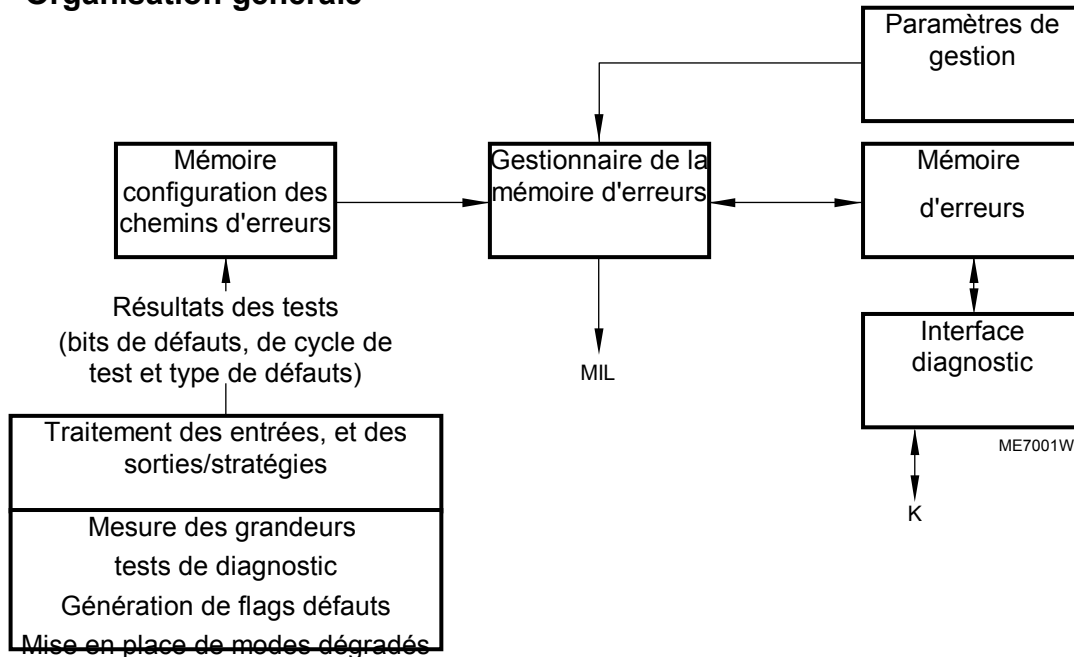
Chemin d'erreurs : Ensemble de tous les défauts que l'on peut détecter sur un circuit spécifique. Par exemple, la sonde de température d'eau est un chemin regroupant trois défauts isolés possibles : valeur trop haute, valeur trop basse, plausibilité.

Un chemin peut contenir huit erreurs isolées au maximum.

20 chemins maxi peuvent être stockés en EEPROM (8 défauts constructeur/12 défauts EOBD).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## 2 - Organisation générale



Chaque circuit ou fonction pouvant être diagnostiqué(e) envoie régulièrement le résultat de ses tests ; les tests consistent en des contrôles de dépassement de valeurs admissibles, de plausibilité, etc.... Le résultat de ces tests se présente, après traitement par le pré-antirebond, sous forme de flags qui donnent le circuit en défaut, l'état du cycle de test, et le (ou les) défaut(s) isolé(s) lié(s) à ce circuit.

La mémoire de configuration construit, à l'aide de ces flags, et ce pour chaque chemin d'erreur, un mot d'état.

Le gestionnaire de la mémoire d'erreurs prend en compte les mots d'état de chaque chemin, et rassemble diverses informations liées à un chemin (conditions d'environnement, classe du défaut isolé ...). Il assure également l'antirebond par comptage des cycles de roulage, afin de gérer la situation d'un défaut au sein de la mémoire, et de prendre la décision d'allumer le voyant MIL ou non. La mémoire d'erreurs est une partie de l'EEPROM.

## 3 - Pré-antirebond

- Un défaut possible (Ex CO sur tel élément) jamais apparu, donc intact, qui apparaît soudainement devient "provisoire". Si ce défaut est détecté pendant un temps supérieur à Xms (variable suivant le circuit incriminé), il est validé comme "défaut confirmé".

Le mode dégradé éventuel correspondant est alors activé.

- Un défaut confirmé qui n'est plus présent devient d'abord "provisoirement résorbé" puis passe à l'état intact si il est resté non présent pendant Wms (variable suivant le circuit incriminé) ; le mode dégradé est alors désactivé. C'est un défaut sporadique non présent (guéri actuellement).



#### 4 - Mémoire de configuration des chemins d'erreur

Pour chaque chemin d'erreur on trouve dans la gestion des mots d'état de deux octets définis ainsi :

Bit 0 = bit défaut (Ex : flag erreur sur tension batterie),

Bit 1 = bit de cycle ; confirmation si le chemin d'erreur a été testé au moins une fois avec succès pour ce cycle.

Globalement, un chemin est considéré comme testé si au moins un défaut lui appartenant est classé "confirmé" ou si tous ses défauts ont été signalés au moins une fois "intacts".

Bit 2, Bit 3, Bit 4, Bit 5 → réservé.

Bit 6 = bit de remplacement ; indique si, éventuellement, une valeur de remplacement est utilisée.

Bit 7 = bit d'effacement → interface pour effacement de la mémoire spécifique pour le chemin d'erreur.

Bit 8 = bit du type de défaut isolé → "Valeur maxi dépassée" lors du test le plus récent.

Bit 9 = bit du type de défaut isolé → "Valeur mini dépassée" lors du test le plus récent.

Bit 10 = bit du type de défaut isolé → "Signal manquant" lors du test le plus récent.

Bit 11 = bit du type de défaut isolé → "Résultat non plausible" lors du test le plus récent.

Bit 12 = Défaut confirmé et mémorisé.

Bit 13 = Chemin d'erreur effacé.

Bit 14 et Bit 15 → réservé.

#### 5 - Mémorisation / Gestion de la mémoire d'erreurs

- Un défaut confirmé entraîne la "mémorisation provisoire" de son chemin en EEPROM avec les conditions d'environnement. Il sera effacé s'il a disparu durant le cycle de roulage en cours.
- Un défaut qui reste confirmé durant Y conditions "cycle de roulage" remplies consécutives fait devenir son chemin "confirmé mémorisé".
- Un chemin est considéré "provisoirement résorbé" si son (ou tous ses) défaut(s) est (sont) intact(s) durant Z conditions "cycle de roulage" remplies consécutives. Par contre, il reste mémorisé. Y et Z correspondent à la fonction d'anti-rebond.

##### Condition "cycle de roulage" :

Démarrage moteur effectué depuis plus de 127s → condition "cycle de roulage" = 1.

**Remarque :** Certains défauts peuvent entraîner immédiatement leur chemin dans le classement "confirmé mémorisé".

## D - EFFACEMENT DES DEFAUTS

L'effacement de tous les défauts s'effectue :

- Lors du diagnostic par le testeur après-vente avec la commande "effacer mémoire d'erreurs". Il ne peut être réalisé qu'en fin de séquence, afin que les défauts mémorisés soient visualisés au moins une fois.
- En automatique : Au bout de 40 cycles d'échauffement (1 cycle est constitué d'une mise du contact et mise en température du moteur), les défauts fugitifs non réapparus sont effacés, les défauts restants sont alors décalés dans la mémoire du calculateur.

### Cycle d'échauffement

c'est la durée de fonctionnement du véhicule suffisante pour que la température d'eau augmente au moins de 22°C à partir du démarrage moteur, et atteigne une température minimale de 71°C.

## E - HIERARCHISATION DES DEFAUTS

- **Si le défaut est mineur**, c'est-à-dire sans risque pour le moteur ou les personnes et sans effet nettement perceptible par le client (moyennant peut être la mise en route de stratégies de secours améliorant la prestation), alors le défaut est **uniquement mis en mémoire** (accessible par le Scantool si il entre dans le cas d'une déconnexion électrique précisée par l'EOBD). **Pas d'allumage voyant**.
- Si le défaut fait dépasser le **seuil "gros pollueur"** sans effet client et ne présente pas de risque moteur ou de sécurité (par ex : EGR), **alors allumage voyant**, mise en mémoire accessible Scantool et éventuellement mise en place d'une stratégie de secours visant à minimiser l'effet client de la défaillance.
- Si le défaut présente uniquement **un risque de casse moteur, allumage du voyant et passage à un mode secours** type limphome pour avoir autorisation d'allumer le voyant et éventuellement aider à la protection du moteur. Pour ne pas masquer les défauts pollu, il faudra en toute rigueur autoriser la lecture par le Scantool du défaut mis en mémoire.
- Si le défaut présente uniquement **un risque de sécurité pour les personnes, allumage du voyant** et éventuellement passage à un mode secours pour limiter le risque. Pour ne pas masquer les défauts pollu, il faudra aussi dans ce cas autoriser la lecture du défaut mémorisé par le Scantool.
- Pour un défaut répondant à plusieurs de ces critères, la solution à adopter est à l'évidence la plus sévère. Ces défauts de priorité

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

permettent, en cas de mémoire d'erreurs pleine, à un nouveau défaut de prendre la place d'un défaut déjà mémorisé moins prioritaire.

## F - FONCTIONNEMENT DE SECOURS

C'est le mode dégradé. L'apparition de certains défauts déclenche un mode de fonctionnement permettant au conducteur de rejoindre le centre de dépannage le plus proche.

Tant que le défaut est provisoire, la valeur réelle lue ou appliquée est figée puis lorsque le défaut est détecté, des valeurs de remplacement sont, dans le cas où le système le permet, mises en services directement, ou progressivement à l'aide d'une pente.

Si le défaut redevient intact, on revient à la valeur réelle par une pente ou directement si une valeur de secours n'existe pas, et qu'on reste sur la valeur réelle figée pendant tout le temps de la confirmation du défaut.

**Remarque :** Un mode dégradé peut aussi consister, en cas de défaut, à appliquer une fonction spécifique de secours, ou à utiliser d'autres paramètres normaux qui sont intacts.

## G - STRUCTURE DE LA MEMOIRE D'ERREURS

Pour chaque chemin (20 mémorisables au maximum), on trouve dans la mémoire d'erreurs vingt et un octets :

- octet 0 : Numéro du chemin (Ex : Sonde de température d'eau),
- octet 1 : Compteur de gravité défaut → c'est un compteur temporel qui, à partir de la valeur = 0, est lancé quand un défaut isolé est "confirmé", et incrémenté tant que ce défaut reste confirmé.

Si à la fin d'un cycle de roulage, le compteur temporel a atteint, (voire dépassé), son seuil maxi, on peut considérer que le défaut a été confirmé pendant un 1er cycle de roulage, ceci influençant la mémorisation définitive du défaut (Y cycles de roulage). Il existe un compteur pour chaque défaut isolé possible d'un chemin.

Dans notre application, le seuil maxi du compteur est de 127,5s donc la durée d'un cycle de roulage.

- octet 2 : Statut du chemin de défaut lors de la dernière entrée d'un défaut
  - Bit 0 = Etat momentané du flag défaut (défaut confirmé ou intact),
  - Bit 1 = Etat momentané du flag de cycle,
  - Bit 2 et Bit 3 = réservé,
  - Bit 4 = Entrée de défaut sous l'influence du testeur APV,
  - Bit 5 = Entrée de défaut sous l'influence du testeur fin de chaîne,
  - Bit 6 et Bit 7 = Réserve.

- octet 3 : Type de chemin de défaut à la première et à la plus récente entrée
  - Bit 0 = Seuil maxi dépassé lors de la dernière reconnaissance,
  - Bit 1 = Seuil mini dépassé lors de la dernière reconnaissance,
  - Bit 2 = Valeur manquante à la dernière reconnaissance,
  - Bit 3 = Valeur non plausible à la première reconnaissance,
  - Bit 4 = Seuil maxi dépassé à la première reconnaissance,
  - Bit 5 = Seuil mini dépassé à la première reconnaissance,
  - Bit 6 = Valeur manquante à la première reconnaissance,
  - Bit 7 = Valeur non plausible à la première reconnaissance.
- octet 4 : Statut d'entrée chemin de défaut = Evaluation dynamique de l'importance pour les autorités.
  - Bit 0 = Rebond flag de défaut,
  - Bit 1 = Compteur "Y cycles de roulage" au moins une fois à zéro,
  - Bit 2 = Entrée de défaut pour Scan-Tool,
  - Bit 3 = Entrée de défaut important pour le voyant MIL,
  - Bit 4 = Entrée de défaut avec voyant MIL clignotant,
  - Bit 5 = Apparition sporadique du défaut,
  - Bit 6 = L'entrée du défaut importante pour le voyant "Système",
  - Bit 7 = Réservé.
- octet 5 : Classe du chemin de défaut ; elle définit l'état du voyant MIL, la valeur des compteurs d'anti rebond et d'effacement automatique, et si ce défaut doit être visible au Scan-Tool.
- Octet 6 : Valeur actuelle du compteur d'anti rebond pour l'enregistrement définitif (chemin confirmé mémorisé). Le compteur prend la valeur Y dès que le défaut est confirmé (chemin provisoirement mémorisé) puis se décrémente de 1 à chaque cycle de roulage si le défaut est toujours confirmé. Son retour à zéro rend le chemin confirmé mémorisé.
- Octet 7 : Valeur actuelle du compteur d'anti rebond pour la résorption. Il prend la valeur Z dès que le chemin est confirmé mémorisé puis se décrémente de 1 à chaque cycle de roulage si le défaut est et reste intact. Son retour à zéro rend le chemin provisoirement résorbé.
- Octet 8 : Valeur actuelle du compteur d'auto effacement. Il passe à 40 dès que le chemin est confirmé mémorisé puis est décrémente de 1 à chaque cycle d'échauffement si le chemin est et reste "provisoirement résorbé". Il repasse directement à 40, à chaque fois qu'un défaut du chemin est confirmé. Si il atteint zéro, alors le chemin est définitivement effacé de l'EEPROM.

Conditions d'environnement (contextes associés) = 11 octets (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20).

- Octet 21 : Valeur du compteur de fréquence. Il est incrémenté à chaque fois que le défaut d'un chemin passe de "résorbé" à "confirmé" par le biais du pré-antirebond.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

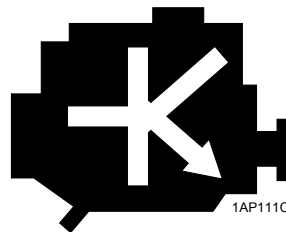
## H - VOYANT DE DIAGNOSTIC

En théorie, un ECM doit piloter un voyant "MIL" réservé aux défauts liés aux émissions et un voyant "système" réservé à des défauts considérés comme "majeurs" ou graves.

Le voyant MIL : s'allume en fixe pour un défaut lié aux émissions dès que son chemin est "confirmé mémorisé", et s'éteint dès qu'il devient "provisoirement résorbé". Peut clignoter pour un défaut lié aux émissions dès que son chemin est "provisoirement mémorisé".

Le voyant "système" s'allume en fixe pour un défaut grave dès que son chemin est "confirmé mémorisé".

Sur les véhicules CITROËN, le voyant de contrôle de l'ECM remplit les deux rôles de voyants MIL et système.



La MIL doit être testée : A la mise du contact et pour un régime de rotation inférieur à 24 tr/mn, le voyant s'allume.

Le voyant s'éteint 3s après que  $N > 24$  tr/mn, sauf si un défaut grave (voir hiérarchisation) appartient à un chemin "confirmé mémorisé".

En cours de route, tout défaut grave dont le chemin est "confirmé mémorisé" fait allumer la MIL après une courte temporisation permettant de tester l'étage de commande de la MIL en cas CC + Ubat présent.

La MIL est pilotée par un message CAN.

**Cas particulier :** Le voyant clignote pour le défaut "ratés d'allumage endommageant le pot catalytique" ( $f = 1$  Hz).

## I - AIDE AU DEPANNAGE

Le réparateur a à sa disposition un seul moyen d'aide :

- un appareil d'aide au diagnostic lui permettant de dialoguer avec le système par le biais de la prise "auto-diagnostic". Cet appareil permet également l'activation de certains actionneurs (PROXIA, LEXIA).

### Prise centralisée

Connecteur "OBDII".

16 voies.

Connecteur noir.

Implantée dans l'habitacle.

1 lignes de diagnostic :

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

- Ligne K → Ligne de trame rapide pour dialoguer avec le calculateur (borne H2 connecteur 48 V MR du calculateur).

## II - COMMUNICATION SERIE AVEC LE TESTEUR ELIT

Nous ne décrivons ici que le protocole et les trames d'une communication avec un outil APV. Avec un outil SCANTOOLS (pour les autorités) les trames et le protocole sont spécifiques.

### A - GENERALITES

Echange de type maître/esclave (le testeur et le calculateur sont tour à tour émetteur et récepteur) :

- après envoi d'un mot par le maître, ce mot lui est renvoyé par l'esclave complété de l'info indiquant la bonne réception,
- après réception de la réponse de l'esclave, le maître est prêt à envoyer un second mot.

Ce diagnostic possède un protocole répondant à la norme Keyword 2000 F.

Vitesse de transmission 10 400 bauds.

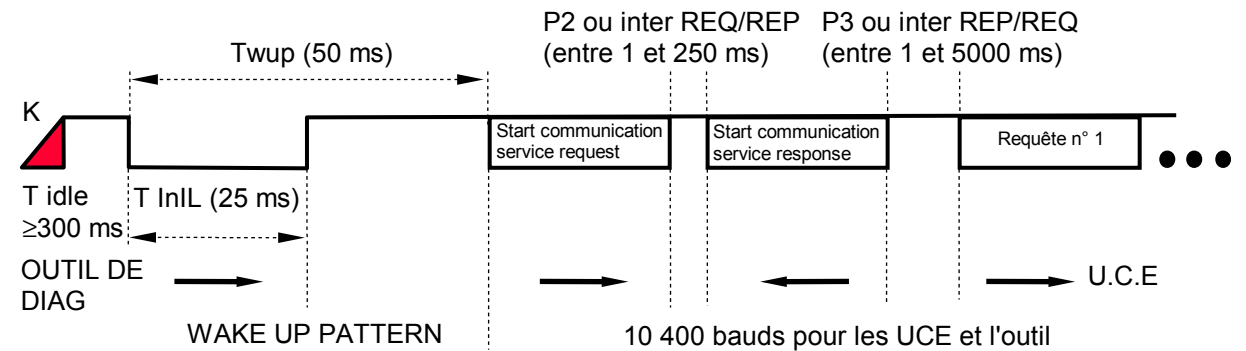
Initialisation de type "Fast init".

Le testeur utilise trois liaisons : U bat, Masse et Ligne K.

### 1 - Initialisation

- Elle se fait à 10400 bauds.
- L'outil de diagnostic transmet un motif de réveil "Wup" sur la ligne K : A partir de l'état de repos de la ligne K âgé d'au moins 300 ms, l'outil fait passer la ligne K à l'état bas pendant 25 ms puis à nouveau à l'état haut pendant 25 ms ; c'est le Wake Up Pattern dont la durée est donc de 50 ms.
- Immédiatement après le Wake Up Pattern, (donc 50 ms après le premier front descendant), l'outil envoie au CMM le premier bit du service "Start communication" qui comprend cinq octets.
- Le calculateur répond alors à la requête "Start communication" sous forme d'un message de sept octets.
- L'outil peut alors envoyer sa première requête de diagnostic.
- Le sens de transmission des octets concernant le service start communication va du poids faible vers le poids fort.





Message de demande StartCommunication

Octet #	Nom du paramètre	Valeur Hex	Mnémonique
#1	Octet de format : adressage physique	\$81	FMT
#2	Octet d'adresse cible	\$xx <sup>(1)</sup>	TGT
#3	Octet d'adresse source	\$F1 <sup>(2)</sup>	SRC
#4	Id. du service de demande StartCommunication	\$81	SRC
#5	Total de contrôle	\$xx	CS

Message de réponse positive StartCommunication

Octet #	Nom du paramètre	Hex Value	Mnémonique
#1	Octet de format	\$83	FMT
#2	Octet d'adresse cible	\$F1 <sup>(2)</sup>	TGT
#3	Octet d'adresse source	\$XX <sup>(1)</sup>	SRC
#4	Id. du service de réponse positive StartCommunication	\$C1	SCRPR
#5	Octet clé 1	\$D0	KB1
#6	Octet clé 2	\$8F	KB2
#7	Total de contrôle	\$xx	CS

(1) \$XX représente le code de l'UCE en cours d'initialisation (ici ME7.4.6).  
(2) \$F1 est le code dédié à l'outil de diagnostic.

## 2 - Format des messages

Une requête (outil → calculateur) est toujours constituée, dans l'ordre :

- d'un En-tête de 3 octets qui donne la longueur du message, rappelle le code adresse du calculateur (10H), et un code adresse représentant l'outil (source, du message),
- d'un corps de message de 26 octets au maximum,
- un octet de checksum,

Une réponse (calculateur → outil) est toujours constituée, dans l'ordre :

- d'un En-tête qui donne la longueur du message, le code adresse de l'outil et le code adresse du calculateur,
- d'un corps de message de 26 octets au maximum,
- d'un octet de checksum,

Le corps du message débute toujours par le code de la commande.

Dans tous les cas, chaque octet est accompagné d'un bit start = 0 et d'un bit stop = 1.

Timings : 5s entre fin de l'initialisation et première requête : 40 ms entre requête et réponse, et inversement ; 10 ms entre deux octets testeur → ECM 5ms ; entre deux octets ECM → testeur.

### B - DIFFERENTES FONCTIONS OFFERTES PAR LA LIGNE K

- Lecture d'authentification (identification).
- Lecture de la zone après-vente (historique).
- Lecture des défauts enregistrés.
- Lecture de la trame des contextes associés.
- Effacement des défauts (et des contextes associés).
- Pilotage des sorties (Test des actionneurs).
- Lecture des paramètres (valeurs mesurées).
- Téléchargement.
- Télécodage.
- Recentrage des apprentissages.
- Ecriture des zones après-vente.

**Remarque :** Si on interroge l'ECM alors qu'il est verrouillé par l'ADC on pourra uniquement faire la lecture d'authentification, et la lecture des défauts enregistrés (un seul défaut sera communiqué : "défaut antidémarrage codé").

*Nota : Ce menu est exploitable moteur non tournant, contact mis.*

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## 1 - Lecture d'authentification

Cette commande permet de lire l'étiquette électronique

### Requête testeur

En tête	RDBLID = 21H	Lecture de l'étiquette = 80H	CKS
---------	-----------------	---------------------------------	-----

### Réponse ECM

	1 octet	1 octet		
En tête	RDBLID OK = 61H	80H	données	CKS

Les données sont les suivantes :

- Numéro de pièce PSA sur 5 octets.
- Code fournisseur sur deux octets (BOSCH = 3H).
- Numéro complémentaire sur 5 octets : Il donne la version du logiciel applicatif comprenant les stratégies de ce calculateur en particulier.
- Indice d'évolution du diagnostic sur 1 octet.

## 2 - Lecture de la zone après-vente

### Requête testeur

			1 octet	
En tête	RDBLID = 21H	Lecture zone APV = CF H	Numéro de la zone APV souhaitée	CKS

Ex = 00H (dernière intervention).

### Réponse ECM

En tête	RDBLID OK = 61H	CF H	Numéro de zone demandée	données	CKS
---------	-----------------------	------	-------------------------------	---------	-----

Les données sont les suivantes :

- signature de l'outil sur 3 octets : C'est le lieu de reprogrammation du calculateur : Réseau PSA ou réseau fournisseur + numéro de compte des concessions et succursales suivant norme PSA. 1er quartet = 0H (PSA) ou 01 (fournisseur) et les 5 autres quartets pour chaque chiffre du numéro de compte.
- Date de l'intervention sur 3 octets ; Exemple :  
27 juillet 2001 = 1B 07 01 en Hexa.
- Kilométrage du véhicule lors de l'intervention sur 3 octets.
- Type de l'effacement (outil utilisé) sur 1 octet.
- Compteur du nombre total d'interventions sur 1 octet.

**Remarque :** Si on demande le numéro de zone 00H, on relit la dernière intervention. Si le numéro est différent de 00H, on remonte dans le temps (jusqu'à - 50) dans la lecture des interventions.

### 3 - Lecture des défauts enregistrés

La ou les trame(s) de réponse contient (ou contiennent) tous les défauts, y compris les défauts EOBD.

#### Requête testeur

	1 octet	1 octet	1 octet	
En tête	RSDTC = 17H	FF	00	CKS

#### Réponse ECM

			1er défaut 6 4 4 7 4 4 8				2ème défaut 6 4 4 7 4 4 8								
En tête	RSDTC OK = 57H	N	x1	x2	x3	x4	x5	x6	etc-	CKS					

N = Nombre de défauts enregistrés sur 1 octet.

X1 et X2 = 2 octets de codage du défaut selon norme EOBD

X3 = Statut du défaut sur 1 octet

→ Si c'est un défaut permanent = 28 H

→ Si c'est un défaut fugitif = 00 < valeur < 40.

#### Principe de codage EOBD d'un défaut

**Exemple :** défaut circuit, tension basse sur une sonde 02 amont rangée 1 répertorié P0131.

0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
P	0			1				3						1	

Les deux premiers bits indiquent de quel type de défaut il s'agit :

P = Powertrain (groupe motopropulseur) = 00

U = Network (réseau CAN) = 11.

Les deux autres bits indiquent la zone constructeur ; ici 0 pour l'Europe.

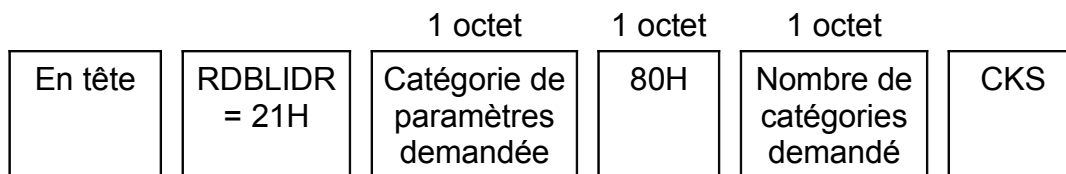
1 = prédécoupage normalisé

31 = [élément + type défaut] selon la norme.

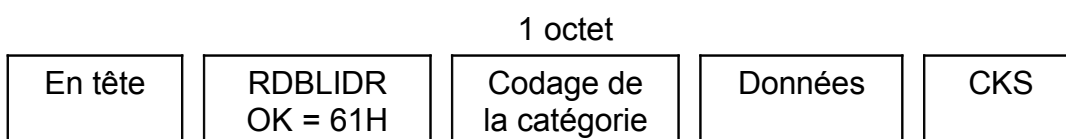
#### 4 - Lecture des trames dynamiques

Il s'agit de ce que l'on appelle couramment la lecture des paramètres.

##### Requête testeur



##### Réponse ECM



##### Paquet de données "Injection"

Régime : 0000 tr/mn.

Tension batterie : 00.0 V.

Couple moteur : 000 mN.

Temps d'injection : 000.0 ms.

Coupure d'injection : 0 ou 1.

Etat papillon : Ralenti/Mi-course/Plein gaz.

Angle papillon : 000°

Tension papillon : 0000 mV (US1).

Température d'eau : 000° C.

Température d'air : 000° C.

Pression collecteur : 0000 mbar (200 à 1050 mbar).

Electrovanne purge canister : 0 ou 1.

Autorisation climatisation : Non ou oui (AC-OUT).

Entrée thermostat climatisation : Non ou oui (AC-Th).

**Paquet de données "Allumage"**

Régime moteur : 0000 tr/mn

Tension batterie : 00.0 V

Couple moteur : 000 mN

Avance à l'allumage : 00.0°

Temps de charge bobine 1 : 0.0 ms

Temps de charge bobine 2 : 0.0 ms

Temps de charge bobine 3 : 0.0 ms

Temps de charge bobine 4 : 0.0 ms

Temps de charge bobine 5 : 0.0 ms

Temps de charge bobine 6 : 0.0 ms

1,5 à 4ms

Température d'eau : 000° C

Température d'air : 000° C

Temps d'injection : 000.0 ms

Coupure injection : 0 ou 1

Etat papillon : Ralenti/Mi-course/Plein gaz.

**Paquet de données "Richesse"**

Régime moteur : 0000 tr/mn

Tension batterie : 00.0 V

Température d'eau : 000° C

Etat sonde à oxygène amont rangée 1 : Active/Non active

Etat sonde à oxygène aval rangée 1 : Active/Non active

Etat sonde à oxygène amont rangée 2 : Active/Non active

Etat sonde à oxygène aval rangée 2 : Active/Non active

Tension sonde à oxygène amont rangée 1 : 000.0 mV

Tension sonde à oxygène aval rangée 1 : 000.0 mV

Tension sonde à oxygène amont rangée 2 : 000.0 mV

Tension sonde à oxygène aval rangée 2 : 000.0 mV

0,1 à 1V

Pauvre Riche

Etat régulation de richesse amont cata rangée 1 : boucle ouverte ou fermée

Etat régulation de richesse aval cata rangée 1 : boucle ouverte ou fermée

Temps d'injection : 000.0 ms

Coupure injection : Oui ou Non

Etat papillon : Ralenti/Mi-course/Plein gaz

Etat électrovanne purge canister : Repos ou activée

RCO électrovanne purge canister : 000 %

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

**Paquet de données "Capteurs"**

Régime moteur : 0000 tr/mn

Tension batterie : 00.0 V

Couple moteur : 000 mN

Etat papillon : Ralenti/Mi-course/Plein gaz

Angle papillon : 00°

Tension papillon : 0000 mV (US1)

Température d'eau : 000° C

Température d'air : 000° C

Pression collecteur : 0000 mbar

Etat électrovanne purge canister : Repos ou activée

RCO électrovanne purge canister : 000 %

Autorisation climatisation : Non ou Oui (AC-OUT)

Entrée thermostat climatisation : Non ou Oui (AC-Th)

Rapport de boîte de vitesses : BVA Neutre/BVM inconnu

BVA 1/BVM 1 ou MAR

2

3

4

5

6

BVA MAR

Relais GMV (petite vitesse) : Repos ou activé

RCO GMV réel (grande vitesse) : Repos ou activée (0 ou 100 %)

Consigne GMV (hacheur) : 000 % (0 ou 100)

**Paquet de données "Roulage"**

Régime moteur : 0000 tr/mn

Tension batterie : 00.0 V

Avance à l'allumage : 00°

Couple moteur : 000 mN

Temps d'injection : 000.0 ms

Coupure injection : 0 ou 1

Etat papillon : Ralenti/Mi-course/Plein gaz

Température d'eau : 000° C

Température d'air : 000° C

Pression collecteur : 0000 mbar

Etat électrovanne purge canister : Repos ou activée

Commande relais de puissance : Repos ou activée

Autorisation climatisation : Non ou Oui (AC-OUT)

Entrée thermostat climatisation : Non ou Oui (AC-Th)

Vitesse véhicule : 000 km/h

Rapport de boîte de vitesses : BVA Neutre/BVM inconnu

BVA 1/BVM 1 ou MAR

2

3

4

5

6

BVA MAR

Relais GMV (petite vitesse) : Repos ou activé.

RCO GMV réel (grande vitesse) : Repos ou activé (0/100 %).

Consigne GMV (hacheur) : 000% (0 à 100 %).



**Paquet de données "VTC"**

Régime moteur : 0000 tr/mn

Couple moteur : 000 mN

Etat électrovanne VTC rangée 1 : 0 ou 1

Position arbre à cames rangée 1 : 00°

Etat électrovanne VTC rangée 2 : 0 ou 1

Position arbre à cames rangée 2 : 00°

**Paquet de données "Etat calculateur"**

Etat du calculateur : Non verrouillé/Verrouillé

Etat de la programmation ADC : Etat étude

Etat APV

Programmé 1 fois

Programmé 2 fois

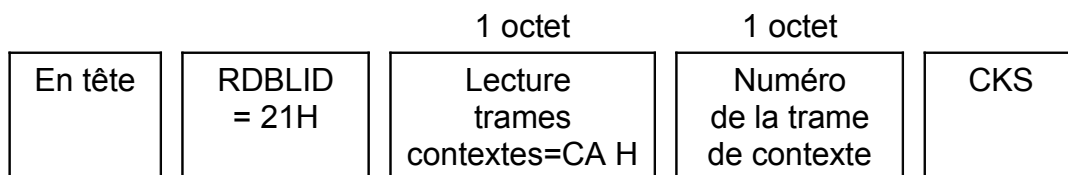
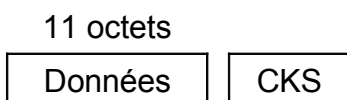
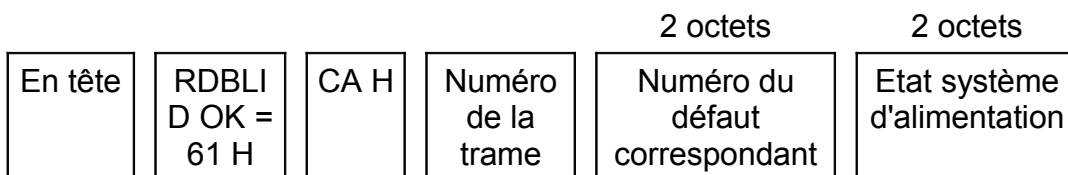
Programmé 3 fois

Calculateur appairé

**5 - Lecture des trames de contextes associés**

Dès qu'un défaut est détecté, on enregistre son code ISO (EOBD) et la trame contenant les paramètres associés.

Lorsque l'on fait une demande de lecture de trames, pour chaque défaut est fournie la valeur de tous les contextes associés prévus.

**Requête testeur****Réponse ECM**

## Format d'une trame

DEFINITION	NB D'OCTETS	DYNAMIQUE	ABREVIATION SYSTEME
Numéro du défaut associé aux contextes	2	voir lecture défauts enregistrés	
Système d'alimentation	1	Pour l'octet de données, pas plus d'un bit à la fois ne peut être à 1 pour indiquer l'état où : bit 0 = boucle ouverte, les conditions de passage en boucle fermée ne sont pas encore satisfaites bit 1 = boucle fermée, utilisation des informations fournies par les sondes à oxygène pour le contrôle de l'alimentation bit 2 = boucle ouverte due aux conditions de roulage (par ex enrichissement à pleine charge, appauvrissement de décélération) bit 3 = boucle ouverte due à la détection d'une défaillance du système bit 4 = boucle fermée, mais défaillance au niveau d'une sonde à oxygène au moins, possibilité qu'une seule sonde soit utilisée pour le contrôle de l'alimentation bits 5 - 7 = réservé (rapport sous la forme 0).	
Température d'eau	1	- 40 à 215°C	T°eau
Pression absolue tubulure admission	1	0 à 225 Kpa	Pcol
Régime moteur	2	Tr/mn	N
Vitesse véhicule	1	Km/h	Vvéh

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## 6 - Effacement des défauts

Cette commande efface tous les défauts et leurs trames contextes respectives ; elle enregistrera une zone APV renseignée en Flash eprom.

Avant de pouvoir effacer les codes défauts, il faut d'abord envoyer une requête au calculateur permettant de renseigner la zone APV.

### Requête testeur

En tête	CDI = 14 H	FF	00	CKS
---------	---------------	----	----	-----

### Réponse ECM

En tête	CDI OK = 54 H	FF	00	CKS
---------	------------------	----	----	-----

## 7 - Recentrage des apprentissages (adaptatifs)

Il s'agit de redonner des valeurs neutres aux différentes grandeurs utilisées dans les stratégies suivantes :

- régulation de richesse,
- régulation de ralenti,
- régulation de cliquetis,
- apprentissage des butées papillon,
- apprentissage pédale accélérateur,
- apprentissage des rapports de boîte,

### Requête testeur

En tête	ECUR = 11 H	FF	CKS
---------	----------------	----	-----

### Réponse ECM

En tête	ECUR OK = 51 H	00	CKS
---------	-------------------	----	-----

**Important :** Les auto-adaptatifs sont sauvegardés en EEPROM, et sont conservés dans le cas suivant : effacement défauts.

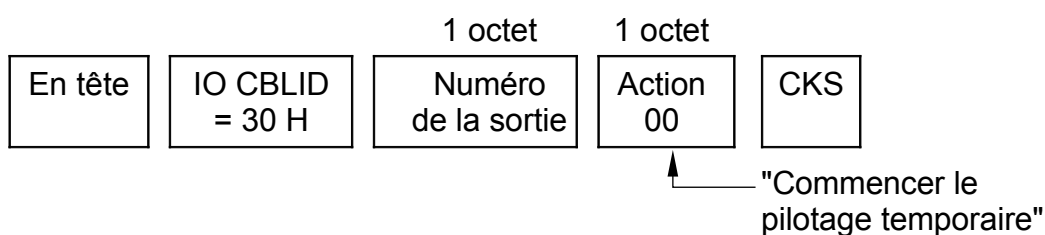
Si lors de défauts, les pièces capteur pédale et boîtier papillon n'ont pas été changées il ne faut donc pas procéder à un recentrage des adaptatifs. Par contre, qu'il y ait eu échange ou non de pièces, les autres auto-adaptations se font automatiquement dans le calculateur.

## 8 - Test des actionneurs

Cette commande permet de vérifier le fonctionnement électrique et mécanique de certains organes, contact mis et moteur arrêté. L'actionneur testé répète pendant un "Temps de test" une séquence ON-OFF ; chacune de ces deux séquences est caractérisée par une durée et une action.

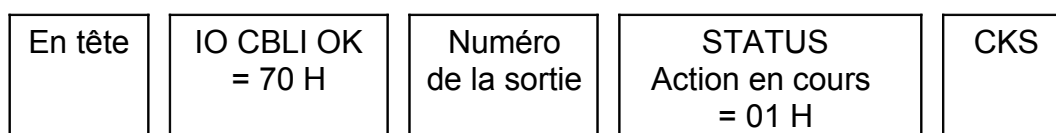
*Nota : Si l'on désire effectuer un test des bobines dans une succession de tests, il est impératif d'effectuer ce test en premier.*

### Requête testeur



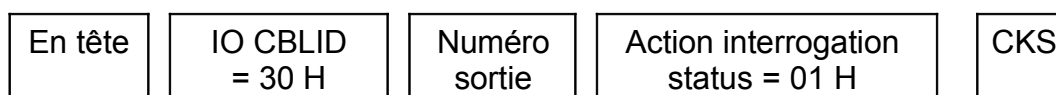
### Réponse ECM

#### 1<sup>ère</sup> réponse

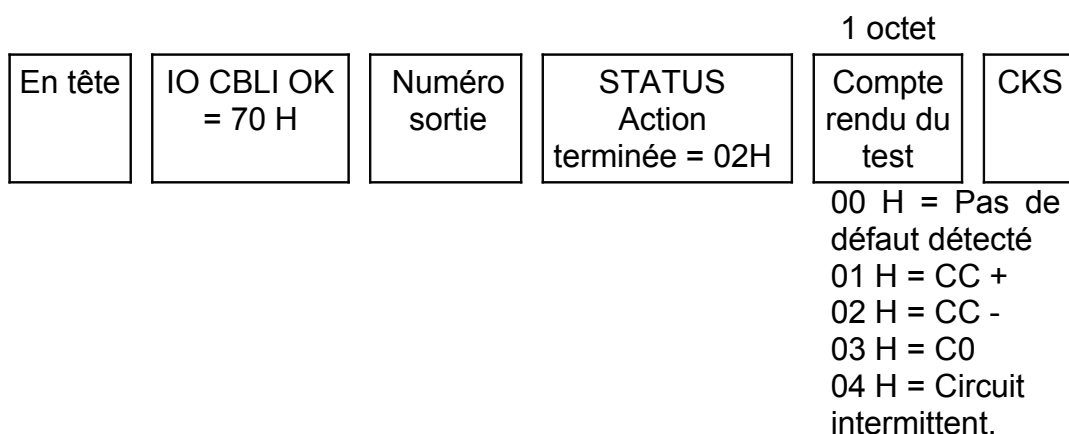


l'outil renvoie alors toutes les 250 ms une requête à l'ECM afin de savoir où en est l'activation.

### Dernière requête testeur



### Dernière réponse ECM



**Particularités**

L'action demandée par le testeur peut être :

11 H = Arrêt de pilotage de l'organe

le status répondu par l'ECM peut être :

11 H = Pilotage de l'organe arrêté (sans compte rendu)

00 H = Pilotage de l'organe non lancé (cet organe n'existe pas, ou pilotage refusé)

Une demande de pilotage du même organe que celui testé sera refusée en répondant "pilotage non lancé" (00 H).

Une demande de pilotage d'un autre organe que celui qui est testé entraîne la prise en compte de la nouvelle demande, et l'interruption de la précédente.

**Conditions d'activation**

- Contact mis.
- Calculateur déverrouillé.
- Moteur à l'arrêt.
- Véhicule à l'arrêt.

No	ACTIONNEUR	PRECISION D'ACTIVATION
11	Injecteur 1	Fréquence = 1 Hz      Durée = 10s Tps d'activation = 1 ms
12	Injecteur 2	Fréquence = 1 Hz      Durée = 10s Tps d'activation = 1 ms
13	Injecteur 3	Fréquence = 1 Hz      Durée = 10s Tps d'activation = 1 ms
14	Injecteur 4	Fréquence = 1 Hz      Durée = 10s Tps d'activation = 1 ms
15	Injecteur 5	Fréquence = 1 Hz      Durée = 10s Tps d'activation = 1 ms
16	Injecteur 6	Fréquence = 1 Hz      Durée = 10s Tps d'activation = 1 ms
51	Bobine 1	Tps d'activation = Tps de charge I <sub>max</sub> Durée = 10s
52	Bobine 2	Tps d'activation = Tps de charge I <sub>max</sub> Durée = 10s
53	Bobine 3	Tps d'activation = Tps de charge I <sub>max</sub> Durée = 10s
54	Bobine 4	Tps d'activation = Tps de charge I <sub>max</sub> Durée = 10s
55	Bobine 5	Tps d'activation = Tps de charge I <sub>max</sub> Durée = 10s
56	Bobine 6	Tps d'activation = Tps de charge I <sub>max</sub> Durée = 10s
61	EV purge canister	Fréquence = 15 Hz Durée = 10s      RCO = 50 % Commande = ON/OFF
63	EV VTC rangée 1	Fréquence = 1 Hz Durée = 10s      RCO = 50 % Commande = ON/OFF
64	EV VTC rangée 2	Fréquence = 1 Hz Durée = 10s      RCO = 50 % Commande = ON/OFF
23	Relais de puissance	Alim permanente - Durée = 10s Commande = ON/OFF
21	Chauffage sonde 02 amont	Alim permanente - Durée = 10s Commande = ON/OFF

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

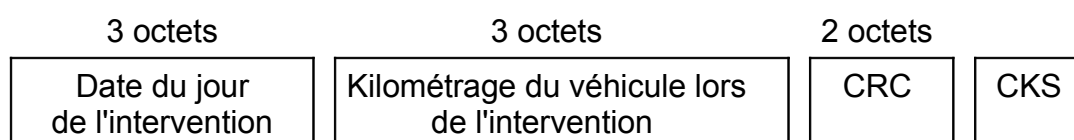
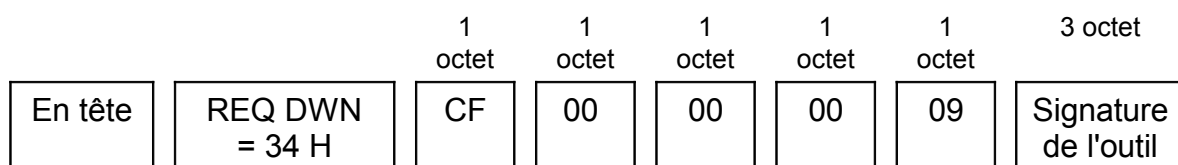
No	ACTIONNEUR	PRECISION D'ACTIVATION
22	Chauffage sonde 02 aval	Alim permanente Commande = ON/OFF Durée = 10s
77	Voyant EOBD	Fréquence = 0,5 Hz Commande = ON/OFF Durée = 20s RCO = 50 %
79	Voyant d'alerte T° eau	Fréquence = 0,5 Hz Commande = ON/OFF Durée = 20s RCO = 50 %
32	Compte tours	3000 tr/mn 1s 0000 tr/mn 1s Durée = 20s
57	Commande GMV grande vitesse	Durée = 25s Commande sortie GMV 2 pendant 5s puis commande sortie GMV 1 pendant 20s
58	Commande GMV petite vitesse	Alimentation permanente de la sortie GMV 2 Durée = 20s

## 9 - Ecriture d'une zone après-vente

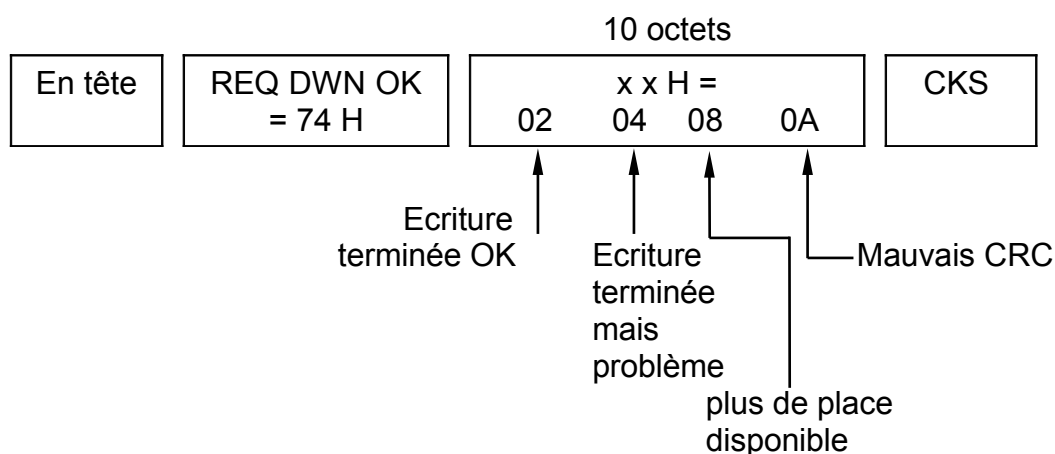
Les données utiles que l'on envoie à l'ECM sont stockées en RAM.

Une opération d'effacement des défauts permettra le transfert de ces données vers une zone APV de la flash EPROM.

### Requête testeur



### Réponse outil



**Important :** La Flash EPROM ne possède que 50 zones APV.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## 10 -Téléchargement

Le calculateur contient une FLASH – EPROM, qu'il est possible de télécharger avec un outil de diagnostic APV par le protocole K2000 F.

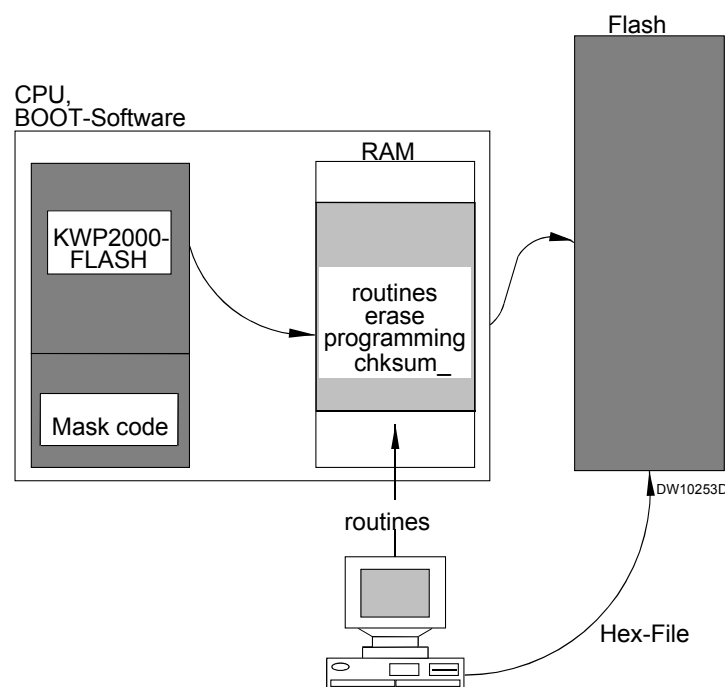
On télécharge un calculateur lorsque l'on a reçu une information demandant le téléchargement systématique, ou lorsque le véhicule présente un fonctionnement défaillant, et que l'on possède sur un CD un logiciel de version supérieure à celle contenue dans le calculateur du véhicule. Pour savoir si l'on peut ou doit procéder à un téléchargement, on doit prendre en compte le V.I.N du véhicule, l'indice calculateur, ou vérifier que l'incident répertorié dans l'information correspond à celui constaté sur le véhicule.

### Rappel

Le téléchargement ne peut fonctionner qu'avec un indice d'évolution supérieur : il convient donc d'utiliser cette procédure avec précaution.

Une procédure de réinitialisation sera nécessaire après un téléchargement, suivie d'une lecture des défauts.

### Principe



Le protocole K2000 pour téléchargement, ainsi que le programme soft pour pouvoir programmer la Flash se trouve dans la ROM du  $\mu$ P (mask code).

Le soft spécifique au composant Flash est chargé par protocole, à l'aide d'un PC, dans la RAM du calculateur, où il est exécuté.



La procédure de téléchargement consiste à :

- lancer la procédure en engageant le dialogue avec l'ECM,
- identifier le calculateur pour savoir si il est téléchargeable (indice d'évolution),
- se faire reconnaître par le calculateur à l'aide d'un mot de passe crypté (même principe que pour l'ADC2 : M d Poutil = F (SEED, clef CDRom)  
 $\Rightarrow$  M d Poutil = M d P<sub>ECM</sub> = F (SEED, clef ECM)),
- effacer la Flash,
- télécharger le fichier (qui se trouve sur CD-ROM) puis l'envoyer dans la flash,
- vérifier la CHEK SUM et mettre à jour l'identification de l'ECM.

Message affiché à l'outil en fin de téléchargement :

Après un téléchargement, un télécodage un remplacement calculateur ou capteur pédale :

- laisser le contact 10s, sans toucher les gaz, moteur à l'arrêt (apprentissage papillon),
- appuyer à fond sur la pédale des gaz (apprentissage capteur pédale),
- laisser le contact coupé pendant 15s (écriture en EEPROM).

## 11 -Télécodage

### a - Généralités

Cette opération est effectuée en contrôle fin de chaîne ou en après-vente en cas d'échange de l'ECM. En effet, le calculateur ME7.4.6 est en nombre limité d'un point de vue références.

Il existe un calculateur spécifique à chaque motorisation ; grâce au télécodage, il est possible de sélectionner pour chaque option proposée les variantes s'appliquant au véhicule concerné.

Le télécodage permet donc d'activer ou non une fonction, ou de choisir le jeu de données adéquat.

Les options possibles sont les suivantes :

- FRIC,
- Equipement climatisation,
- Type de boîte de vitesses,
- Classe alternateur,
- Carrosserie,
- Chauffage additionnel,
- Architecture électrique.

Suivant les variantes sélectionnées dans chaque option, le calculateur saura de lui-même quel jeu de données utiliser.

Les options possibles sont consignées en Flash – EEPROM, codées sous forme d'octets.

La sélection effectuée via un outil de diagnostic est consignée en EEPROM ; l'octet correspondant à l'option concernée a tous ses bits à 1 sauf celui de la variante choisie qui est à 0 (logique négative).

Un calculateur non télécodé possède en mémoire un code défaut "Télécodage non effectué", provoque l'allumage permanent du voyant MIL, et applique un mode dégradé (régime moteur limité à 3000 tr/mn). Le code défaut sera effacé automatiquement par le calculateur si le télécodage a été effectué correctement.

Toute nouvelle programmation par télécodage remplace l'ancienne après vérifications.

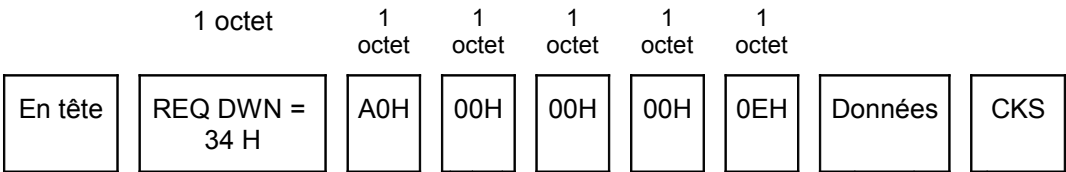
Un téléchargement ne remet pas en cause le télécodage actuel.

La procédure, dans l'ordre est la suivante :

- l'outil de diagnostic va chercher le fichier contenant les données de configuration à télécoder,
- l'outil procède à l'initialisation et à la synchronisation de l'ECM selon le protocole K2000 (idem lecture de défauts par exemple),
- l'outil envoie sa requête à l'ECM et écrit dans l'EEPROM les choix de l'opérateur,
- l'ECM procède à des vérifications lui permettant de déclarer à l'outil que l'opération de télécodage est valide. L'ECM en profite pour faire évoluer la variable "Nombre de télécodages" et effacer éventuellement le code défaut,
- l'outil envoie à l'ECM la requête de fin de communication.

b - Description du dialogue

Requête outil



Réponse ECM



- 02 H = Ecriture terminée OK
- 04 H = Ecriture terminée mais problème
- 0A H = Checksun spécifique de télécodage (CRC) erronée.

Les données écrites sont les suivantes :

Octet	Intitulé
7	Indice de télécodage
8	Variante FRIC choisie
9	Variante climatisation choisie
10	Variante boîte de vitesses choisie
11	Variante alternateur
12 et 13	Variante carrosserie
14	Variante chauffage additionnel choisie
15 et 16	Architecture électrique
17	Référence lieu de télécodage
18 à 20	Signature de l'outil
21 et 22	CRC des octets 1 à 20

## c - Les variantes possibles par option

• **Option FRIC**

Variantes : 1 GMV 3 vitesses  
Hacheur

• **Option climatisation**

Variantes : Pressostat linéaire

• **Option type de boîte de vitesses**

Variantes : BVM longue  
BVA 4HP 20

• **Option classe alternateur**

Variante : Classe 15  
Classe 12

• **Option chauffage additionnel**

Variantes : Pas de chauffage additionnel

• **Option architecture électrique**

Variantes : BVM  
BVA Mux

• **Option contrôle de trajectoire (ESP ou CDS)**

Variantes : ESP disponible  
ESP non disponible

• **Option carrosserie**

Variantes : X4 1/2 confort  
X4 1/2 sport

### III - DESCRIPTION DU DIAGNOSTIC

Tous les défauts fugitifs sont effacés au bout de 40 cycles d'échauffement.

#### A - LISTE DES DEFAUTS DETECTABLES (Circuits, fonctions, éléments)

- Capteur de pression absolue tubulure admission (P0106, P0107, P0108, P0109).
- Capteur température d'air admission (P0112, P0113).
- Capteur température d'eau moteur (P0116, P0117, P0118).
- Capteur température huile moteur (P0196, P0197, P0198).
- Capteur de régime/position moteur (P0335, P0336, P0337, P0338).
- Capteur de phase rangée 1 (P0341, P0342, P0343).
- Capteur de phase rangée 2 (P1323, P1324, P1325).
- Electrovanne déphaseur AAC rangée 1 (P1147, P1148, P1149).
- Electrovanne déphaseur AAC rangée 2 (P1172, P1173, P1174).
- Défaut position arbres à cames (P1335).
- Capteur pédale accélérateur Sortie 1 (P0121, P0122, P0123).
- Capteur pédale accélérateur Sortie 2 (P0221, P0222, P0223).
- Papillon motorisé (P1538, P1539, P1540, P1541).
- Sonde à oxygène amont rangée 1 (P0130, P0132, P0133, P0134).
- Sonde à oxygène amont rangée 2 (P0150, P0152, P0153, P0154).
- Sonde à oxygène aval rangée 1 (P0136, P0138, P0140).
- Sonde à oxygène aval rangée 2 (P0156, P0158, P0160).
- Commande chauffage sonde à oxygène amont rangée 1 (P0135).
- Commande chauffage sonde à oxygène amont rangée 2 (P0155).

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

- Commande chauffage sonde à oxygène aval rangée 1 (P0141).
- Commande chauffage sonde à oxygène aval rangée 2 (P0161).
- Catalyseur rangée 1 (P0420).
- Catalyseur rangée 2 (P0430).
- Système d'alimentation (régulation de richesse multiplicative) rangée 1 (P0170, P0171, P0172).
- Système d'alimentation (régulation de richesse multiplicative) rangée 2 (P0173, P0174, P0175).
- Système d'alimentation (régulation de richesse additive) rangée 1 (P1186, P01187, P01188).

- Système d'alimentation (régulation de richesse additive) rangée 2 (P1189, P1190, P1191).
- Commande injecteurs 1 à 6 (P0201, P0202, P0203, P0204, P0205, P0206).
- Commande pompe à carburant (P0232).
- Bobines d'allumage (P0350).
- Bobines d'allumage 1 à 6 (P0351, P0352, P0353, P0354, P0355, P0356).
- Ratés d'allumage indéterminés (P0300).
- Ratés d'allumage cylindres 1 à 6 (P0301, P0302, P0303, P0304, P0305, P0306).
- Capteur de cliquetis rangée 1 (P0327, P0328).
- Capteur de cliquetis rangée 2 (P0332, P0333).
- Régulation de cliquetis (1303).
- Butées de régulation de cliquetis cylindres 1 à 6 (P1329, P1330, P1331, P1332, P1333, P1334).
- Electrovanne purge canister (P0443, P0444, P0445).
- Capteur de pression climatisation (P0532, P0533).
- Commande compresseur de climatisation (P1110).
- Tension batterie (P0561, P0562, P0563).
- Commande GMV 1 (P1108).
- Commande GMV 2 (P1109, P1519).
- Fonction groupe motoventilateur (P1519).
- Capteur vitesse véhicule (P0500, P0501).
- Rapport de boîte de vitesses (P1701).
- Feux de stop (P1518).
- Niveau mini carburant (P1520).
- Sortie température d'eau (P1603).
- Sortie voyant alerte température d'eau (P1608).
- Sortie volonté conducteur (P1650).
- Intervention concept de surveillance (P1632).
- Lampe MIL (P0650).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

- Télécodage (P1613).
- ADC – Retour à la valeur par défaut (P1615).
- Réception calculateur BSI (U1118).
- Réception calculateur BVA (U1109).
- Réception calculateur ABR/CDS (U1113).
- Calculateur muet (U1000).
- Communication CAN (U1003).
- Calculateur injection (P0601, P0604, P0605, P1600).

## B - FICHES DIAGNOSTIC

Définition des classes de défauts :

- CLASSE 30 → Pas de MIL, non accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 31 → MIL en 3 Driving cycles, accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 32 → Pas de MIL, accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 33 → MIL clignotante, accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 34 → MIL allumée par ratés catalyseur, accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 35 → MIL allumée par ratés pollution, accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 36 → MIL allumée immédiatement, non accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 37 → MIL allumée immédiatement, accessible par le SCANTOOL,
- CLASSE 38 → Pas de MIL, non accessible par le SCANTOOL, s'efface immédiatement de la mémoire défaut après disparition.



FICHE N° 1	Diagnostic capteur pression air admission	CLASSE 31
------------	---	-----------

CODES DEFAULTS							
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE	
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Oui	E	CLM2 B3
P0106	P0107	P0108	P0109	Codification défaut		+5V	CLM2 A3
P0105			P0106	Codification SCANTOOL		M	CLM2 C3

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection APC. CO / E, M ou +, CC+ / E, défaillance capteur
---------------------	---

Si Ucapt > 4,9 V durant un temps t > 2s

Min.	APC. CC - / E, défaillance capteur
------	------------------------------------

Si Ucapt < 0,1 V durant un temps t > 2s

Sign.	MT.	Partie inhibée
-------	-----	----------------

1. A l'init. Pmesurée < seuil & Nmote < seuil mini ou
2. si Pinit. ≠ Pab actuelle d'un delta de pression  
**Conditions** : moteur au ralenti et NMOT > Seuil (1 fois)  
 temps de confirmation = 0,2s sauf au démarrage → f(T°eau)

Plausibilité	MT Capteur dégradé ou gelé
--------------	----------------------------

**Condition** : potentiomètre BPM OK et sortie phase de démarrage depuis 1s.

Pour une valeur de régime et une valeur d'angle papillon donnée, il faut que Pab > Seuil maxi ou Pab < Seuil mini durant un temps > 0,2s (ce temps est f(T° eau) au démarrage).

Les seuils mini et maxi sont fonction de N et α pap/but bas filtré.

**2. MODE SECOURS**

Pcol bascule sur le signal de charge modélisé f(α, N)

Pab est fixée à 1013 mbar

**3. EFFET CLIENT**

- Agrément de conduite dégradé.
- Léger surplus de polluant.
- Aggravation en cas de montée en altitude.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 2</b>	<b>Diagnostic capteur température air admission</b>	<b>CLASSE 32</b>
-------------------	---	------------------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	E CLM2 D4
P0113	P0112	-	-	Codification défaut		M CLM2 C4
P0110		-	-	Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection.
Max.	APC. CC – entrée mesure, défaillance capteur.

Si température air > seuil maxi 128°C durant un temps de confirmation = 0,5s.

Min.	APC. CO / E ou M, CC+ / E (risque de destruction calculateur), défaillance capteur.
------	---

**Conditions** : moteur sorti de la phase de démarrage depuis 254s et au ralenti statique ou entraîné pendant le temps = 15s et hors coupure.

Si température air < -44° C après un temps de confirmation 0,5s.

Sign.	
-------	--

Plausibilité	
--------------	--

**2. MODE SECOURS**

Dès confirmation de l'erreur, passage à valeur de remplacement = 20° C.

**3. EFFET CLIENT**

Surplus de polluant.

<b>FICHE N° 3</b>	<b>Diagnostic capteur température eau moteur</b>	<b>CLASSE 32</b>
-------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Oui	E CLM2 D3
P0118	P0117	-	P0116	Codification défaut		M CLM2 D2
P0115		-	P0116	Codification SCANTOOL		

### 1. DETECTION

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection. APC. CC- / E, défaillance capteur. Si température eau brut < -141°C après un temps de confirmation = 0,5s	
Min.	APC. CO / E ou M, CC+ / E (risque de destruction calculateur), défaillance capteur. Si température brut < -44° C après un temps de confirmation = 0,5s	
Sign.	MT. Dégradation capteur, CC impédant. Seuil d'activation régulation lambda. <b>Condition</b> : modèle de température pas encore figé. La température d'eau n'a pas dépassé le seuil f(T°eau dém), ici – 48°C, alors que le seuil d'enclenchement de la régulation lambda est atteint (durée prévue = 0). Défaut confirmé après le temps d'attente 0,5s.	Durée pour laquelle le seuil d'enclenchement pour la régulation lambda est atteint : valeur initiale au démarrage = f(T°eau dém) puis en sortie de démarrage, décrémentation f(QA) toutes les 100 ms.
Plausibilité	MT. Défaillance, dégradation capteur, CC impédant. <b>Condition</b> : modèle de température pas encore figé et moteur tournant si $\theta$ mot < [ $\theta$ réf. (élaborée par le système) – tolérance 15°]. Temps de confirmation du défaut 0,5s	<b>Modèle</b> : Valeur initiale = T°eau. 20s après, incrémentation f( $\theta$ réf instantanée, QA) toutes les 100 ms jusqu'à $\theta$ réf maxi = 60°C.

### 2. MODE SECOURS

Passage sur une valeur de remplacement élaborée à partir de la température d'air et limitée à un maxi = 90° C. Si cette info est absente ou en défaut, le système bascule sur une valeur fixe : 0° C.	Elaboration valeur de secours : Valeur initiale = T°air limitée à -30° C mini à l'init calculateur puis incrémentation f( $\theta$ secours instantanée, QA) toutes les 100 ms, jusqu'à $\theta$ secours maxi = 90° C.
--	--

### 3. EFFET CLIENT

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

<b>FICHE N° 4</b>	<b>Diagnostic capteur pression climatisation</b>	<b>CLASSE 32</b>
-------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	E CLC E4
P0533	P0532	-	-	Codification défaut		+5V CLC D4
P0530		-	-	Codification SCANTOOL		M CLC A3

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection. APC. CC+ / E, défaillance capteur.
---------------------	---

Tension délivrée par le capteur > seuil maxi 4,8V pendant un temps de confirmation = 2s

Min.	APC. CC- / E, CO / E ou M ou +, défaillance capteur.
------	--

Tension délivrée par le capteur < seuil mini 0,15V pendant un temps de confirmation = 2s.

Sign.	
-------	--

Plausibilité	
--------------	--

**2. MODE SECOURS**

Passage à une valeur de remplacement plausible = 1000,2 hPa.

Coupure du compresseur (par AC/OUT).

Transmission de valeur invalide FF sur le réseau.

**3. EFFET CLIENT**

Plus de clim.

FICHE N° 5	Diagnostic tension batterie	CLASSE 30
------------	-----------------------------	-----------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	E CLM1 L3
P0563	P0562	-	P0561	Codification défaut		
-	-	-	-	Codification SCANTOOL		

### 1. DETECTION

Type erreur	Type de panne et mode de détection.
Max.	MT. Tension batterie trop forte.

Conditions : vitesse véhicule > 0 et pas en défaut, sortie phase démarrage depuis 3 mn.

Tension batterie mesurée > seuil maxi = 17V après un temps de confirmation 0,2s

Min.	MT. Tension batterie trop faible.
------	-----------------------------------

**Conditions** : le défaut plausibilité n'est pas présent et sortie phase démarrage depuis 3 mn.

Tension batterie mesurée < seuil mini = 10V après un temps de confirmation 0,2s.

Sign.
-------

Plausibilité	APC. Défaillance calculateur.
--------------	-------------------------------

Tension batterie mesurée < seuil de plausibilité = 2,5V, traduisant un défaut du circuit de mesure calculateur (ADC).

### 2. MODE SECOURS

A l'apparition du défaut plausibilité uniquement, le système bascule sur une valeur de remplacement = 14V sans délai.

### 3. EFFET CLIENT

Impacte plusieurs fonctions (ex. : peut engendrer des mauvais démarrages)

--

<b>FICHE N° 6</b>	<b>Diagnostic capteur position pédale N° 1 et N° 2</b>	<b>CLASSE 32</b>
-------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS							
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE	
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	E	CLCA1/A2
P0123	P0122	-	P0121	Codification défaut capteur N° 1		+5V	CLC B1
P0223	P0222		P0221	Codification défaut capteur N° 2		M	CLC K1
P0120	P0220	-	P0121	Codification SCANTOOL capteur N° 1			
			P0221	Codification SCANTOOL capteur N° 2			

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection.
Max.	MT. CC+, CO signal, CO masse

**Conditions** : Ubat doit être correct.

Le rapport de tension du potentiomètre pédale 1(2) > seuil maxi = 94,9 % pendant un temps = 140 ms.

Min.	MT. CC-, CO alim.
------	-------------------

**Conditions** : test haute impédance bon.

Le rapport de tension du potentiomètre pédale 1(2) < seuil mini = 1,56 % et il y a incohérence entre les tensions des poti 1 et 2, pendant un temps = 140ms

Sign.
-------

Plausibilité	APC. Dérive d'un des signaux (CC impédant)
--------------	--

Erreur détectée dans la comparaison des 2 rapports de tension du potentiomètre, écart trop grand (3 niveaux pied levé, 1/2 charge, pleine charge) et il n'y a pas d'erreur de type min. sur les potentiomètres 1 et 2 pendant un temps = 0,2s.  $|\alpha \text{ instant 1} - \alpha \text{ instant 2}|$  ne doit pas excéder 7 % au ralenti, 7,8 % en charge partielle ( $|\alpha \text{ instant 1}| > 40 \%$ ), et 10 % en pleine charge ( $\alpha \text{ instant 1} > 60 \%$ ).

**2. MODE SECOURS**

<p>1. <b>Défaut mini ou maxi</b> : le système bascule sur l'autre potentiomètre (signal et butée) et limite le signal à un maximum (60 %) et la variation du signal à une amplitude de 1 % (s'incrémente à chaque période (10 ms)).</p> <p>2. Plausibilité <b>S1/S2</b> : le système exploite la valeur mini des 2 signaux limitée à un maximum de 60 %, et avec limitation de la variation du signal à 1 %.</p> <p>3. Si les potentiomètres 1 et 2 sont en défaut le système passe en mode limphome ou dégradé.</p>	<p>Dans les deux premiers cas, on passe <math>\alpha</math> pédal norm à 0 % si il y a appui sur la pédale de frein.</p>
--	--

**3. EFFET CLIENT**

1. et 2. Accélération possible mais limitée.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

3. Régime bloqué en limphone.
-------------------------------



FICHE N° 7	Diagnostic signal vitesse véhicule	CLASSE 32
------------	------------------------------------	-----------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	E/S CLC H4
-	-	-	P0501	Codification défaut		E/S CLC H3
-	-	-	P0501	Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection.
---------------------	-------------------------------------

Min.	
------	--

Sign.	
-------	--

Plausibilité	
--------------	--

**Signal MUX :** si [ ] trame vitesse ABS absente ou invalide alors [ ]  
                   si [ ] BVA présente alors [ ]  
                   vitesse = vitesse BVA  
                   sinon [ ] (trame BVA absente ou valeur invalide)  
                   vitesse = 0

**2. MODE SECOURS**

Vitesse de remplacement 0 km/h

**3. EFFET CLIENT**

Régulateur de vitesse inhibé  
 Agrément dégradé

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 8</b>	<b>Diagnostic température huile moteur</b>	<b>CLASSE 32</b>
-------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	E/S CLC H4
P0198	P0197	-	P0196	Codification défaut		E/S CLC H3
P0195		-	P0196	Codification SCANTOOL		

1. DETECTION	
Type erreur Max.	
Min.	
Sign.	
Plausibilité	<p align="center"><b>- diag. fonctionnel sur info MUX uniquement -</b></p> <p>Si info reçue de la BSI est reconnue comme non plausible, ou calculateur hôte muet, ou info MUX incohérente.</p>

2. MODE SECOURS
<p>Le système bascule sur la valeur de remplacement = 150° C</p> <p><b>Remarque :</b> la valeur de remplacement est volontairement élevée pour permettre de traiter spécifiquement le mode de secours dans chaque cartographie utilisant cette information.</p>

3. EFFET CLIENT

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

<b>FICHE N° 9</b>	<b>Diagnostic capteur pression DA</b>	
-------------------	---------------------------------------	--

<b>CODES DEFAULTS</b>						
<b>TYPE D'ERREUR</b>				<b>MIL</b>	<b>MODE SECOURS</b>	<b>BORNAGE</b>
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	E CLC E3
-	-	-	-	Codification défaut		M Masse caisse
				Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
---------------------	------------------------------------

Min.	
------	--

NON PRESENT POUR PSA

Sign.	
-------	--

Plausibilité	
--------------	--

**2. MODE SECOURS****3. EFFET CLIENT****SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 10</b>	<b>Diagnostic des sondes amont 1 &amp; 2</b>	<b>CLASSE 31</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	ES1 CLM2 E4
P0132	-	P0134	P0130	Codification défaut sonde 1		MS1 CLM2 F4
P0152	-	P0154	P0150	Codification défaut sonde 2		ES2 CLM2 E2
P0130	-	P0130	Codification SCANTOOL sonde 1		MS2 CLM2 F2	
P0150	-	P0150	Codification SCANTOOL sonde 2			

**1. DETECTION** Point de rosée amont dépassé, 10s se sont écoulées après chauffage de la sonde, ceci

pendant les 90s de temps de disponibilité des sondes. Par ailleurs,  $N > 24 \text{ tr/mn}$ ,  $T^{\circ}\text{échap amont} < 800^{\circ}\text{C}$  et  $U_{\text{bat}} > 10,7\text{V}$ .

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection APC. CC au +5 ou +12V
---------------------	---

Tension de la sonde supérieure à  $U_{\text{SMAX}} = 1,08\text{V}$  pendant plus de 5s

Min.
------

Sign.	APC. Sonde débranchée
-------	-----------------------

- Usonde comprise entre 400 et 600 mV pendant plus de 10s (câble rompu).
- Chauffage sonde activé depuis 90s, coupure en décélération pendant plus de 25s, et on constate que  $U_{\text{sonde}} < 200 \text{ mV}$  pendant plus de 100 ms. Le défaut est pris en compte lorsque l'on fait la même constatation à la prochaine coupure en décel (les masses sont reliées).
- $R_i > 100\,000 \, \Omega$  et  $T^{\circ}\text{échap amont} > 600^{\circ}\text{C}$  (câble de masse coupé et liaison entre chauffage et signal sonde si  $T^{\circ}$  élevée).

Plausibilité	MT. Caractéristique de sonde décalée
--------------	--------------------------------------

- Court-circuit résitif (Temps de confirmation = 10s)
  - Usonde amont entre 0,6 et 1,08V.
  - Usonde aval  $< 0,104\text{V}$  alors que la régulation de richesse est activée.
- Amplitude de tension limitée (Temps de confirmation = 100 ms).
  - Usonde aval  $\geq 0,499\text{V}$  alors que Usonde amont reste entre 0,06 et 0,401V et régulation de richesse active.

## 2. MODE SECOURS

La sonde n'est plus considérée comme prête  $\Rightarrow$  régulation de richesse désactivée.

Le véhicule tourne sur cartographies de base.

## 3. EFFET CLIENT

Augmentation des polluants.

# SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

<b>FICHE N° 11</b>	<b>Diagnostic des sondes aval 1 &amp; 2</b>	<b>CLASSE 31</b>
--------------------	---	------------------

CODES DEFAULTS							
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE	
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	ES1	CLM2 E1
P0138	-	P0140	P0136	Codification défaut sonde 1		MS1	CLM2 F1
P0158	-	P0160	P0156	Codification défaut sonde 2		ES2	CLM2 E3
P0136	-	P0136		Codification SCANTOOL sonde 1		MS2	CLM2 F3
P0156	-	P0156		Codification SCANTOOL sonde 2			

**1. DETECTION** Point de rosée aval dépassé, 60s se sont écoulées après chauffage de la sonde, ceci pendant les 90s de temps de disponibilité des sondes. Par ailleurs  $N > 24$  tr/mn,  $T^\circ$  échap aval  $< 800^\circ \text{C}$  et  $U_{\text{bat}} > 10,7\text{V}$ .

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection APC CC au +5 ou +12V
---------------------	--

Tension de la sonde supérieure à 1,08V pendant plus de 5s

Min.	
------	--

Sign.	APC Sonde débranchée
-------	----------------------

- Tension de la sonde comprise entre 400 mV et 500 mV pendant un temps supérieur à 300s.
- $R_i > 100\,000\ \Omega$  et  $T^\circ$  échap aval  $> 600^\circ \text{C}$  (câble de masse coupé et liaison entre chauffage et signal sonde si  $T^\circ$  élevée).

Plausibilité	MT Caractéristique de sonde décalée
--------------	-------------------------------------

Tension inférieure à 0,040V avec une régulation aval active, pendant plus de 40s.

## 2. MODE SECOURS

## 3. EFFET CLIENT

Régulation avale désactivée d'où un léger surplus de polluant.

<b>FICHE N° 12</b>	<b>Diagnostic catalyseurs 1 &amp; 2</b>	<b>CLASSE 31</b>
--------------------	---	------------------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	-
P0420	-	-	-	Codification défaut cata 1		-
P0430	-	-	-	Codification défaut cata 2		-
P0420	-	-	-	Codification SCANTOOL cata 1		-
P0430	-	-	-	Codification SCANTOOL cata 2		-

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection Catalyseur fortement dégradé
---------------------	--

Les variations de la sonde aval sont de plus en plus fortes sur un point de charge et de régime constant. Il n'y a pas de mesure qui puisse être faite. En premier lieu, vérification des sondes, de leur faisceau ainsi que l'étanchéité de la ligne d'échappement.

Min.	
------	--

Sign.	
-------	--

Plausibilité	
--------------	--

**2. MODE SECOURS**

Pas de mode de secours.

**3. EFFET CLIENT**

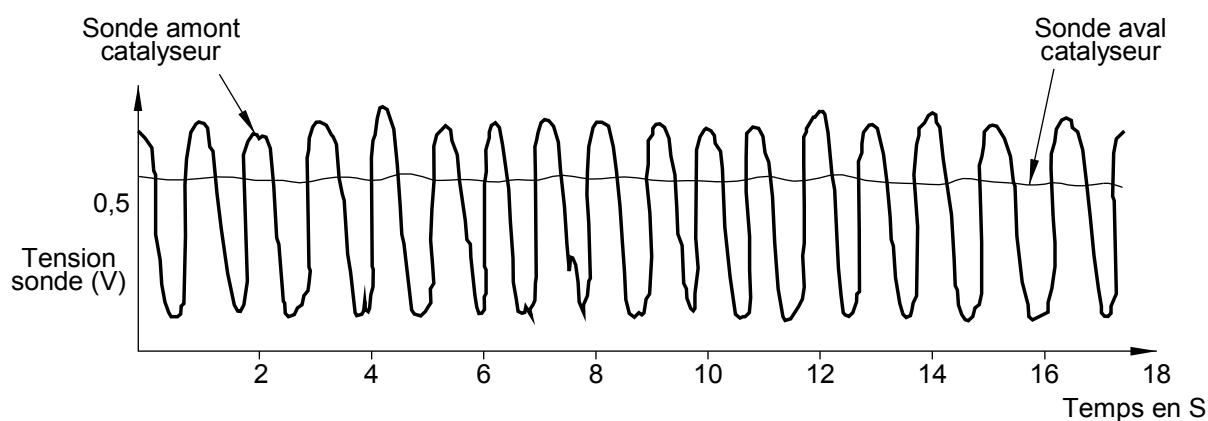
Augmentation significative des polluants.

## DETECTION VIEILLISSEMENT CATALYSEUR

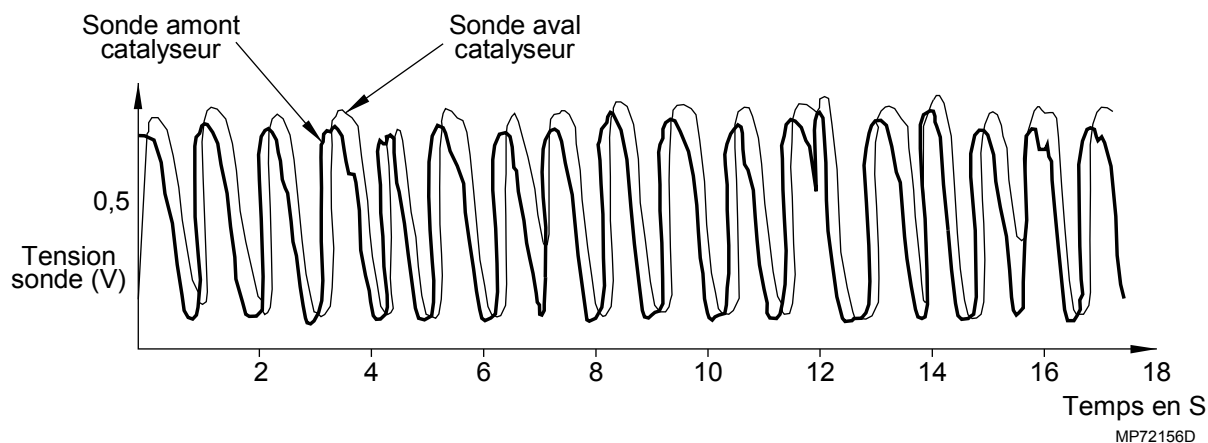
Il s'agit de vérifier la qualité de conversion du catalyseur. Quand le catalyseur vieillit, sa capacité de stockage de l'oxygène diminue fortement, et par voie de conséquence, sa conversion aussi. Le procédé général pour détecter le vieillissement du catalyseur est de comparer l'amplitude de la sonde aval à une amplitude modélisée.

### Principe de surveillance de l'efficacité catalyseur

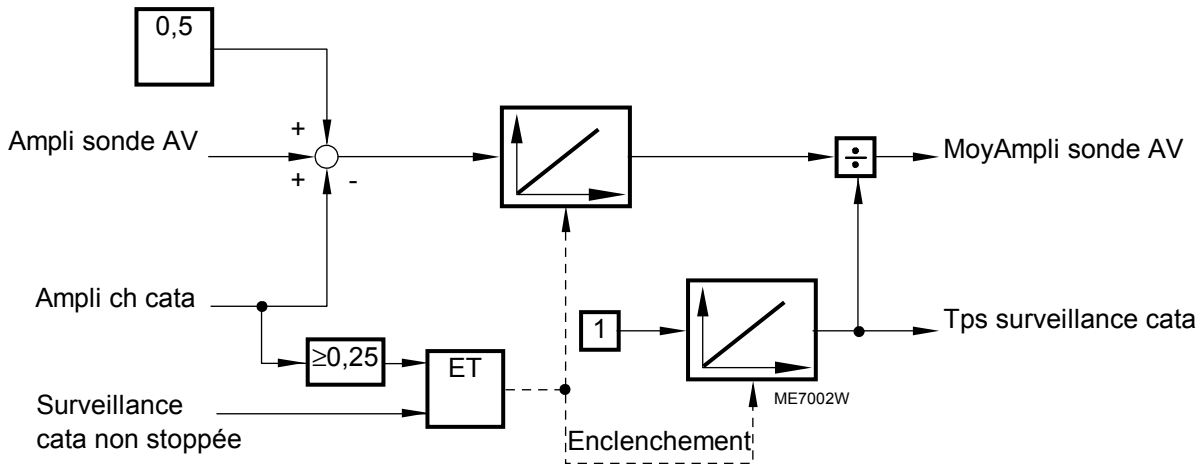
#### Catalyseur en bon état



#### Catalyseur détruit



**Principe** (pour un des deux catalyseurs) : L'amplitude de la sonde aval est fortement dépendant des pulsations imposées au catalyseur (alternance stockage/déstokage). Le diagnostic catalyseur repose donc sur la comparaison entre l'amplitude du signal de la sonde aval et l'amplitude modélisée du catalyseur.



A la valeur moyenne de l'amplitude normale sonde, on ajoute la différence entre l'amplitude de la sonde et l'amplitude modélisée du catalyseur, celle-ci étant l'image de la charge en O<sub>2</sub> du catalyseur.

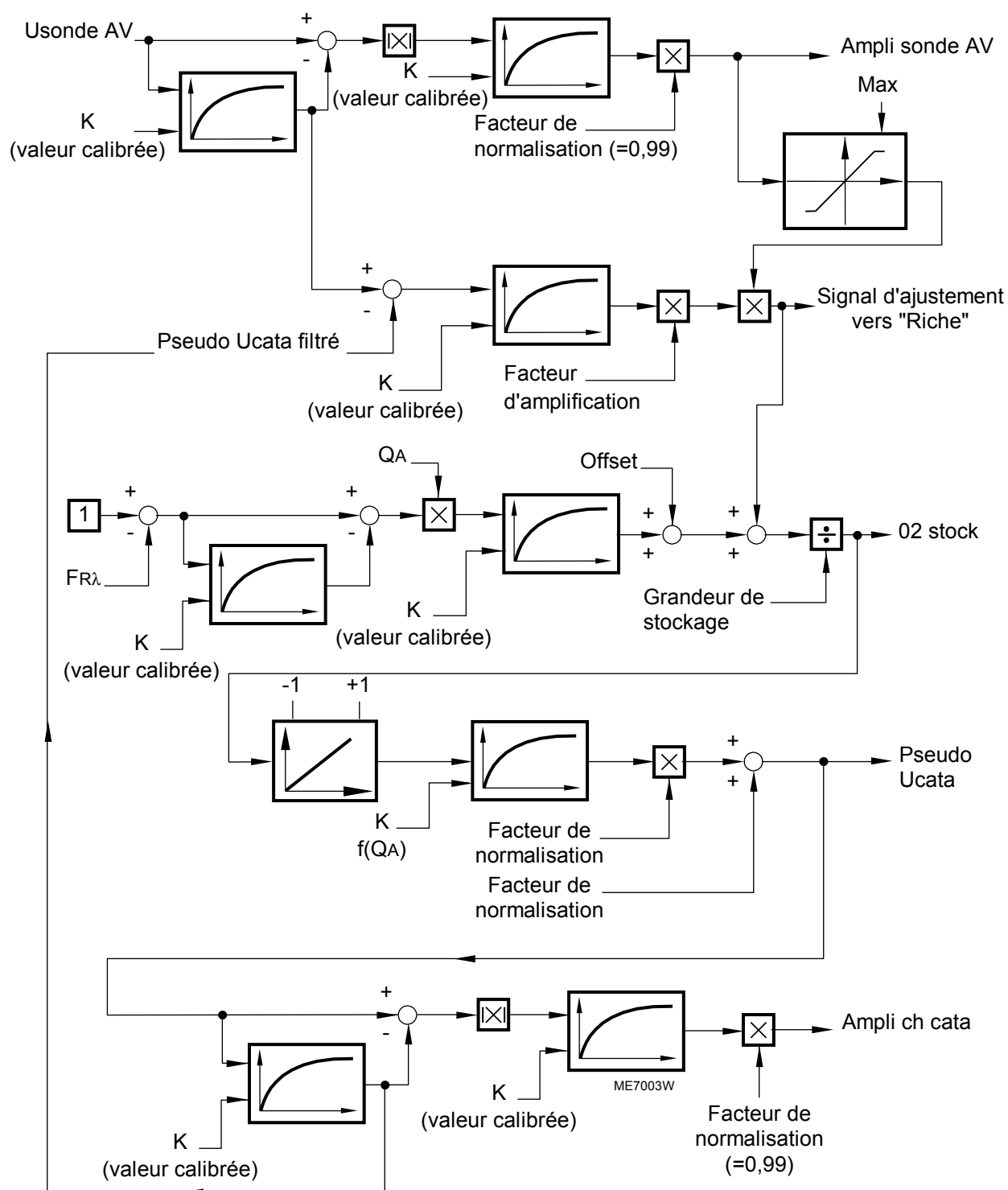
Le résultat obtenu est intégré puis divisé par le temps de surveillance du catalyseur. On obtient la moyenne de l'amplitude réelle de la sonde aval Moy Ampli sonde AV.

On déclare que le catalyseur a vieilli si :

- Moy Ampli sonde AV1 > 0,25 après plus de 90s,
- $[\text{Moy Ampli sonde AV1} + \text{Moy Ampli sonde AV2}] > 0,5$   
et  $\text{Moy Ampli sonde AV1} \geq \text{Moy Ampli sonde AV2}$  et  $\text{Moy Ampli sonde AV1} > 0,99$ ,
- $[\text{Moy Ampli sonde AV1} + \text{Moy Ampli sonde AV2}] > 0,5$   
et  $\text{Moy Ampli sonde AV1} \leq 0,99$  et  $\text{Moy Ampli sonde AV2} \leq 0,99$ .



### Calcul des amplitudes tension sonde et charge catalyseur



### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

**Sonde aval :** La différence entre Usonde AV et Usonde AV filtrée représente l'alternance de tension sonde ; la valeur absolue de cette alternance est filtrée et multipliée par un facteur de normalisation. Un catalyseur est hors d'usage pour Moy Ampli sonde av = 1.

**Catalyseur :** Le principe de calcul est le même mais auparavant il convient de calculer, ou plutôt d'évaluer la quantité d'O<sub>2</sub> stockée par le catalyseur, puis à partir de cette valeur, de calculer alors la tension de consigne correspondante Pseudo Ucata. C'est à dire qu'en sortie du catalyseur, la sonde aval doit normalement indiquer cette valeur, à condition que le catalyseur soit capable de déstocker O<sub>2</sub> stock calculée. Si la sonde aval indique "Riche", c'est que le catalyseur conserve l'oxygène et que la conversion des HC et du CO ne peut se faire correctement.

Les dérives du facteur de régulation de richesse par rapport à 1 sont filtrées ; la différence entre les dérives brutes et les dérives filtrées est multipliée par le débit massique d'air QA, converti au préalable en g/s. Le résultat obtenu est filtré. Ensuite on ajoute un offset et le signal d'ajustement vers "riche". La division du résultat obtenu par la grandeur de stockage "limite" du catalyseur donne la grandeur O<sub>2</sub> stock.

O<sub>2</sub> stock est intégré afin de reproduire l'effet du catalyseur. Vient ensuite un filtre dont le coefficient de filtrage dépend du débit massique d'air aspiré par le moteur. Pour donner au signal des variations similaires au signal d'une sonde aval on fait intervenir des facteurs multiplicatifs et additif. On obtient alors un signal de "tension catalyseur" Pseudo Ucata correspondant à la quantité d'oxygène stockée.

### Critères d'arrêt du test catalyseur

- Critères physique :
  - le régime moteur ne se situe pas entre deux seuils mini et maxi calibrés (1320 tr/mn et 2200 tr/mn),
  - la charge (RA) ne se situe pas entre deux seuils mini et maxi f(N) (= 14% et 25%),
  - T° échap amont < 380° C,
  - O<sub>2</sub> stock > Seuil f(QA),
  - O<sub>2</sub> stock < - Seuil précédent,
  - O<sub>2</sub> stock intégré > Seuil calibré,
  - O<sub>2</sub> stock intégré < - Seuil précédent.

- Critères spécifiques :
  - régulation de richesse non active,
  - "purge catalyseur" active,
  - sonde à oxygène aval non prête à fonctionner,
  - purge canister avec forte charge,
  - compensation en transitoire agit fortement,
  - seuils de défauts d'adaptation dépassés,
  - nombre de défauts conversion catalyseur  $\geq 20$ ,
  - défauts détectés : chauffage des sondes amont ou aval, vieillissement des sondes amont, étage de puissance purge canister, potentiomètre papillon, capteur de pression absolue,
  - ratés d'allumage significatifs de pollution.

<b>FICHE N° 13</b>	<b>Diagnostic du chauffage des sondes amont et aval</b>	<b>CLASSE 31 Amont</b> <b>CLASSE 32 Aval</b>
--------------------	---	---

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui sondes amont	Non	S1 CLM1 L1
P0130	P0130	P0130	P0130	Codification défaut cata 1		S2 CLM1 M1
P0150	P0150	P0150	P0150	Codification défaut cata 2		S3 CLM1 L2
P0136	P0136	P0136	P0136	Codification défaut sonde aval 1		S4 CLM1 M2
P0156	P0156	P0156	P0156	Codification défaut sonde aval 2		
P0130	P0130	P0130	P0130	Codification SCANTOOL sonde amont 1		-
P0150	P0150	P0150	P0150	Codification SCANTOOL sonde amont 2		
P0136	P0136	P0136	P0136	Codification SCANTOOL sonde aval 1		
P0156	P0156	P0156	P0156	Codification SCANTOOL sonde aval 2		

### 1. DETECTION

Type erreur Max. Min. Sign.	Type de panne et mode de détection Etage de puissance en court-circuit au +, à la masse, ou CO	L'étage de puissance ne peut être diagnostiqué que pour $9,9V < U_{bat} < 20,9V$ et $N > 40$ tr/mn ou $N = 0$ et relais pompe enclenché.
Ces défauts sont diagnostiqués par le Hardware de l'étage de puissance, par mesure des niveaux d'entrée et de sortie, et par la limitation I <sub>max</sub> .		
Plausibilité	Céramique de la sonde défectueuse, rupture câbles (connexions)	La puissance du chauffage est égale à :
La résistance interne de la sonde est mesurée en continu puis comparée à une valeur cartographiée fonction des conditions de fonctionnement. Si la résistance est trop forte, l'erreur est créée : Sonde froide, donc chauffage inactif. $200^{\circ}C \leq T^{\circ} \text{échap} \leq 600^{\circ}C$ et $N \geq 24$ tr/mn et $10,7V \leq U_{bat} \leq 15,5V$ et $R_i$ mesurable et $R_i \geq \text{Seuil}$ f( $T^{\circ} \text{échap}$ filtrée et puissance de chauffage filtrée).		Correction $f(U_{bat})$ $\frac{tNCH}{\lambda}$ (voir fonction annexe "pilotage chauffage sondes à oxygène")

### 2. MODE SECOURS

--

### 3. EFFET CLIENT

Sans chauffage, les sondes ne peuvent plus réguler, d'où augmentation des polluants. Ce défaut peut apparaître en même temps qu'un défaut au niveau des sondes.
---

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 14</b>	<b>Diagnostic du vieillissement des sondes amont</b>	<b>CLASSE 31</b> (Période) <b>CLASSE 30</b> (Intégrateur aval)
--------------------	--	---

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	
P0133	-	-	-	Codification défaut sonde 1		ES1 CLM1 E4-F4
P0153				Codification défaut sonde 2		ES2 CLM1 E2-F2
P0133	-	-	-	Codification SCANTOOL sonde 1		
P0153				Codification SCANTOOL sonde 2		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection MT   Décalage de la caractéristique de la sonde. Réponse lente de la sonde.
<ul style="list-style-type: none"><li>- La période de la sonde (temps pour faire deux alternances pauvre/riche) est mesurée dans des conditions stables de charge et de régime (hors ralenti). Si la période est supérieure à 2,5s ou inférieure à 0s, une erreur est déclarée.</li><li>- La régulation avale est active et le catalyseur est en bon état. Si la valeur en sortie de l'intégrateur du régulateur de richesse aval est supérieure à 0,8 ou inférieure à - 0,8, une erreur est déclarée.</li></ul>	
Min.	
Sign.	
Plausibilité	

**2. MODE SECOURS**

--

**3. EFFET CLIENT**

Augmentation des polluants car le temps de réponse de la sonde s'allonge
--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

## DETECTION VIEILLISSEMENT DE LA SONDÉ A OXYGENE AMONT

On peut contrôler un décalage de sa caractéristique et aussi une fréquence d'oscillation lente, donc les deux défauts engendrés par un vieillissement de la sonde.

### 1 - Détection décalage caractéristique

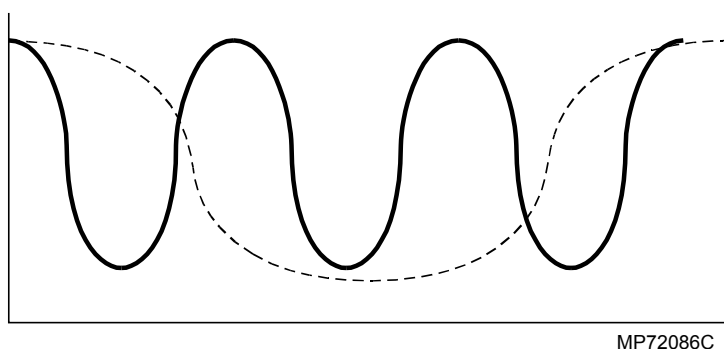
Le principe est le suivant : on vérifie que la grandeur issue du régulateur intégral de la régulation avale Régul Rich avi ne devient pas inférieure à une limite mini calibrée, ou supérieure à une limite maxi calibrée. Si c'est le cas, on considère que la régulation avale modifie beaucoup trop le temps de retard basculement TRBT et que c'est là le signe d'une caractéristique de sonde amont décalée.

#### Conditions de détection

Catalyseur en bon état de fonctionnement, régulation avale active, pas de défauts ratés d'allumage, chauffage sondes à oxygène, purge canister, capteur de phase, tension batterie, adaptation de richesse.

### 2 - Détection sonde lente

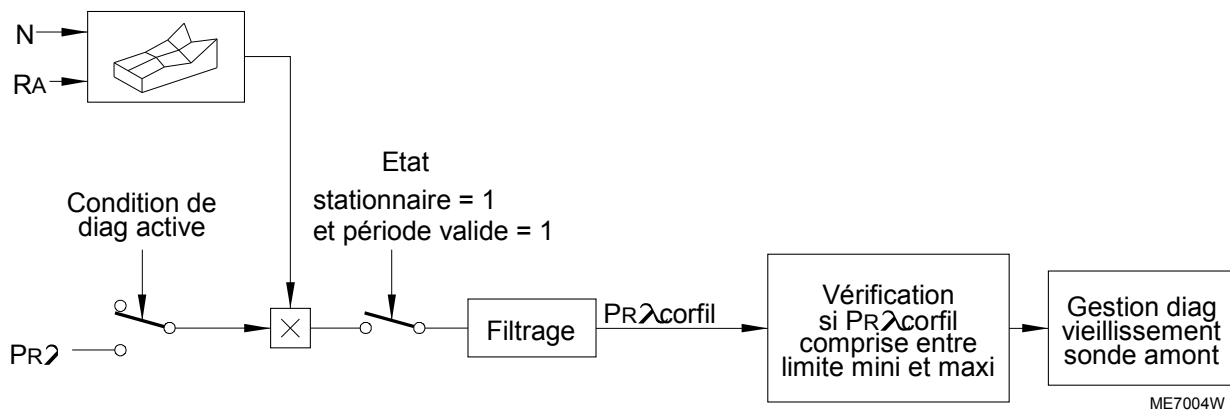
Le principe est simple, il repose sur la surveillance de la période d'oscillation de la sonde.



MP72086C

— Sonde amont OK  
--- Sonde amont dégradée

## Principe



La période de la sonde  $PR\lambda$  calculée dans l'étage de régulation de richesse est corrigée par un facteur  $f(N,RA)$  afin de tenir compte du temps de réponse de la sonde dépendant du point de fonctionnement moteur. Après un filtrage, on obtient  $PR\lambda$  corfil. Si  $PR\lambda$  corfil est en dehors d'une limite mini et d'une limite maxi calibrées, il y a vieillissement de la sonde amont et on commande l'allumage du voyant de diagnostic. Ces limites sont plus sévères si un vieillissement catalyseur est signalé, car une sonde amont vieillie pourrait influencer le rapport d'amplitude permettant de diagnostiquer le vieillissement catalyseur.

## Conditions de diagnostic

- Régulation de richesse active.
- N et RA compris dans une certaine plage (1320 à 2800 tr/mn ; 21,7 à 39,7%).
- $T^\circ$  échap amont  $> 350^\circ$  C.
- Chauffage sonde amont actif,
- Hors purge canister ou purge canister active depuis plus de 3s.
- Adaptation de richesse normale active.
- Pas de défaut capteur pression,  $T^\circ$  eau et  $T^\circ$  air.
- Pas de défauts : ratés d'allumage, chauffage sondes à oxygène, purge canister, capteur de phase, tension batterie et adaptation de richesse.



<b>FICHE N° 15</b>	<b>Diagnostic du niveau minimum du réservoir</b>	<b>CLASSE 32</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	E/S CLC H4
-	-	-	P1520	Codification défaut		E/S CLC H3
-	-	-	P1520	Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
---------------------	------------------------------------

Min.	
------	--

Sign.	
-------	--

Plausibilité	Signal réservoir vide débranché ou CC à la masse
--------------	--

Le CAN fait parvenir au CMM un flag "l'information réservoir vide est défectueuse" = 1.  
C'est le BSI qui procède au contrôle de plausibilité.

**2. MODE SECOURS**

La reconnaissance des ratés d'allumage est arrêtée. Si des ratés de combustion se produisent, ils ne seront pas reconnus.

**3. EFFET CLIENT****SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 16</b>	<b>Butée de régulation KR</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	-------------------------------	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
P1329	-	-	-	Codification défaut cyl 1		
P1330				Codification défaut cyl 2		
P1331				Codification défaut cyl 3		
P1332				Codification défaut cyl 4		
P1333				Codification défaut cyl 5		
P1334				Codification défaut cyl 6		
				Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection. Butée de régulation atteinte (indice octane essence mauvais ou bruit parasite moteur). Cliquetis en butée reconnu lorsque la correction cliquetis = - 12° pendant 200 combustions toutes les 1000 combustions au régime > 2520 tr/mn.
---------------------	---

Min.

Sign.

Plausibilité

**2. MODE SECOURS**

Sans

**3. EFFET CLIENT**

Aucune modification du fonctionnement moteur.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 17</b>	<b>Module KR CC 195 (Test nul)</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	------------------------------------	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
-	-	-	P1303	Codification défaut		
-	-	-	-	Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
---------------------	------------------------------------

Min.	
------	--

Sign.	
-------	--

Plausibilité	Défaut électrique du CC 195.
--------------	------------------------------

Tous les 510 cycles moteur, ou simule un débranchement des capteurs cliquetis, afin de contrôler la valeur de l'intégrateur au début et à la fin de la fenêtre de mesure.

UEF – 715 mv > 488 mV pendant au moins 3 fois

Grad cor offset < 200,25 V/s pendant au moins 3 fois ; pour ce test on doit avoir 2000 tr/mn < N ≤ 5000 tr/mn.

**2. MODE SECOURS**

Inhibition de la régulation cliquetis et application d'un retrait d'avance préventif de – 12°.

**3. EFFET CLIENT**

Performances dégradées.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

FICHE N° 18	Module KR CC 195 (Impulsion de test)	CLASSE 30
-------------	--------------------------------------	-----------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
-	-	-	P1303	Codification défaut		
-	-	-	-	Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
---------------------	------------------------------------

Min.	
------	--

Sign.	
-------	--

Plausibilité	Défaut électrique du CC 195.
--------------	------------------------------

Tous les 510 cycles moteur, on relève Ucliq en fin de fenêtre de mesure. (Ucliq-UEF) < 3,49V pendant au moins 3 fois.

**Remarque :** Les test zéro et l'impulsion de test s'effectuent tous les 255 cycles moteur en alternance.

**2. MODE SECOURS**

Inhibition de la régulation cliquetis et application d'un retrait d'avance préventif de – 12°.

**3. EFFET CLIENT**

Performances dégradées.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 19</b>	<b>Diagnostic capteurs cliquetis 1 &amp; 2</b>	<b>CLASSE 32</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
P0328	P0327	-	-	Codification défaut capteur 1		+ CLM1 A1
P0333	P0332	-	-	Codification défaut capteur 2		- CLM1 A3 CLM1 A2
P0329	P0330	-	-	Codification SCANTOOL capteur 1 Codification SCANTOOL capteur 2		CLM1 A4

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Soit Uréf = Niveau de référence utilisé dans la détection du cliquetis Type de panne et mode de détection
---------------------	--

Capteur en court-circuit

Soit  $Uréf\ normé = (1/2^{Ampli}) * Uréf + 2^6$

Si  $Uréf\ normé > Seuil\ f(N)$  pendant 20 combustions et  $Nmot > 2520\ tr/mn.$

Min.	Capteur débranché
------	-------------------

Si  $Uréf\ normé < Seuil\ f(N)$  pendant 20 combustions et  $Nmot > 2520\ tr/mn.$

Sign.	
-------	--

Plausibilité	
--------------	--

**2. MODE SECOURS**

Inhibition de la régulation cliquetis et application d'un retrait d'avance préventif de  $-12^\circ$ .

**3. EFFET CLIENT**

Performances dégradées.

<b>FICHE N° 20</b>	<b>Diagnostic ratés d'allumage</b>	<b>CLASSE 35</b> (pollu) <b>CLASSE 33</b> (endommagement cata) <b>CLASSE 34</b> (endommagement cata cyl x)
--------------------	------------------------------------	---

CODES DEFAULTS							
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE	
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Oui	S1	CLM2 H2
P0301	-	-	-	Codification défaut cyl. 1		S2	CLM2 H4
P0302				Codification défaut cyl. 2		S3	CLM2 H3
P0303				Codification défaut cyl. 3		S4	CLM2 G4
P0304				Codification défaut cyl. 4		S5	CLM2 G3
P0305				Codification défaut cyl. 5		S6	CLM2 G2
P0306				Codification défaut cyl. 6			
P0301	-	-	-	Codification défaut cyl. 1			
P0302				Codification défaut cyl. 2			
P0303				Codification défaut cyl. 3			
P0304				Codification défaut cyl. 4			
P0305				Codification défaut cyl. 5			
P0306				Codification défaut cyl. 6			

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection
Max.	MT. bougie encrassée, bobine HS
<b>Pollution</b> Nombre de ratés > 105 pendant 3000 combustions.	
<b>Catalyseur</b> Nombre de ratés (pondérés par la cartographie (N, RA) > 300 pendant 600 combustions.	
Min.	
Sign.	
Plausibilité	

**2. MODE SECOURS**

<b>Cas catalyseur :</b>
Si ratés trop important sur un cylindre, coupure de l'injection de ce cylindre.

**3. EFFET CLIENT**

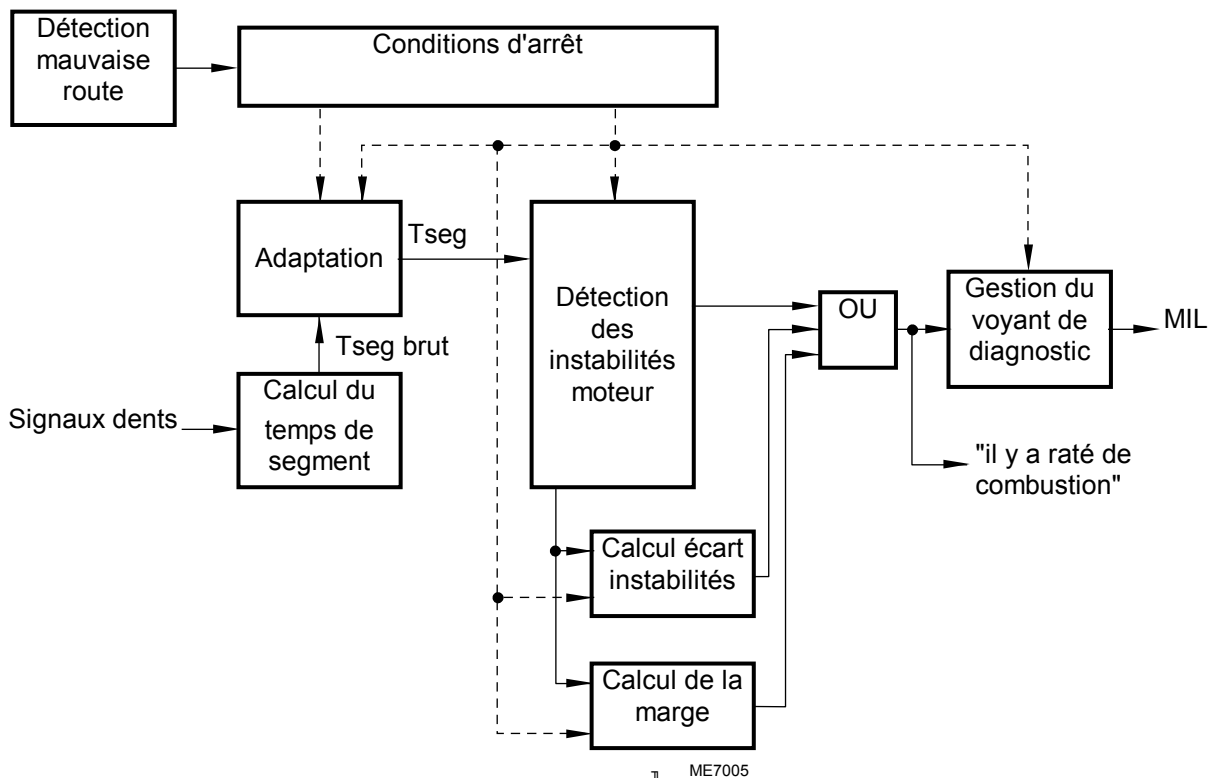
Surplus de polluants. Baisse de puissance (si coupure injecteur). Agrément de conduite dégradé.
---

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

## DETECTION DES RATES D'ALLUMAGE

### I - VUE D'ENSEMBLE



#### Calcul du temps de segment

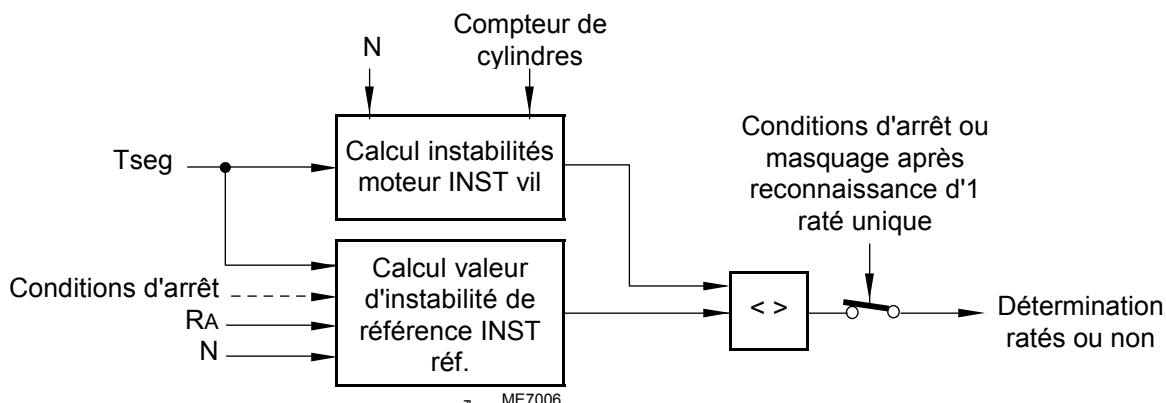
- Ce moteur comprend trois segments de  $120^\circ$  chacun sur un tour ; le calculateur mesure la durée que met le moteur pour effectuer  $120^\circ$ , en débutant  $78^\circ$  avant chaque PMH en allumage. Il se repère grâce à MR' et aux capteurs de phase, ces derniers lui permettent de savoir à quel cylindre en combustion correspond le segment pris en compte.
- Le calculateur mesure la durée de chaque segment en continu ; une durée de segment est égale à la somme de vingt durées de dents. On dispose en final de six durées du segment, une par cylindre.

Indices utilisés dans ce chapitre :

- (n) = Segment vilebrequin,
- (i) = Révolutions AAC.



## II - DETECTION DES RATES



### A - CALCUL DE L'INSTABILITE

L'instabilité est calculée à chaque segment (n) et fait intervenir les temps de segments de n-3 à n+2. Elle est, par ailleurs, stockée cylindre par cylindre.

La formule générale de l'instabilité est la suivante :

$$\text{Instabilité} = \frac{\text{Tseg}(n+1) - \text{Tseg}(n) - \text{valeur de référence}}{\text{Tseg}^3(n)} = \text{INSTvil}(n)$$

↓  
en tour /s<sup>2</sup>

Unité physique de Tseg en s/segment ; il faut donc multiplier Tseg par 3 (6 cyl/2) puisque l'on raisonne en tours vilebrequin.

**Remarque :** L'instabilité est stockée cylindre par cylindre.

- Calcul de la valeur de référence (pour un segment (n))

Pour N < 4520 tr/mn.

Basée sur le principe des statistiques, la détermination de la valeur de référence consiste à calculer cinq différences de temps de segments :

- $\Delta \text{Tseg } 1 = [\text{Tseg}(n-1) - \text{Tseg}(n-3)]/2,$
- $\Delta \text{Tseg } 2 = [\text{Tseg}(n) - \text{Tseg}(n-1)],$
- $\Delta \text{Tseg } 3 = [\text{Tseg}(n+1) - \text{Tseg}(n)],$
- $\Delta \text{Tseg } 4 = [\text{Tseg}(n+2) - \text{Tseg}(n+1)],$
- $\Delta \text{Tseg } 5 = [\text{Tseg}(n+3) - \text{Tseg}(n+2)].$

Soit :

- $\Delta \text{Tseg MAX 1}$  = la 1ère plus grande des 5 valeurs précédentes,
- $\Delta \text{Tseg MAX 2}$  = la 2ème plus grande des 5 valeurs précédentes,
- $\Delta \text{Tseg MAX 3}$  = la 3ème plus grande des 5 valeurs précédentes,
- $\Delta \text{Tseg MAX 4}$  = la 4ème plus grande des 5 valeurs précédentes,
- $\Delta \text{Tseg MAX 5}$  = la plus petite des 5 valeurs précédentes.

Alors, c'est  $\Delta \text{Tseg MAX 3}$  qui est choisie comme valeur de référence.

$$\Rightarrow \text{Instabilité} = \text{INSTvil}(n) = \frac{\Delta \text{Tseg3} - \Delta \text{Tseg MAX 3}}{\text{Tseg}^3(n)}$$

Pour  $N > 4520 \text{ tr/mn}$  :

- Calcul de la valeur de référence (pour un segment (n))

$$\Delta \text{Tseg 6} = [\text{Tseg}(n-8) - \text{Tseg}(n-2)] / 6$$

$$\Rightarrow \text{Instabilité} = \text{INSTvil}(n) = \frac{\Delta \text{Tseg3} - \Delta \text{Tseg6}}{\text{Tseg}^3(n)}$$

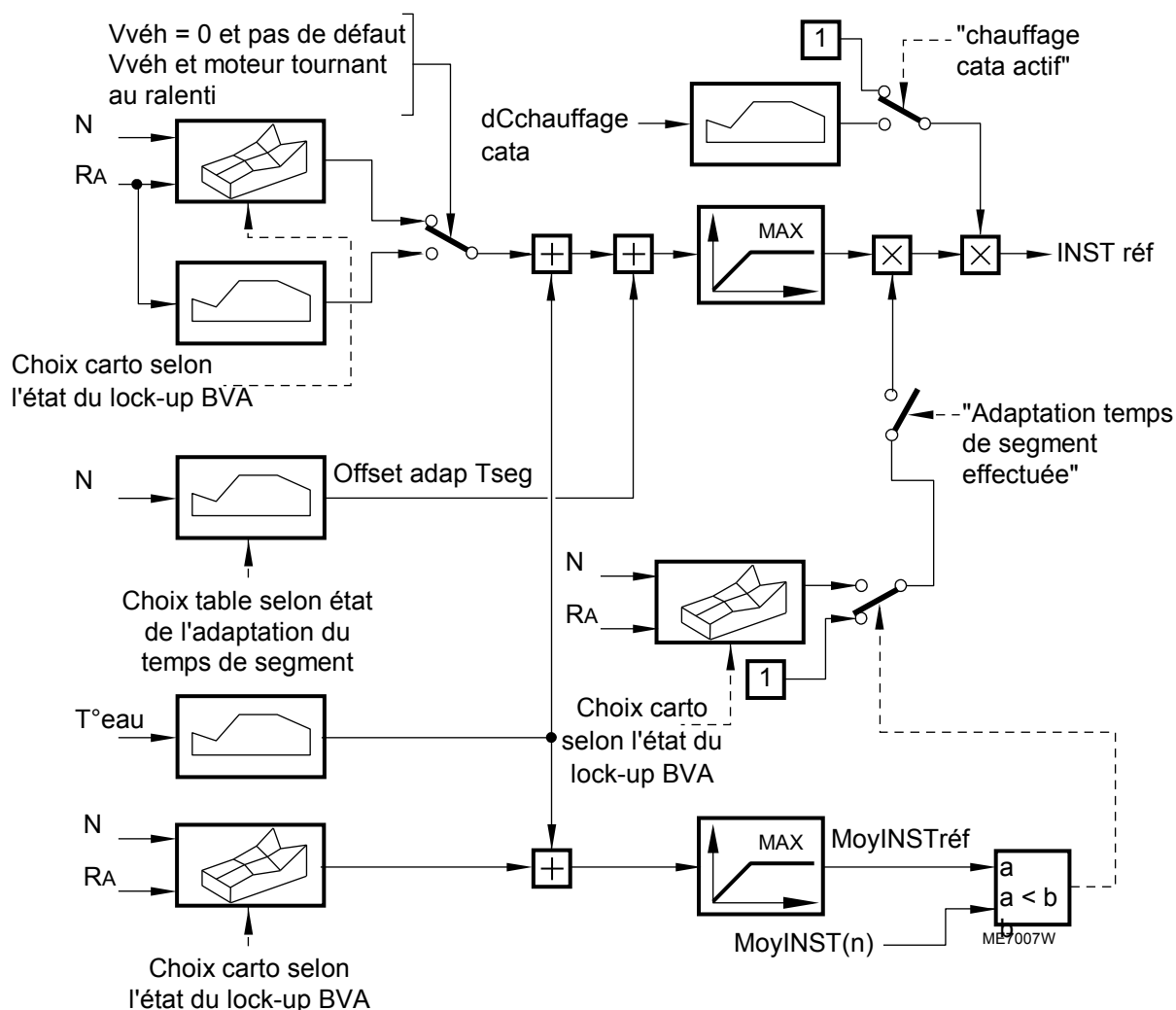
- Calcul complémentaire : Si plusieurs cylindres provoquent des ratés d'allumage, par exemple alternance de ratés et de combustions, l'instabilité calculée peut être faible au point de ne pas dépasser la valeur de référence. On se base alors sur la périodicité de l'instabilité moteur, en utilisant une valeur d'instabilité moyenne obtenue par filtrage de INSTvil :

$$\text{Moy INST}(n) = (1-K1) * \text{Moy INST}(n-1) + (K1 * K2) * (|\text{INSTvil}(n-1) - 0,5 * \text{INSTvil}(n-2) - 0,5 * \text{INSTvil}(n)|)$$

Moy INST est mise à 0 lorsque les conditions d'arrêt de la détection des ratés sont valides.

Le calcul de Moy INST est stoppé pendant le masquage après reconnaissance d'un raté.

## B - CALCUL DE L'INSTABILITE DE REFERENCE



La valeur d'instabilité de référence est principalement fonction du régime et de la charge, véhicule roulant. Pour des régimes moteur plus faibles, la valeur issue de la cartographie doit être choisie très haute afin d'éviter les fausses détections dues à un basculement du moteur. Mais alors, on ne peut plus reconnaître de ratés lorsque le moteur est fixe à l'arrêt. On utilise donc une table  $f(RA)$  spécifiquement dans le cas :  $V_{véh} = 0$  et moteur au ralenti, et pas de défaut sur l'information  $V_{véh}$ .

**Remarque :** Les ratés multiples provoquent un abaissement de INST réf.

**Attention :** En cas de masquage de la reconnaissance de ratés (par exemple mauvaise route, forte charge, ...), on continue de calculer INSTvil et Moy INST afin de pouvoir détecter une mauvaise route. Par contre, après le masquage, ces deux valeurs repartent de 0 afin de ne pas prendre en compte les instabilités précédentes.

Si  $INSTvil(n) > INST\text{ réf} \Rightarrow$  Il y a raté d'allumage.

**Masquage après reconnaissance d'un raté unique :** Si un raté est reconnu, la reconnaissance de ratés est stoppée sur  $x$  combustions  $f(N)$ , mais on continue de calculer l'instabilité. Ceci évite de prendre en compte des oscillations dues à un raté unique. Ensuite on lance une phase de test sur 10 combustions. Si pendant ce test, un raté est reconnu alors, on supprime le masquage afin de pouvoir reconnaître des ratés continus (le masquage varie de 2 à 200 combustions selon le régime).

### C - CALCUL DE L'ECART DES INSTABILITES

Faire ce calcul permet de reconnaître un raté ou une durée de ratés, ainsi que des ratés simultanés non symétriques.

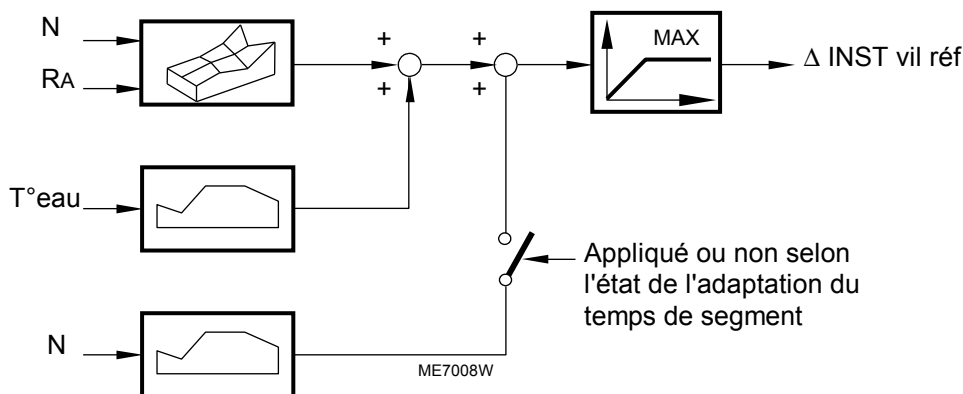
Si  $\Delta INSTvil(n) > \Delta INSTvil\text{ réf} \Rightarrow$  alors, il y a raté ; la gestion est exactement la même que pour la reconnaissance de ratés en provenance du bloc de calcul des instabilités moteur.

$\Delta INSTvil(n) = INSTvil(n) - INSTvil(n + 3)$  ; il s'agit de la différence d'instabilités appartenant au même segment.

Grâce à cette formule :

- si un raté apparaît sur le cylindre d'un couple de cylindres (1-5 par exemple), alors la valeur de  $\Delta INSTvil(n)$  augmente,
- si les deux cylindres décalés d'1 tour vilebrequin, donc appartenant au même segment, ont des ratés  $\Delta INSTvil(n)$  reste, tout comme dans le domaine normal proche de 0.

#### Calcul du seuil $\Delta INSTvil(n)$



La cartographie de base ( $N$ ,  $RA$ ) est différente selon l'état du lock-up du convertisseur de la BVA.

Les conditions d'arrêt et les conditions du masquage après reconnaissance d'un raté sont les mêmes que pour le bloc de calcul des instabilités moteur.

## D - CALCUL DE LA MARGE D'INSTABILITES

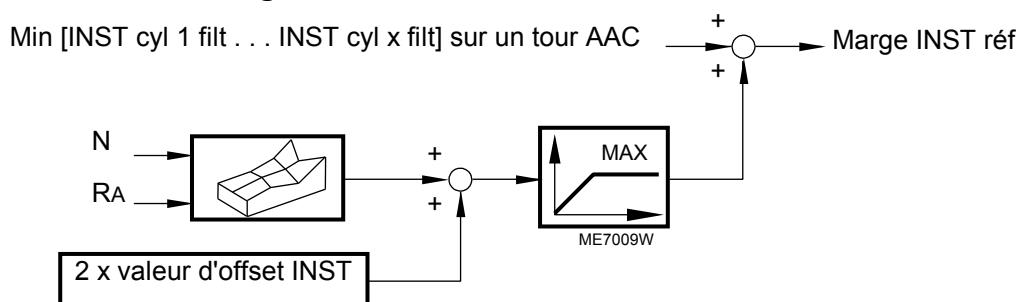
Faire ce calcul permet de reconnaître des ratés d'allumage continus sur un ou plusieurs cylindres.

L'instabilité de chaque cylindre est filtrée selon un filtre passe bas ; on déclare qu'il y a ratés d'allumage sur un cylindre si INSTvilt filtrée d'un cylindre (ou de plusieurs cylindres) > Marge INST réf.  $INST_{cyl\ filt}(i) = INST_{cyl\ filt}(i-1) + K(INST_{cyl}(i) - INST_{cyl\ filt}(i-1))$

↳ f(N)

Lors d'un masquage, INSTcyl filt est mise à 0, ce qui servira de valeur de départ après le masquage.

### Calcul du seuil Marge INSTréf

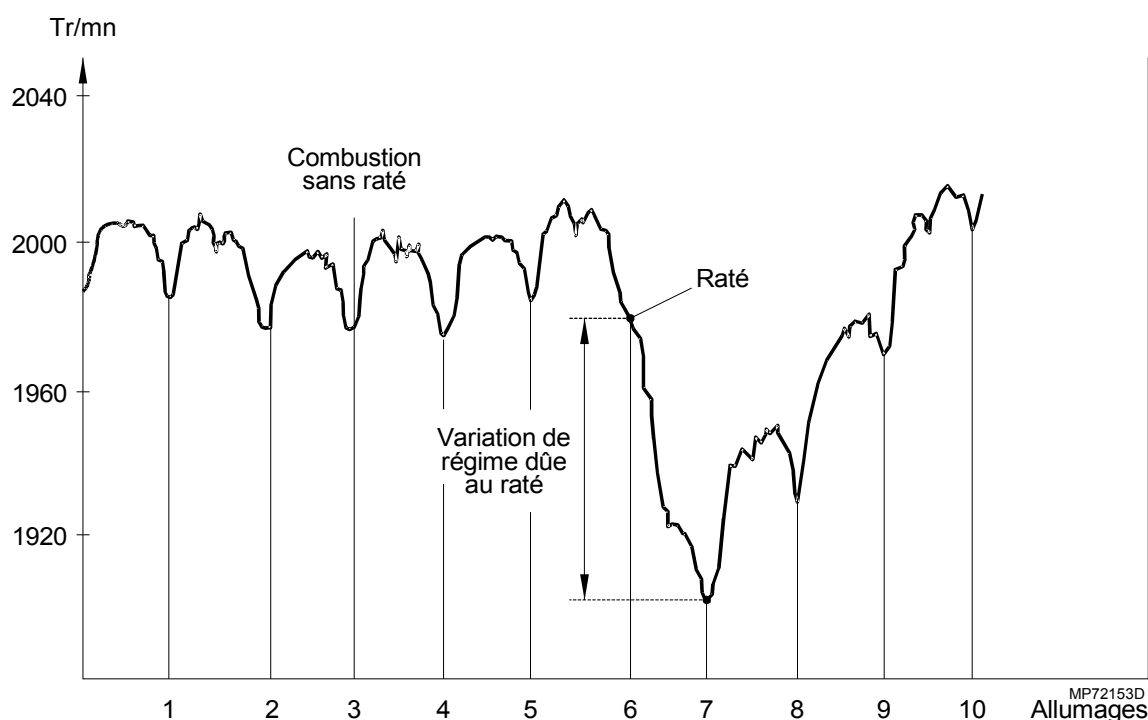


La cartographie de base (N, RA) est différente selon l'état du lock-up du convertisseur de la BVA.

### Principe de détection des ratés d'allumage

Analyse des variations de régime entre plusieurs combustions successives.

#### 2000 tr/min - 1/2 charge



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

### III - GESTION DE LA DETECTION DES RATES

#### A - LES COMPTEURS

##### 1 - Ratés dégradant les émissions de polluants

On dispose de 8 compteurs :

- 1 compteur de tours moteur s'incrémentant de 0 à 1000 puis revenant 0, puis s'incrémentant à nouveau de 0 à 1000, et ainsi de suite,
- 1 compteur général de ratés qui pendant 1000 tours moteur s'incrémente de 1 à chaque fois qu'un raté est reconnu. Il est réseté à chaque fois qu'une période de test de 1000 tours moteur est achevée,
- 6 compteurs de ratés individuels, un par cylindre ; pendant 1000 tours moteur, ils s'incrémentent de 1 à chaque fois qu'un raté est reconnu sur le cylindre auquel ils sont dédiés. Ils sont tous résetés en fin de période de test.

##### 2 - Ratés endommageant le catalyseur

On dispose de 10 compteurs :

- 1 compteur de tours moteur s'incrémentant de 0 à 200 puis revenant à 0, puis s'incrémentant à nouveau de 0 à 200, et ainsi de suite...,
- 6 compteurs de ratés individuels, un par cylindre ; pendant 200 tours moteur, ils s'incrémentent d'une valeur  $f(N, RA)$  à chaque fois qu'un raté est reconnu sur le cylindre auquel ils sont dédiés. Ils sont tous résetés en fin de période de test de 200 tours,
- 2 compteurs généraux de ratés – un par rangée de cylindres – qui pendant 200 tours moteur s'incrémentent de la valeur  $f(N, RA)$  à chaque fois qu'un raté est reconnu sur la rangée à laquelle ils sont dédiés. Ils sont résetés lorsque la période de test est achevée,
- 1 compteur global de ratés dont la valeur est égale à la somme des deux compteurs généraux. Il est lui aussi réseté en fin de période de test.

**Remarque :** Les compteurs s'incrémentent d'une valeur  $f(N, RA)$  car la température critique de 900° C pour un catalyseur n'est pas atteinte pour le même taux de ratés, suivant le point de fonctionnement du moteur.

## B - DETECTION DU TAUX DE RATES

### 1 - Ratés dégradant les émissions de polluants

Si, après 3000 combustions (1000 trs moteur), la valeur du compteur général "gros pollueur" est supérieure à 105.

→ Le flag "reconnaissance ratés, par somme, significatif polluant" est mis à 1 ⇒ Allumage en fixe de la MIL et mémorisation du défaut.

→ Les flags "Ratés pollution sur cylindre x" sont mis à 1 si la valeur du (des) compteur(s) individuel(s) dépasse(nt) la valeur du compteur général/6.

La MIL restera systématiquement allumée durant tout le trajet.

Si il n'y a pas de ratés de détectés lors du cycle de roulage suivant, alors les défauts ratés seuil gros pollueur seront considérés guéris à la fin du trajet lors du powerlatch. Par contre, ils ne seront effacés qu'après 40 cycles d'échauffement sans réapparition.

### 2 - Ratés entraînant un endommagement catalyseur

Si, après 600 combustions (200 trs moteur), la valeur du compteur général rangée 1 et/ou du compteur général rangée 2 "endommagement cata" est supérieure à 300.

→ Le flag "reconnaissance ratés, par somme, endommageant le cata" est mis à 1 ⇒ clignotement de la MIL et mémorisation du défaut.

→ Les flags "Ratés endommagement cata" sur cylindre(s) x sont mis à 1 si la valeur du(des) compteur(s) individuel(s) dépasse(nt) la valeur du (des) compteur(s) général(aux) / 6.

La MIL s'éteindra dès que la valeur des compteurs généraux retombera sous le seuil = 300 à l'issue d'un cycle de 200 tours moteur. Les défauts ratés endommagement cata seront donc considérés guéris mais ne seront effacés qu'après 40 cycles d'échauffement sans réapparition.

### Coupure de l'injection

Afin de protéger le catalyseur en cas de fort taux de ratés, il est possible de couper un ou plusieurs injecteurs (3 au maximum).

Pour couper l'injection sur un cylindre, il faut réunir les conditions suivantes :

- compteur général 1 et/ou compteur général 2 > 300,
- moins de 3 injecteurs sont coupés,
- le compteur individuel du cylindre x est supérieur à 300 plus de y périodes [200 trs moteur] (0 dans notre application, donc immédiatement).

⇒ La MIL s'allume en fixe jusqu'à la fin du trajet.

⇒ L'injection ne sera rétablie qu'au prochain démarrage.

⇒ Le flag d'erreur lié au cylindre x ne sera considéré guéri qu'en l'absence de ratés lors du cycle de roulage suivant.

Précision : Si la valeur d'un compteur individuel dépasse le seuil = 300, un compteur spécifique s'incrémente de 1 et ce jusqu'à atteindre le seuil y fois [200 trs] pour couper l'injecteur ; inversement le compteur spécifique se décrémente de 1 si la valeur du compteur général rangée 1 ou 2 repasse sous le seuil = 300.

### 3 - Les fenêtres de fonctionnement

Quand on détecte des ratés d'allumage on mémorise la fenêtre de fonctionnement dans laquelle le défaut a été reconnu. On dispose en fait de trois fenêtres :

- la fenêtre de fonctionnement moteur FFonc Mot, actualisée toutes les 200 ms,
- la fenêtre temporaire pour les ratés d'allumage FTemp raté qui est actualisée à chaque raté reconnu,
- la fenêtre de fonctionnement pour les ratés FFonc raté.

Une fenêtre est définie par cinq paramètres : Le régime le plus faible Nmin, le régime le plus élevé Nmax, la charge la plus faible Ramin, la charge la plus élevée RAmx, cycle d'échauffement achevé ou non ( $T^{\circ} \text{eau} < \text{ou} > 71^{\circ} \text{C}$ ).



Pour les trois fenêtres, les valeurs initiales sont les suivantes :

$N_{min} = FF$  (= régime maxi possible du moteur),

$N_{max} = 0$ ,

$R_{amin} = FF$  (= remplissage maxi possible du moteur),

$R_{amax} = 0$ ,

Flag mot chaud ( $T^{\circ} \text{ eau} > 71^{\circ} \text{ C}$ ) = 0 et Flag mot froid ( $T^{\circ} \text{ eau} < 71^{\circ} \text{ C}$ ) = 0.

Mise à jour de  $FF_{\text{onc mot}}$  : Dès que la détection de ratés est activée, cette fenêtre est actualisée toutes les 200 ms selon le principe suivant :

si  $N > N_{max}$  alors  $N_{max} = N$ ,

si  $N < N_{min}$  alors  $N_{min} = N$ ,

idem pour  $R_{amin}$  et  $R_{amax}$ ,

si  $T^{\circ} \text{ eau} > 71^{\circ} \text{ C}$  alors Flag mot chaud = 1,

si  $T^{\circ} \text{ eau} < 71^{\circ} \text{ C}$  alors Flag mot froid = 1.

Mise à jour de  $F_{\text{Temp raté}}$  : Même principe que pour  $FF_{\text{onc mot}}$ , mais la réactualisation a lieu à chaque raté reconnu ; et systématiquement tous les 1000 tours vilebrequin,  $F_{\text{Temp raté}}$  est réinitialisée.

Mise à jour de  $FF_{\text{onc raté}}$  : A chaque fois qu'un défaut de ratés est reconnu (donc au bout de 200 tours ou 1000 tours moteur), on prend les paramètres instantanés de  $F_{\text{Temp raté}}$  ; on les corrige à l'aide de tolérances, et on les transfère dans  $FF_{\text{onc raté}}$ .

$N_{max} \text{ de } FF_{\text{onc raté}} = N_{max} \text{ de } F_{\text{Temp raté}} - 160 \text{ tr/mn.}$

$N_{min} \text{ de } FF_{\text{onc raté}} = N_{min} \text{ de } F_{\text{Temp raté}} + 160 \text{ tr/mn.}$

Si  $N_{max} \text{ de } F_{\text{Temp raté}} < N_{min} \text{ de } F_{\text{Temp raté}}$  alors on les met toutes les deux égales à leur moyenne.

$R_{amax} \text{ de } FF_{\text{onc raté}} = 0,95 \times F_{\text{Temp raté.}}$

$R_{amin} \text{ de } FF_{\text{onc raté}} = 1,05 \times F_{\text{Temp raté.}}$

Si  $R_{amax} \text{ de } F_{\text{Temp raté}} < R_{amin} \text{ de } F_{\text{Temp raté}}$  alors on les met toutes les deux égales à leur moyenne.

Le statut de température, lui, est repris tel quel.

Pour qu'un défaut soit considéré guéri, il ne doit plus être reconnu lors du prochain cycle de roulage, et  $FF_{\text{onc mot}}$  doit "recouvrir"  $FF_{\text{onc raté}}$  ( $FF_{\text{onc mot}} \geq FF_{\text{onc raté}}$ ).

## IV - DETECTION MAUVAISE ROUTE

Cette détection se fait par statistique sur les instabilités moteur.

Le flag "Mauvaise route" est mis à 1 dès que les conditions suivantes sont réunies :

Moy INST < Moy INST<sub>réf</sub> mauv rout ou d INSTvil PN < INSTvil réf PN,

et

d INSTvil/réf < d INSTvil/réf Réf,

et

[INSTvil < INSTvil réf N et pas de masquage faisant suite à une détection de raté] depuis plus de 25s.

### Légende :

d INSTvil PN = Ecart entre les valeurs positives et négatives de INSTvil,

d INSTvil/réf = Ecart entre les valeurs de INSTvil et la valeur de référence INST<sub>réf</sub>.

## A - PRISE EN COMPTE DES RATES MULTIPLES

Lors de ratés multiples, les évolutions de INSTvil sont comparables à celles enregistrées sur mauvaise route. Pour les distinguer, on a deux solutions :

- la comparaison de Moy INST<sub>réf</sub> avec un seuil Moy INST<sub>réf</sub> mauv rout = Moy INST<sub>réf</sub> x Facteur f(N) différent selon BVM, BVA lockup ouvert, BVA lockup fermé,
- l'analyse des variations de INSTvil autour de la valeur nulle d INSTvil PN et sa comparaison avec le seuil INSTvil réf N = INST<sub>réf</sub> x Facteur f(N, RA) différent selon BVM, BVA lockup ouvert, BVA lockup fermé.

### Calcul de d INSTvil PN

Instabilité minimale au dessus de 0 :

$$\text{INSTmin P}(n) = \begin{cases} K * \text{INSTmin P}(n-1) + (1-K) * \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) > 0 \text{ et } \text{INSTvil}(n) > \text{INSTmin P}(n-1) \\ \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) > 0 \text{ et } \text{INSTvil}(n) \leq \text{INSTmin P}(n-1) \\ \text{INSTmin P}(n-1) & \text{si } \text{INSTvil}(n) \leq 0 \end{cases}$$

Instabilité maximale en dessous de 0 :

$$\text{INSTmax N}(n) = \begin{cases} \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) < 0 \text{ et } \text{INSTvil}(n) \geq \text{INSTmax N}(n-1) \\ K * \text{INSTmin N}(n-1) + (1-K) * \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) < 0 \text{ et } \text{INSTvil}(n) < \text{INSTmax N}(n-1) \\ \text{INSTmax N}(n-1) & \text{si } \text{INSTvil}(n) \geq 0 \end{cases}$$

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

---

$$d \text{ INSTvil PN} = \text{INSTmin P(n)} - \text{INSTmax N(n)}$$

## B - CALCUL DES OSCILLATIONS AUTOUR DE INSTréf

En analysant les oscillations de INSTvil autour de la valeur de référence INSTréf, on peut détecter des ratés. Lors des ratés, la différence d INSTvil/réf entre les valeurs de INSTvil au-dessus et en dessous de INSTréf est supérieure à un seuil d INSTvil/réf Réf = INSTréf x facteur f(N).

### Calcul de d INSTvil/réf

Instabilité minimale au dessus de la valeur de référence d'instabilité :

$$\text{INSTmin sup réf}(n) = \begin{cases} K * \text{INSTmin sup réf}(n-1) + (1-K) * \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) > \text{INSTréf} \text{ et } \text{INSTvil}(n) > \text{INSTmin sup réf}(n-1) \\ \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) > \text{INSTréf} \text{ et } \text{INSTvil}(n) \leq \text{INSTmin sup réf}(n-1) \\ \text{INSTmin sup réf}(n-1) & \text{si } \text{INSTvil}(n) \leq \text{INSTréf} \text{ ou masquage suite à détection de raté} \end{cases}$$

on impose  $\text{INSTmin sup réf}(n) = \text{Max} [\text{INSTmin sup réf}(n), \text{INSTréf}]$

Instabilité maximale en dessous de la valeur de référence d'instabilité :

$$\text{INSTmax inf réf}(n) = \begin{cases} \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) < \text{INSTréf} \text{ et } \text{INSTvil}(n) \geq \text{INSTmax inf réf}(n-1) \\ K * \text{INSTmax inf réf}(n-1) + (1-K) * \text{INSTvil}(n) & \text{si } \text{INSTvil}(n) < \text{INSTréf} \text{ et } \text{INSTvil}(n) < \text{INSTmax inf réf}(n-1) \text{ et } \text{INSTvil}(n) > 0 \\ \text{INSTmax inf réf}(n-1) & \text{si } \text{INSTvil}(n) \geq \text{INSTréf} \text{ ou } \text{INSTvil}(n) \leq 0 \text{ ou masquage suite à détection de raté} \end{cases}$$

on impose  $\text{INSTmaxi inf réf}(n) = \text{Min} [\text{INSTmaxi inf réf}(n), \text{INSTréf}]$

d INSTvil/réf(n) = INSTmin sup réf(n) – INST max inf réf(n).

## C - RECONNAISSANCE DES VALEURS NEGATIVES DE INSTvil

Sur une mauvaise route, les valeurs de INSTvil sont inférieures à celles que l'on obtient en cas de ratés d'allumage ou de fonctionnement normal.

Aussi, on présume que l'on roule sur une mauvaise route lorsque INSTvil est inférieure au seuil INSTvil réf N (valeur de référence négative d'instabilité).

$\text{INSTvil réf N} = (\text{Facteur f(N, RA)}) \text{ différent selon BVM, BVA lock-up ouvert, BVA lock-up fermé} \times \text{Facteur f(Vvéh) de sensibilité.}$

$\text{INSTvil réf N}(n) \text{ est limité au maximum à } \text{INSTvil réf N}(n-1) + \text{Marge calibrée.}$

## V - CONDITIONS D'ARRET DE LA DETECTION DE RATES

On désactive les fonctions Adaptation du temps de segment, détection des instabilités, calcul de l'écart d'instabilités, calcul de la marge, et gestion de la MIL dans les cas suivants :

- $|\text{grad } N_{\text{cycle filt}}| > \text{Seuil } f(N)$ ,
- $|\Delta RA| > \text{Seuil } f(RA)$ ,
- on est en phase démarrage,
- temps après fin de démarrage  $< 10\text{s}$ ,
- reconnaissance de mauvaise route (les vibrations des roues motrices peuvent se transmettre aux arbres de transmission et par là même au vilebrequin),
- "Action sur le couple en cours" = 1,
- temps de segment Tseg brut trop grand (ne peut tenir sur les 16 bits prévus),
- initialisation calculateur,
- initialisation de la synchronisation allumage,
- transition du flag AC-OUT  $0 \rightarrow 1$  ou  $1 \rightarrow 0$ ,
- coupure en décélération effective,
- transition du bit d'état du lock-up ouvert  $\rightarrow$  fermé ou fermé  $\rightarrow$  ouvert,
- débrayage ou réembrayage en cours ou passage d'un rapport en cours en BVA,
- $T_{\text{air}} < -20^\circ \text{C}$ ,
- défauts capteur de régime/position moteur, marque de référence MR, dent en plus, en trop ou en moins au niveau marque de référence,
- position papillon inconnue ou fausse.

On désactive les fonctions détection des instabilités, calcul de l'écart d'instabilités, calcul de la marge, et gestion de la MIL dans les cas suivants :

- $RA < \text{Seuil } f(N)$  différent selon BVM ou BVA,

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

- N < 400 tr/mn,
- N > 6200 tr/mn,
- 1 ou plusieurs injecteurs coupés (sauf dans le cas où la coupure provient d'une détection de ratés ou défaut étage de puissance),
- réservoir à carburant vide ou sur réserve,
- défaut étage de puissance purge canister (une vanne restant grande ouverte peut, en provoquant un fort enrichissement, entraîner des instabilités moteur).

**Remarque :** Quand ces conditions ne sont plus vraies, on attend 5s avant de réactiver les fonctions.

On désactive la fonction adaptation du temps de segment moteur en charge dans les cas suivants :

- $T^{\circ} \text{ eau} \leq \text{Seuil}$ ,
- seuils de défauts d'adaptation de richesse actuellement dépassés,
- purge canister avec forte charge,
- défaut étage de puissance purge canister,
- pas de synchronisation sur le signal de phase,
- "Il y a défaut de ratés" ("gros pollueur" ou "endommagement cata"),
- reconnaissance de ratés par mesure des instabilités, ou écart d'instabilités ou de la marge,
- certains injecteurs ne sont pas commandés (quelle que soit la raison).

On désactive la fonction adaptation du temps de segment moteur en décélération dans les cas suivants :

- transition du flag AC-OUT  $0 \rightarrow 1$  ou  $1 \rightarrow 0$ ,
- initialisation calculateur,
- initialisation de la synchronisation allumage,
- pas de coupure en décélération,
- pas de synchronisation sur le signal de phase,
- le temps de segment brut  $T_{\text{seg brut}}$  est trop grand (ne peut tenir sur les 16 bits prévus),
- mauvaise route reconnue,
- temps après fin de démarrage  $< 10\text{s}$ ,
- pas de défaut sur capteur de régime/position moteur, marque de référence MR, dent en plus ou en moins au niveau de MR,
- position papillon inconnue ou fausse,
- défaut étage de puissance purge canister,
- défaut sur étage de puissance des injecteurs.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## VI - ADAPTATION DU TEMPS DE SEGMENT

Elle permet de pallier à la diversité des couronnes 60-2 dents due aux tolérances de fabrication.

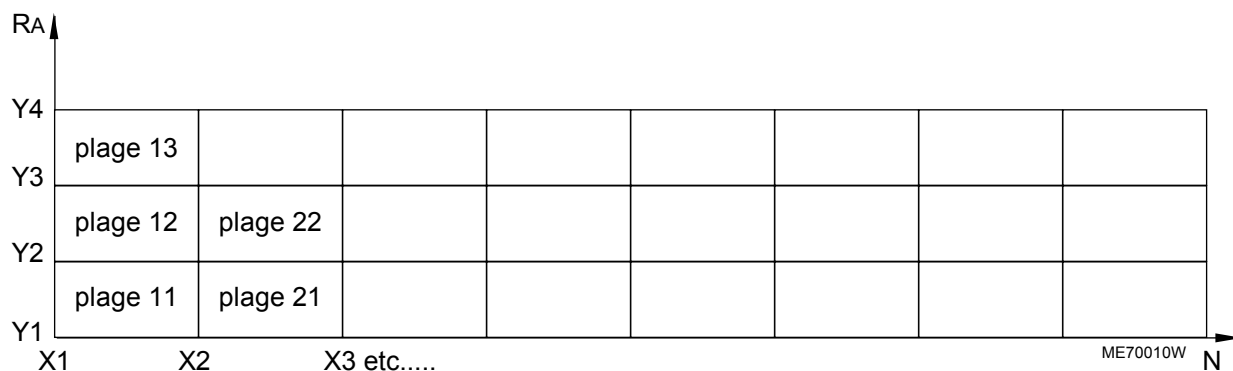
En effet, une dent taillée en butée de tolérance pourrait rendre la dimension d'un segment, et donc sa durée, très différente de celle des deux autres segments.

On détecterait alors, à tort, des ratés d'allumage.

L'adaptation se fait moteur "chargé" et moteur en décélération.

Le moteur est découpé en vingt-quatre plages d'apprentissage définies par le régime et la charge :

- 3 zones de charge → 4 seuils de RA,
- 8 zones de régime → 9 seuils de régime.



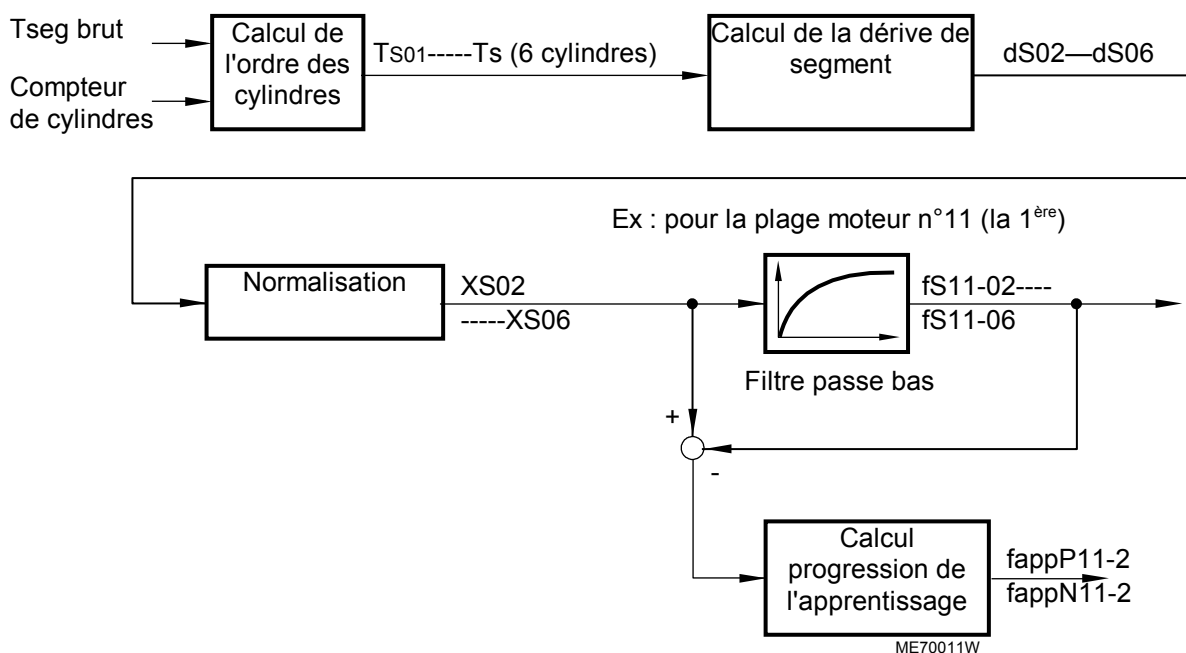
Un segment brut est corrigé de la façon suivante :

$$T_{\text{seg}}(n) = (1 + F_{\text{adapt seg}}(n)) * T_{\text{seg brut}}(n)$$



## A - PRINCIPE DE CALCUL

## 1 - Présentation



Le calcul de l'adaptation utilise un temps de segment de référence TS01 qui est la durée du segment correspondant au cylindre 1 en allumage. Ce segment est donc mesuré, mais ne peut jamais être adapté.

Dans chaque domaine de fonctionnement moteur on trouvera donc cinq valeurs d'adaptation (Nombre de segments pouvant être adaptés).

Les conditions de calcul de l'adaptation sont les suivantes :

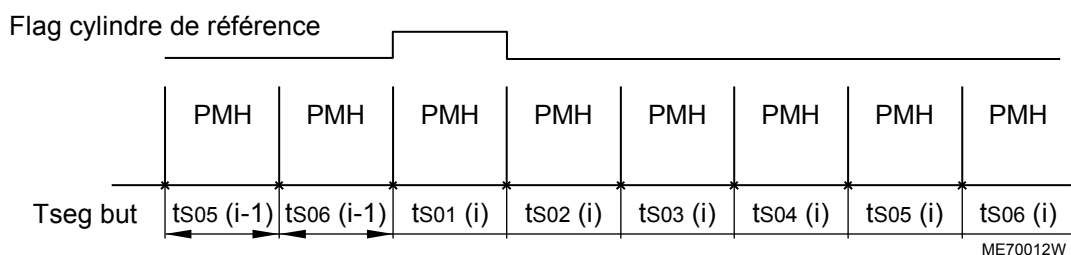
- $\frac{T_{\text{seg}}(n) - T_{\text{seg}}(n - 6)}{(T_{\text{seg}})^3} < \text{Seuil}$  et,
- pas de ratés reconnus et,
- pas de conditions de désactivation vraies et,
- le régime et la charge se situent dans une plage de fonctionnement pour l'adaptation en accélération. En décélération, il faut que seul le régime se situe sous un certain seuil pour que l'adaptation soit possible.

Enfin, lorsque toutes ces conditions sont remplies, il convient d'attendre que l'arbre à cames ait effectué 15 tours avant de lancer l'adaptation.

## 2 - Mesure des temps de segments

On mesure en continu la durée de chaque segment. Le compteur de cylindres permet de numéroté les temps de segments mesurés, et de pouvoir utiliser TS01 en tant que valeur de référence.

Cas du 6 cylindres :



## 3 - Calcul de la dérive du segment

Il s'effectue à chaque fois que l'arbre à cames a effectué 1 tour, donc tous les cycles moteur (2 tours vilebrequin).

La formule générale est :

dérive de segment = Segment de référence – valeur de segment mesuré + correction en dynamique.

Pour un 6 cylindres :

$$dS02(i) = tS01(i) - tS02(i) + \frac{\overset{\text{Correction dynamique}}{tS01(i+1) - tS01(i)}}{6} ; dS03(i) = tS01(i) - tS03(i) +$$

$$\frac{2 \times [tS01(i+1) - tS01(i)]}{6}$$

$$dS04(i) = tS01(i) - tS04(i) + \frac{3 \times [tS01(i+1) - tS01(i)]}{6} ; dS05(i) = tS01(i) - tS05(i) + \frac{4 \times [tS01(i+1) - tS01(i)]}{6}$$

$$dS05(i) = tS01(i) - tS05(i) + \frac{5 \times [tS01(i+1) - tS01(i)]}{6}$$

#### 4 - Normalisation

Exemple pour le segment n° 2 :

$$XS02(i) = \frac{dS02(i)}{tS02(i)} \rightarrow \text{valeur proportionnelle à l'angle.}$$

#### 5 - Filtrage de la dérive des segments (lié à une plage d'adaptation)

On filtre à l'aide d'un passe bas selon la formule suivante (exemple) :

$$fS1102(i) = fS1102(i-1) + K (XS02(i) - fS1102(i-1))$$

↗ Zone plage d'adaptation      ↖ N° de segment      ↗ 2 valeurs calibrées possibles selon la progression de l'apprentissage (K1 ou K2)

La valeur de sortie de filtrage (celle disponible à un moment donné, ou celle utilisée dans une autre plage) est désignée par Fadap seg xx cylindre(i). Le facteur d'adaptation Fadap seg(n) de correction du temps de segment est obtenu par interpolation, en fonction de N et de RA, de la valeur Fadap seg xx cylindre(i) concernée (N° de cylindre et plage de fonctionnement).

## 6 - Calcul de la progression d'apprentissage

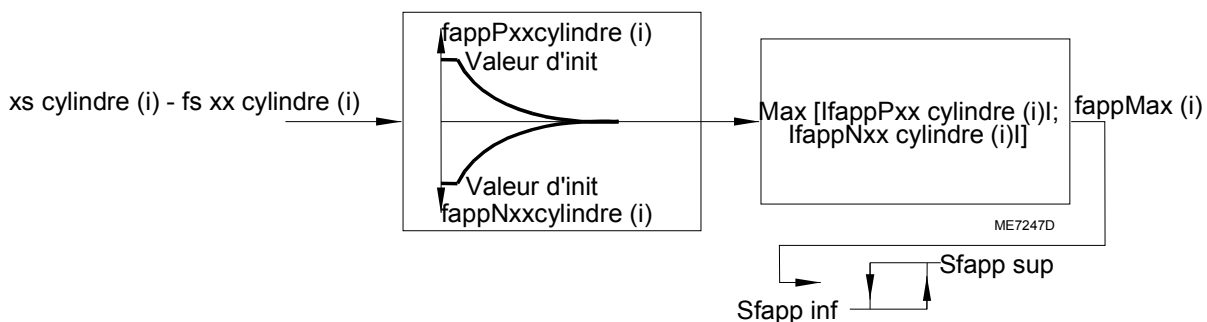
Cette grandeur permet de connaître l'état de l'apprentissage et a une influence sur la stratégie d'adaptation.

Pour chaque plage d'apprentissage et chaque segment, on filtre la grandeur d'entrée suivante : Dérive  $Xs \text{ cylindre}(i) - fs \text{ xx cylindre}(i)$ .

↑  
Plage  
concernée

La valeur d'initialisation est une valeur calibrée de signe positif ou négatif selon le signe de la grandeur d'entrée ; on obtient donc en sortie deux valeurs, l'une positive, l'autre négative (selon le signe de la dérive)  $fapp P \text{ xx cylindre}$  et  $fapp N \text{ xx cylindre}$ . L'analyse de la plus grande des deux valeurs absolues  $|fapp P|$  et  $|fapp N|$  permet de déterminer l'état de l'apprentissage, et aussi de choisir la valeur du coefficient de filtrage  $K$  de la dérive des segments (voir point 5).

Allure du filtrage :



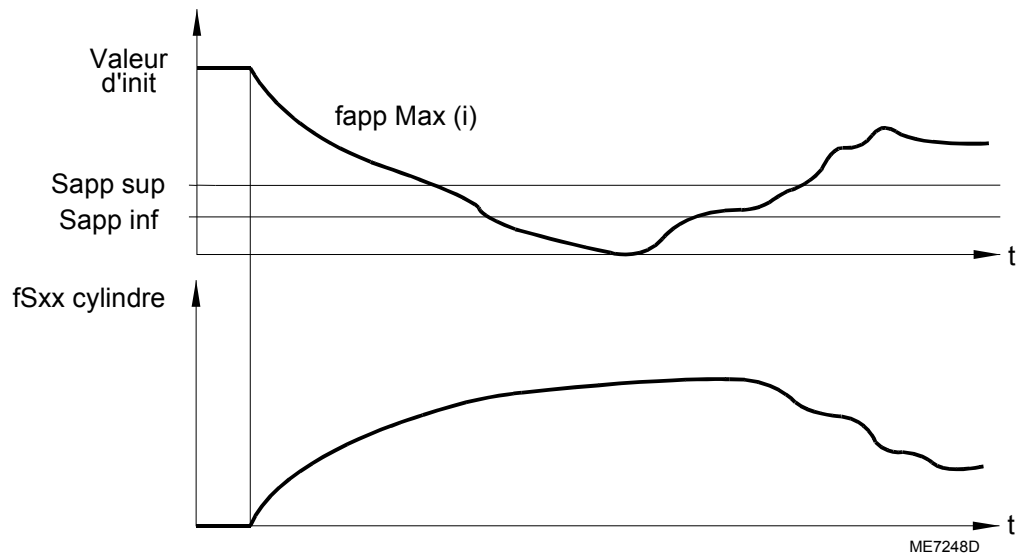
Forme du filtrage :

$$fapp P \text{ xx cylindre}(i) = (1 - K_3) * fapp P \text{ xx cylindre}(i-1) + K_3 * [Xs \text{ cylindre}(i) - fs \text{ xx cylindre}(i)]$$

$$fapp N \text{ xx cylindre}(i) = (1 - K_3) * fapp N \text{ xx cylindre}(i-1) + K_3 * [Xs \text{ cylindre}(i) - fs \text{ xx cylindre}(i)]$$

Interprétation :

Comparaison de  $f_{app} \text{Max}(i)$  à deux seuils : Seuil inférieur  $S_{app} \text{ inf}$  valeur calibrée unique et Seuil supérieur  $S_{app} \text{ sup}$  fonction du régime.



Si  $f_{app} \text{Max}(i)$  est au dessus de  $S_{app} \text{ sup}$   $f(N)$ , l'adaptation n'est pas prête, et utilisation de K1.

Si  $f_{app} \text{Max}(i)$  est en dessous de  $S_{app} \text{ inf}$ , l'adaptation est considérée stabilisée, et utilisation de K2.

Si ensuite  $f_{app} \text{Max}(i)$  repasse au dessus de  $S_{app} \text{ sup}$  à partir du bas alors,

→ Si la plage actuelle est "dominante" ou une "plage de décélération", l'ensemble de l'adaptation est reseté.

→ Dans toutes les autres plages, pour la plage actuelle dans laquelle on se trouve, on considère que l'adaptation est stable mais on arrête l'ensemble des filtrages.

## B - STRATEGIE D'ADAPTATION

Une cartographie donne un statut fixe à chaque plage d'adaptation.

Une plage peut être :

- de fonctionnement normal → on lance l'apprentissage de cette plage quand le moteur se trouve dedans,
- dominante → plage fréquemment balayée où les ratés doivent être impérativement reconnus. C'est dans cette plage que se produit la première adaptation,
- de décélération → plage automatiquement dominante,
- dominante dans une plage de régime,
- inhibée → pas d'influence sur le temps de segment mais l'adaptation est néanmoins calculée,
- de guérison → suite à des ratés d'allumage, on stoppe l'adaptation.

Elle sera de nouveau active si on pénètre dans une plage de guérison, et qu'aucun raté ne se produit dans cette plage, alors qu'on reste dedans pendant au moins 100 tours d'AAC.

L'adaptation comporte trois phases :

- 1ère phase :

On apprend dès que l'on pénètre dans une plage "dominante" ou de décélération. Lorsque l'adaptation est considérée stabilisée (fapp Max atteint Sapp inf) sa valeur est appliquée à toutes les autres plages, quel que soit leur statut. Par la suite, si on reste dans cette plage dominante et que fapp Max continue d'évoluer au delà de Sapp inf, cela n'aura pas d'influence sur la valeur d'adaptation des autres plages.

- 2ème phase :

On apprend dès que l'on pénètre dans la plage "dominante" d'une plage de régime ; quand l'adaptation est stabilisée, sa valeur est appliquée à toutes les plages appartenant à cette plage de régime.

L'adaptation peut néanmoins continuer dans la plage dominante de régime.

- 3ème phase :

Dès que l'on pénètre dans une plage, dominante ou non, on lance l'apprentissage jusqu'à ce qu'il y ait stabilisation. On applique alors la valeur de sortie du filtre pour le calcul du temps de segment, mais seulement dans cette plage. Par ailleurs, on met f app Max.

**Remarque :** Ces trois phases doivent se dérouler dans cet ordre ; la 2ème ne peut se faire que si la 1ère est terminée. De même, la 1ère et

ensuite la 2ème doivent être achevées pour que la 3ème puisse s'effectuer.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

**Adaptation de la sensibilité de reconnaissance des ratés :**

Le seuil de référence d'instabilité INSTvil réf est calculé en tenant compte de l'état d'adaptation de la plage (N, RA) d'adaptation dans laquelle on se trouve.

Le statut comprend quatre états possibles :

- aucune adaptation effectuée depuis le démarrage du moteur,
- 1ère phase d'adaptation effectuée,
- 2ème phase d'adaptation effectuée seule ou 3ème phase d'adaptation également effectuée,
- les trois phases sont effectuées et toutes les valeurs d'adaptation dans la plage de régime concernée sont plausibles.

Le test de plausibilité consiste à regarder, pour une même plage de régime, la valeur de Fadapt xx cylindre la plus grande entre les trois zones de charge, la valeur de Fadapt xx cylindre la plus petite entre les trois zones de charge, et de calculer l'écart entre la valeur Max et la valeur Mini. Cet écart d'adaptation est très faible si les durées de segments diffèrent seulement à cause de la roue dentée. Dans le cas de ratés d'allumage, l'écart est grand entre deux plages de charge.



<b>FICHE N° 21</b>	<b>Diagnostic Papillon motorisé</b>	<b>CLASSE 37</b>
--------------------	-------------------------------------	------------------

CODES DEFAULTS							
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE	
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	E1	CLM1 B3
						E2	CLM1 B4
P1540	P1539	P1541	P1538	Codification défaut		+5V	CLM1 C4
						0V	CLM1 C3
-	-	-	-	Codification SCANTOOL		+M	CLM1 M3
						-M	CLM1 L4

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
---------------------	------------------------------------

Régulation position papillon > 80% pendant un temps  $t > 0,6s$  → coupure réversible du carburant.  
 Régulation position papillon > 80% pendant un temps  $t > 5s$  → coupure étage de puissance papillon.  
 Retour position papillon par ressort de rappel pas assez rapide } Voir fonction annexe pilotage du  
 Ouverture papillon ne se fait plus par ouverture du ressort } papillon motorisé

Min.
------

Régulation position papillon < 80% pendant un temps  $t > 0,6s$  → idem  
 Régulation position papillon < 80% pendant un temps  $t > 5s$  → idem

Sign.
-------

Plausibilité
--------------

Dérive entre la valeur de consigne et la valeur réelle > Seuil  $f(\Delta \text{ cons } \alpha \text{ pap})$   
 Etage de puissance déconnecté.  
 $0,17V > \text{tension potentiomètre 1} > 4,61V$   
 $0,15V > \text{tension potentiomètre 2} > 4,9V$   
 Synchronisation des deux potentiomètres (voir pages jointes).

**2. MODE SECOURS**

Choix du potentiomètre intact.  
 Prise en compte de la pression et de la température.

**3. EFFET CLIENT**

Si ignorance angle papillon, coupure carburant (les deux potentiomètres sont en défaut)

## DIAGNOSTIC DU PAPILLON MOTORISÉ

**1 - Les différents tests effectués sur le boîtier papillon motorisé**

## a - Fonction traitement des signaux potentiomètre

- Vérification que US pap 1 ne dépasse pas des butées mini et maxi.
- Vérification que US pap 2 ne dépasse pas des butées mini et maxi.
- Vérification du synchronisme entre les deux signaux.
- Si synchronisme défectueux, recherche du signal en défaut.

## b - Fonction apprentissage des grandeurs liées au papillon motorisé

- Test des ressorts.
- Test du ressort en ouverture.
- Test de validité de la position limphome.
- Vérification que l'ajustement de l'amplificateur de USpap1 s'est déroulé correctement.
- Vérification que l'apprentissage de la butée basse ne présente pas d'anomalies.

## c - Fonction pilotage du papillon

- Réaction personnelle de l'étage de puissance (coupure pilotage) suite à problèmes de température ou de tension batterie.
- Contrôle qu'il n'y a pas de dérive entre la position de consigne papillon et sa position réelle.
- Vérification que le régulateur de position ne se trouve pas sur ses butées.

**2 - Les causes de coupure du pilotage du papillon motorisé (Mode limphome)**

- Cause normale afin de soulager la batterie si  $N = 0$  ou  $\alpha$  pédal norm = 0.
- Tension batterie en dehors de limites calibrées.
- Les deux potentiomètres sont en défaut ou suite à un défaut de synchronisme, on ne peut pas déterminer quel est le potentiomètre en bon état ou l'apprentissage de la butée basse a été interrompu lors de la 1ère mise en service du CMM.

La conséquence est un ordre de coupure irréversible du carburant entraînant elle-même une coupure du pilotage du papillon motorisé.

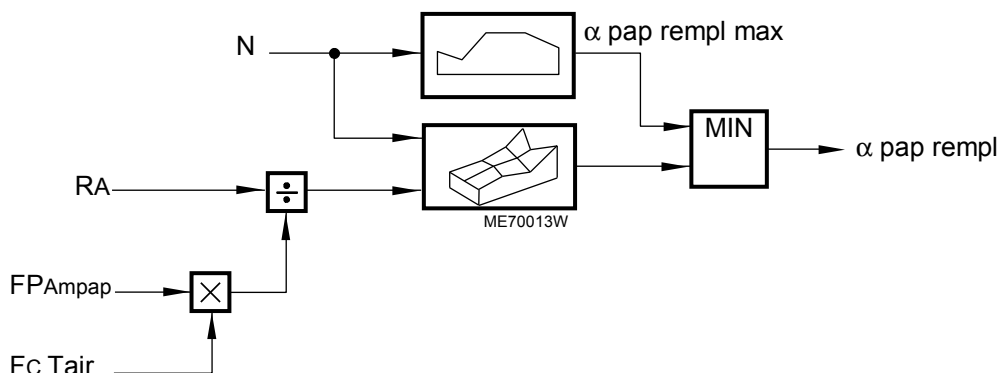
**Remarque :** Si on sait que le capteur de pression est en défaut, on ne peut plus, en cas de défaut de synchronisme, déterminer lequel des deux potentiomètres est en défaut. On les déclare donc tous les deux en défaut.

- Problème détecté dans la fonction "Concept de surveillance du système à papillon motorisé".
- Test des ressorts ou test du ressort en ouverture s'est révélé négatif.
- Trop grande dérive entre la consigne de position papillon demandée et la position réelle mesurée.
- Le régulateur de position reste trop longtemps sur ses butées mini-maxi.

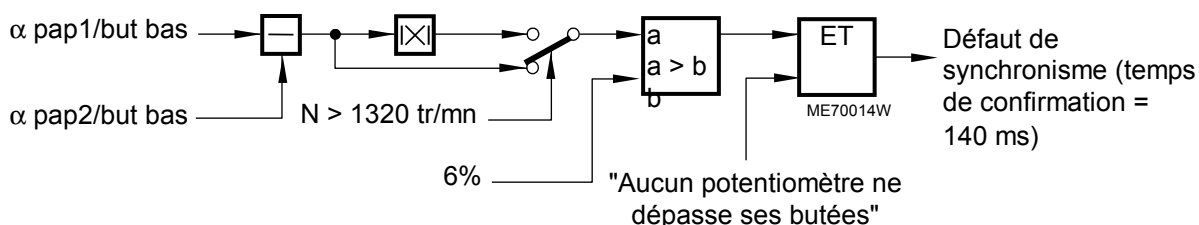
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

### 3 - Test de synchronisme des potentiomètres papillon

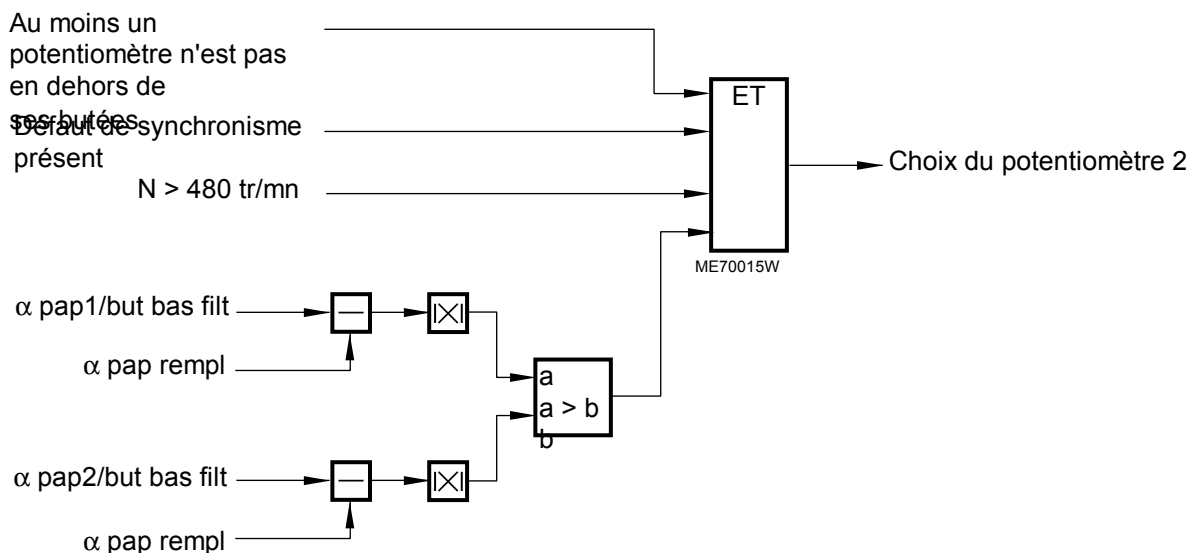
#### a - Calcul de l'angle papillon de remplacement



#### b - Détection du défaut de synchronisme



#### c - Choix du potentiomètre en cas de défaut de synchronisme

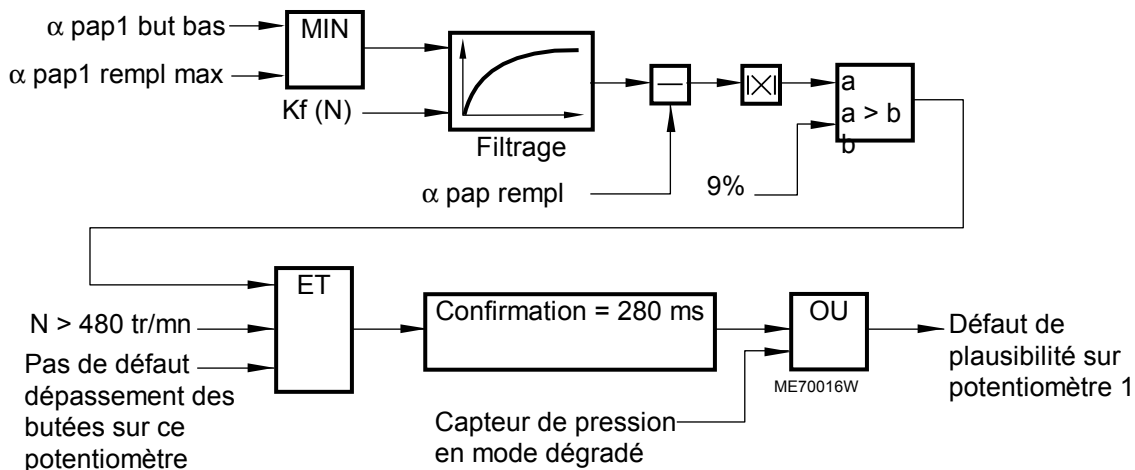


Pour  $N > 480$  tr/mn, on enclenche une temporisation de 360 ms, au bout de laquelle, en fonction du choix du potentiomètre à utiliser, on déclare quel potentiomètre présente une non plausibilité.

#### 4- Surveillance du potentiomètre restant valide

Quand un potentiomètre est en dehors de ses butées, ou qu'il a été "écarté" suite à la détection d'un défaut de synchronisme, on utilise l'autre potentiomètre. Celui-ci étant le seul valide, il convient de le contrôler en plausibilité, à l'aide de la valeur d'angle de remplacement. Néanmoins, comme pour le contrôle de plausibilité, on utilise la valeur filtrée de l'angle papillon valide, afin d'être plus proche du comportement dynamique du collecteur.

##### Exemple pour le potentiomètre 1



FICHE N° 22	Diagnostic système d'alimentation en carburant	CLASSE 31
-------------	--	-----------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	
P1188 P0172	P1187 P0171	- -	- P0170	Codifi. défaut banc 1 partie additiv Codifi. défaut banc 1 partie multipl		
P1191 P0175	P1190 P0174	- -	- P0173	Codifi. défaut banc 2 partie additiv Codifi. défaut banc 2 partie multipl		
P0170	P0173	- -	P0170 P0173	Codification SCANTOOL banc 1 Codification SCANTOOL banc 2		

### 1. DETECTION Conditions : Voir page jointe

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection	Calibrations
<b>Mode de détection</b> : Lorsque la valeur d'au moins un des domaines de l'adaptation de régulation de richesse (multiplicative ou additive) est supérieure à son seuil on détecte une erreur max. <b>Type de panne</b> : Régulateur de pression d'essence défaillant, pompe à essence défaillante, fuite dans le système d'alimentation de carburant, fuite d'air à l'admission.		Erreurs additives : Ada RC add tps diag max = 8,5% Ada RC add synchro diag max = 8,5% Erreurs multiplicatives : Fada mul d haut diag max = 1,23 Fada mul d bas diag max = 1,23
Min.	<b>Mode de détection</b> : Lorsque la valeur d'au moins un des domaines de l'adaptation de régulation de richesse (multiplicative ou additive) est inférieure à son seuil on détecte une erreur min. <b>Type de panne</b> : Régulateur de pression d'essence défaillant, pompe à essence défaillante.	Erreurs additives : Ada RC add tps diag min = - 8,5% Ada RC add synchro diag min = - 8,5% Erreurs multiplicatives : Fada mul d haut diag min = 0,77 Fada mul d bas diag min = 0,77
Sign.		
Plausibilité	Facteur de régulation – Uniquement en test fin de chaîne. $ FR\lambda \text{ moy} - FR\lambda \text{ moy filtré}  < 0,03$ pendant une durée $> 15s$ et $FR\lambda \text{ moy filtré} > 1,23$ ou $< 0,76$ (Test court). $ FR\lambda \text{ moy} - FR\lambda \text{ moy filtré}  \geq 0,03$ pendant plus de 50s.	

### 2. MODE SECOURS

### 3. EFFET CLIENT

Fonctionnement moteur non satisfaisant

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

A coup, agrément de conduite dégradé, augmentation des polluants, trous à l'accélération
--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

## AUTORISATIONS DE TEST

La condition de test du système d'alimentation en carburant est utilisée pour :

- lancer les cycles de test,
- autoriser les phases de purge canister longues,
- permettre d'autres fonctions de diagnostic.

La condition de test est établie si le terme d'adaptation Fada mul d bas est "stable" puis, que le terme Ada Rc add synchro l'est à son tour :

- le terme d'adaptation Fada mul d bas est appliqué et,
- il ne sort pas des limites réduites de l'intégrateur (cas de fortes charges canister) et,
- le test est autorisé malgré un réservoir vide et,
- l'adaptation de la régulation de richesse est autorisée  $\Rightarrow$  alors, au delà de 10s, si la variation de Fada mul d bas est  $\leq 0,03$ , on considère que l'adaptation multiplicative du domaine bas est "stable".

On peut vérifier que les conditions suivantes sont réunies :

- le terme d'adaptation Ada RC add synchro est appliqué et,
- il ne dépasse pas les limites réduites de l'intégrateur (cas de fortes charges canister) et,
- le test est autorisé malgré un réservoir vide et,
- l'adaptation de la régulation de richesse est autorisée  $\Rightarrow$  alors, au delà de 6s, si la variation de Ada RC add synchro est  $\leq 0,6$  on considère que l'adaptation additive en synchro est "stable", ainsi que, globalement, l'adaptation de régulation de richesse.

### Cas particulier réservoir vide :

- le flag "réservoir vide" est à 1 et,
- les seuils de défaut d'adaptation sont dépassés  $\Rightarrow$  alors, quand la valeur d'intégration de QA dépasse un certain seuil, on met à 1 un flag permettant de ne pas tenir compte de ces soit-disants défauts d'adaptation.

<b>FICHE N° 23</b>	<b>Diagnostic sortie de la surveillance du micro principal</b>	<b>CLASSE 36 (RAM/ROM) CLASSE 30 (Reset micro)</b>
--------------------	--	--

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
-	-	-	P0601 P0604 P0605	Codification défaut reset micro codif. Défaut mémoire RAM codif. Défaut mémoire ROM		
-	-	-	-	Codification SCANTOOL		

1. DETECTION	
Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
Min.	
Sign.	
Plausibilité	P0601 reset du micro P0604 erreur de mémoire Ram P0605 erreur de mémoire Rom <b>Mode de détection</b> : Tests de la Ram et de la Rom en surveillant les resets Ram Rom.

2. MODE SECOURS

3. EFFET CLIENT
Risque de problème calculateur (Resets).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE



<b>FICHE N° 24</b>	<b>Diagnostic commandes GMV1 et GMV2</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS							
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE	
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	S1	CLC J4
-	-	- P1519	-	Codification défaut GMV 1 Codification défaut GMV 2		S2 Ed	CLC K CLC F2
-	-	-	-	Codification SCANTOOL			

**1. DETECTION**

Type erreur  
Max.

Type de panne et mode de détection

Min.

Sign.

Si GMV1 en marche depuis un temps = 15s et signal état GMV (diag.) = 0 (pas de tension au(x) GMV)

Plausibilité

**2. MODE SECOURS**

Dès qu'il y a défaut GMV ou des étages de puissance : allumage du voyant tableau de bord "alerte température eau moteur" sur dépassement seuil alerte 118° forçage grande vitesse GMV, coupure du compresseur de clim.

**3. EFFET CLIENT**

GMV en grande vitesse.  
Plus de climatisation.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 25</b>	<b>Capteur de régime</b>	<b>CLASSE 32</b>
--------------------	--------------------------	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	E CLM1 E2
P0338	P0337	P0335	P0336	Codification défaut		M CLM1 E3
P0335				Codification SCANTOOL		

### 1. DETECTION (Attention : pas de diag si N filtré < Consigne de ralenti véhicule roulant)

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection MT. Correction fréquente d'une dent en trop.  A chaque correction de la marque de référence en cas de dent en trop (MR avec une dent de retard) un accumulateur de valeur d'init = 10 s'incrémente de 25.  Lorsque sa valeur de sortie > 200, il y a défaut "correction fréquente d'une dent en plus".
Min.	MT. Correction fréquente d'une dent en moins.  A chaque correction de MR en cas de dent en moins (MR avec une dent d'avance) un accumulateur de valeur d'init = 10 s'incrémente de 25. Lorsque sa valeur de sortie > 200, il y a défaut "Correction fréquente d'une dent en moins".
Sign.	1. Pas de signal capteur régime (débranchement capteur) au démarrage. 2. Pas de marque de référence trouvée au démarrage.  1. Condition : absence totale de signal dents alors que plusieurs variations de flanc du signal de phase se produisent, soit : cp ph ou cp ph2 > 20 et n mot = 0 tr/mn durant l'action sur le démarreur, ou cp ph (2) est un compteur de détection du signal de phase. 2. Condition : 6 non détections de la marque de référence (dent longue) à l'intérieur d'une plage angulaire supérieure à 720° V. Guérison : suite à l'initialisation ou effacement mémoire défaut ou marque de référence correctement reconnue.
Plausibilité	Perte de la marque de référence au moment où on s'attend à la voir.  A chaque perte de MR, un accumulateur de valeur d'init = 1100 s'incrémente de 300. Lorsque sa valeur de sortie > (1400 – 300), il y a défaut "MR perdue au moment où on s'attend à la voir". Quand la valeur de sortie atteint 1400 alors on demande le mode de secours limphome.

### 2. MODE SECOURS

Si pas de signal régime : passage en fonctionnement limphome du capteur régime (utilisation du signal de phase pour estimer le régime moteur) de façon à permettre au véhicule d'aller jusqu'au prochain garage. Idem en cas de perte de MR moteur tournant.

### 3. EFFET CLIENT

Non démarrage du moteur

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

### Mode limphone du capteur de régime

- Il n'est disponible que par l'utilisation d'une cible de démarrage rapide.
- Par détection des flancs positifs et négatifs du signal de phase, il est possible de calculer la durée de chaque segment de la cible (entre deux flancs), et de reconnaître les segments longs et courts. L'ordre d'une série de quatre segments permet de connaître la position momentanée du moteur dans son cycle (court-long-long-court ou long-court-court-long).

Cette information est utilisée dans la fonction d'adaptation angulaire du calage AAC.

- Le calculateur mesure le temps écoulé entre deux flancs de phase négatifs, afin de connaître la durée d'un "segment de phase". Il peut alors calculer la moyenne sur les trois derniers segments.

$$\text{Moy Tseg ph}(k) = \frac{1 \times \text{Tseg ph}(k-2) + 2 \times \text{Tseg ph}(k-1) + 3 \times \text{Tseg ph}(k)}{(1 + 2 + 3)}$$

- Cette moyenne permet alors de calculer la dynamique régime :

$$dTseg ph(k) = \text{Moy Tseg ph}(k) * \left( \frac{\text{Moy Tseg ph}(k)}{\text{Moy Tseg ph}(k-1)} - 1 \right) ; \text{ il s'agit d'une dérivée.}$$

- La durée d'une dent est donnée par la formule suivante :

$$\frac{[\text{Tseg ph} + (dTseg ph * \text{facteur de pondération})] * 6^\circ}{180^\circ + \text{valeur de correction d'adaptation AAC}}$$

- En connaissant la position du moteur et en allant chercher en mémoire l'angle  $\alpha$  AAC-vil issu de la fonction d'adaptation de l'AAC, le calculateur peut déterminer en nombre dents la position des deux dents manquantes.
- Avec tous ces signaux ou valeurs reconstitué(es), le calculateur peut alors se repérer et effectuer toutes les opérations. Mais il ne s'agit que d'une fonction de secours pour rallier l'atelier de réparation le plus proche.

FICHE N° 26	Capteur de phase	CLASSE 32
-------------	------------------	-----------

CODES DEFAULTS							
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE	
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	E1	CLM1 C1
						E2	CLM1 C2
P0343	P0342	-	P0341	Codification défaut capt phase 1		+5V	CLM1 B2
P1325	P1324		P1323	Codification défaut capt phase 2		M	CLM1 B1
P0340		-	P0341	Codification SCANTOOL capteur 1			
P1322			P1323	Codification SCANTOOL capteur 2			

### 1. DETECTION

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection MT. CC à Ubatt, CO/E, défaillance capteur ou câblage	
<b>Condition</b> : Si le signal de phase reste au niveau haut (pas d'alternance niveau bas et de flanc de phase détecté).		Acquisition du signal de phase en tâche synchro.  Un filtrage des défauts est réalisé avant leur confirmation, à l'aide d'un compte à rebours depuis 12 jusqu'à 0.
Min.	MT. CC à masse, CO/E, défaillance capteur ou câblage	
<b>Condition</b> : Si le signal de phase reste au niveau bas (pas d'alternance niveau haut et pas de flanc de phase détecté).		Idem
Sign.	MT. Faux contact	
<b>Condition</b> : Si le signal de phase ne présente pas d'alternance niveaux haut-bas.		Idem
Plausibilité	MT. CO/E, mauvais montage du capteur	
<b>Condition</b> : Si le signal de phase reste au niveau haut ou au niveau bas (sans alternances bas-haut) et que des flancs de phase sont détectés.		Idem

### 2. MODE SECOURS

En cas de panne du capteur de phase n° 1 (banc avant), il y a alors commutation sur le signal du capteur n° 2 (banc arrière). Si le capteur n° 2 est lui aussi défectueux, le compteur de cylindre est initialisé à partir de la position moteur virtuelle acquise lors de l'arrêt moteur (si elle est correcte).

### 3. EFFET CLIENT

Si défaut sur un capteur seulement : RAS. Si défauts sur les 2 capteurs : risques de non redépart.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

Léger surplus de polluant.

<b>FICHE N° 27</b>	<b>Entrées feux stop et stop redondant</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	EfreinCLC H4 et H3
-	-	-	P1518	Codification défaut		Eredondant CLC M1
-				Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
Min.	
Sign.	
Plausibilité	+ APC. Dérèglages contacteurs / CC+ ou CO (débranché)
Info feux stop et info redondant frein ne sont pas cohérentes pendant un temps = 2s et 10 fois consécutives.	
Nota : Le compteur est réinitialisé à 0 dès que les infos freins redeviennent cohérentes.	

**2. MODE SECOURS**

Sans
------

**3. EFFET CLIENT**

Fonction RVV désactivée.
--------------------------

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 28</b>	<b>Codage variante (télécodage)</b>	<b>CLASSE 36</b>
--------------------	-------------------------------------	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
-	-	-	P1613	Codification défaut		
-				Codification SCANTOOL		

1. DETECTION	
Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
Min.	
Sign.	
Plausibilité	
Le télécodage n'a pas été effectué ou n'a pas été réalisé avec succès.	

2. MODE SECOURS
Sans

3. EFFET CLIENT
Régime limité à 3000 tr/mn

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE



<b>FICHE N° 29</b>	<b>ADC : Retour à la valeur par défaut</b>	<b>CLASSE 38</b>
--------------------	--	------------------

<b>CODES DEFAULTS</b>						
<b>TYPE D'ERREUR</b>				<b>MIL</b>	<b>MODE SECOURS</b>	<b>BORNAGE</b>
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	E/S CLC H4
-	-	-	P1615	Codification défaut		E/S CLC H3
-				Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
Min.	
Sign.	
Plausibilité	
Ce code défaut signale que le calculateur a remis le code ADC à la valeur neutre ADC0 suite à la détection d'une anomalie dans le contenu de la mémoire EEPROM.	

**2. MODE SECOURS**

Sans
------

**3. EFFET CLIENT**

Fonction ADC placée en mode neutre, le véhicule n'est plus protégé. L'opération d'apprentissage du code ADC est à refaire.
---

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

FICHE N° 30	Surveillance communication réseau CAN défaillance CMM	CLASSE 30
-------------	---	-----------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
-	-	-	U1000	Codification défaut CMM muet		
-				Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
Min.	
Sign.	
Plausibilité	MT.
<b>Condition</b> : Ce diagnostic est actif dès le que régime > 320 tr/mn depuis au moins 0,4s. U1000 calculateur contrôle moteur (CMM) muet : Code mémorisé dès que le CMM constate qu'il n'y a plus d'acheminement des trames vers le réseau.	

**2. MODE SECOURS**

Sans
------

**3. EFFET CLIENT**

Perte de nombreuses fonctionnalités dégradant les prestations du véhicule. (plus d'affichages compte-tour, ni température eau au combiné, plus de fonction avec la BVA, ni avec ABS/CDS, fonction clim. dégradée, ...etc.).
--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

<b>FICHE N° 31</b>	<b>Surveillance communication réseau CAN défaillance CMM ou réseau</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
-	-	-	U1003	Codification défaut Réseau BUS/OFF		E/S CLC H4
-				Codification SCANTOOL		E/S CLC H3

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection
-------------	------------------------------------

Max.

Min.

Sign.

Plausibilité	MT.
--------------	-----

**Condition** : Ce diagnostic est actif dès que le régime > 320 tr/mn depuis au moins 0,4s.

U1003 Réseau Bus off :

Code mémorisé dès lors que le bus CAN n'est plus disponible soit par surcharge réseau, soit par court-circuit ou coupure ligne.

**2. MODE SECOURS**

Sans

**3. EFFET CLIENT**

Perte de nombreuses fonctionnalités dégradant les prestations du véhicule.

(plus d'affichage compte-tour, ni température eau au combiné, plus de fonction avec la BVA, ni avec ABS/CDS, fonction clim. dégradée, ...etc.).

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

FICHE N° 32	Surveillance communication réseau CAN hôtes absents	CLASSE 30
-------------	---	-----------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
-	-	-	U1118	Codification défaut BSI		
			U1109	Codification défaut BVA		
			U1113	Codification défaut ABS/CDS		
-				Codification SCANTOOL		

1. DETECTION	
Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
Min.	
Sign.	
Plausibilité	<p><b>Condition :</b> Ce diagnostic est actif dès le régime &gt; 320 tr/mn depuis au moins 0,4s.</p> <p>Le code de l'hôte surveillé est mémorisé dès lors que le CMM ne réceptionne plus de trames de cet hôte.</p> <p>U1109 hôte BVA (trame 349)</p> <p>U1113 hôte ABS/CDS (trame 34D)</p> <p>U1118 hôte BSI (trame 412)</p>

2. MODE SECOURS
Un mode de secours est défini pour certaines fonctions et est spécifique à ces fonctions (se reporter aux fiches diagnostic correspondantes).

3. EFFET CLIENT
Spécifiques aux fonctions (non décrit ici).

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## Principe du diagnostic CAN

L'ECM vérifie :

- qu'il est capable d'émettre → pour cela, il utilise la trame 488 appelée "message superviseur-Emetteur". Le résultat du test sera :
  - ME7.4 peut envoyer (Non muet),
  - ME7.4 ne peut pas envoyer (Muet),
  - Erreur d'émission confirmée (Muet confirmé).
- qu'il reçoit bien des trames en provenance des boîtiers auxquels il est relié (9 au maximum) → pour cela, il utilise les trames :
  - 412 pour le BSI (calculateur 0),
  - 489 pour la BVA (calculateur 1),
  - 34D pour l'ABS/ASR/CDS (calculateur 2),
  - 349 pour la BVA,
  - 38D = trame vitesse ABS
  - 389 = trame vitesse BVA

Ces deux trames sont surveillées mais ne conduisent pas à un enregistrement de défaut appelées "messages superviseurs – Récepteurs". Le résultat du test sera :

  - . station observée émet des envois (hôte présent),
  - . station observée n'émet pas d'envois (hôte absent),
  - . erreur d'émission confirmée de la station observée (hôte absent confirmé).
- l'état du bus. Le résultat du test sera :
  - Bus ON,
  - Bus OFF,
  - Bus OFF confirmé.

A chaque trame "Superviseur" sont dédiés six octets dont le contenu est le suivant :

- Octet 0 : Statut (Exemple : Station observée n'émet pas d'envois),
- Octet 1 : Valeur limite calibrée. Si le compteur d'erreurs actuel (octet 4) dépasse cette valeur (octet 1), le compteur d'erreurs absolu (octet 5) est incrémenté de la valeur de l'octet 2.
- Octet 2 : Valeur d'incrément pour le compteur d'erreurs absolu (octet 5).
- Octet 3 : Valeur de décrémentation pour le compteur d'erreurs absolu (octet 5).
- Octet 4 : Compteur d'erreurs actuel. Ce compteur d'erreurs est effacé après la première communication correcte.
- Octet 5 : Compteur d'erreurs absolu. Ce compteur est incrémenté de la valeur de l'octet 2 lorsque l'octet 4 est supérieur à l'octet 1. Il est décrétementé de la valeur de l'octet 3 en l'absence d'erreur de communication.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

Dès que l'octet 4 s'incrémente, le statut passe de :

- ME7.4 peut envoyer à ME7.4 ne peut pas envoyer pour l'émission,
- station observée émet des envois à station observée n'émet pas d'envois pour la réception.

Dès que l'octet 5 atteint 255, le statut passe à :

- erreur d'émission confirmée pour l'émission,
- erreur d'émission confirmée de la station observée pour la réception.

Dès que l'octet 5 revient à 0, on passe de :

- erreur d'émission confirmée ou ME7.4 ne peut envoyer à ME7.4 peut envoyer pour l'émission,
- erreur d'émission confirmée de la station observée ou,
- station observée n'émet pas d'envois à station observée émet des envois pour la réception.

Pour le diagnostic du bus on dispose de quatre octets :

- compteur Bus off,
- valeur de décrémentation,
- valeur d'incrémentation,
- statut bus.

Quand le compteur Bus off atteint 255, le défaut Bus off est confirmé.

Les défauts "Erreur d'émission confirmée", "Erreur d'émission confirmée de la station observée" et "Bus off confirmé" sont immédiatement "confirmés mémorisés" en EEPROM (un compteur d'erreur spécifique est positionné à une valeur maxi calibrée).

Si on a "ME7.4 peut envoyer" ou "Station observée émet des envois", le compteur d'erreurs correspondant est décrémenté une fois par cycle de roulage ; arrivé à zéro le défaut sera déclaré provisoirement résorbé en EEPROM.

Le principe est le même pour le message "BUS ON" mais son compteur d'erreur ne sera décrémenté à chaque cycle de roulage que si on a en plus "EDC peut envoyer" ou "Station observée émet des envois".

<b>FICHE N° 33</b>	<b>Diagnostic de la surveillance de fonction (interne calculateur moteur)</b>	<b>CLASSE 37</b>
--------------------	---	------------------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Non	
-	-	-	P1632	Codification défaut		
-			P1632	Codification SCANTOOL		
P1632						

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection
Min.	
Sign.	
Plausibilité	
Le code défaut P1632 est mémorisé lorsque le CMM a détecté une anomalie de fonctionnement du diagnostic interne de base (concept de surveillance).	

**2. MODE SECOURS**

Aucun

**3. EFFET CLIENT**

Passage en mode limphome et coupure irréversible du carburant si nécessaire.
--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**





**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

## CONCEPT DE SURVEILLANCE DU SYSTEME EGAS

### I - LES CONTROLES

#### A - CONTRÔLE DE L'AVANCE

Soit ComplAV = Complément à 1 de l'avance appliquée AV  $\Rightarrow$  ComplAV = 1 +  $-(AV)$ .

Le complément à 1 de l'avance mémorisé doit bien être celui de l'avance à appliquer qui vient d'être calculée. Ce n'est pas le cas pendant de 24s  $\rightarrow$  Coupure irréversible de carburant demandée.

#### B - CONTRÔLE DE LA RVV

La commande SET+ est actionnée et,

Le frein n'est pas actionné et,

Vvéh > 25 km/h

$\rightarrow$  on accepte le fait qu'une commande d'accélération par la RVV est demandée.

Si CRVV > Cpédale alors CRVV surveillance = CMI conduct.

#### C - CONTRÔLE DE LA CONSIGNE PEDALE

- Le calculateur exploite les deux sigaux du capteur pédale en sortie du convertisseur A/N. La valeur absolue de l'écart entre ces deux grandeurs ne doit pas excéder une valeur calibrée différente selon que l'on est en dessous ou au dessus de la pleine charge.
- Le signal n°2 en sortie du convertisseur A/N ne doit pas excéder un seuil maxi admissible.

Si un de ces défauts est présent pendant plus de 400s  $\rightarrow$  Coupure irréversible du carburant demandée.

## D - CONTRÔLE DU SIGNAL DE CHARGE

- On compare RA calculé dans la fonction détection de charge avec un RA de surveillance calculé par une cartographie (N, signal potentiomètre 1 en sortie convertisseur A/N ), retardé et filtré.

Si RA surveillance modélisé > (RA x pente) + offset et N > 1200 tr/mn → Coupure irréversible du carburant demandée.

- Pas de défaut sur capteur de pression ou le signal 2 du potentiomètre papillon motorisé n'est pas utilisé et USpap1 > 0,85V en butée inférieure.

OU

- Défaut sur capteur de pression ou signal 2 du potentiomètre papillon motorisé utilisé et Uspap2 < 4,16V en butée inférieure → Coupure irréversible du carburant demandée.

- On compare les deux formes du RA issu de la fonction détection de la charge : RA en 8 bits et RA en 32 (mot). Si RA 32 bits converti en 8 bits est ≠ RA 8 bits ⇒ Coupure irréversible du carburant demandée.

Temps de confirmation défaut = 320s.

## E - CONTRÔLE DU REGIME MOTEUR

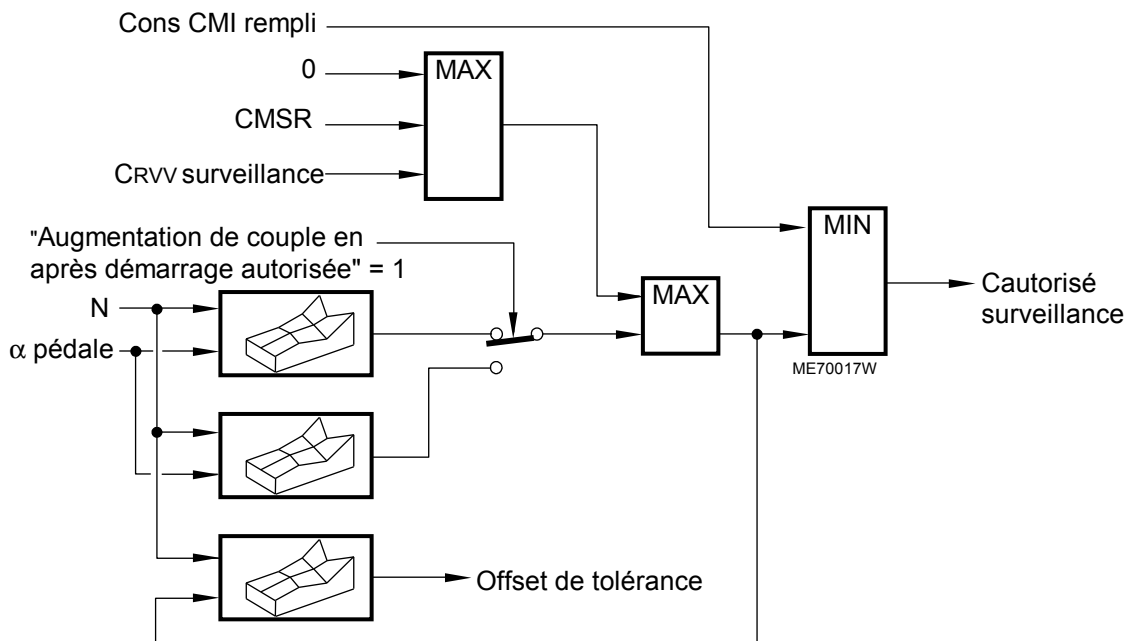
- Reconstitution du régime moteur en comptant les dents de la couronne  
60-2 : Nsurveillance =

$$\frac{\text{Différence entre valeur actuelle et valeur précédente du compteur de dents}}{\text{Différence entre date actuelle de calcul et la précédente}} \times \text{Facteur de conversion Nbre de dents en régime.}$$

- Si Nsurveillance > 520 tr/mn et  $|(\text{Nsurveillance} - N)| > 320 \text{ tr/mn}$  pendant plus de 320s → Coupure irréversible de carburant demandée.

## F - SURVEILLANCE DES COUPLES

## 1 - Calcul du couple autorisé



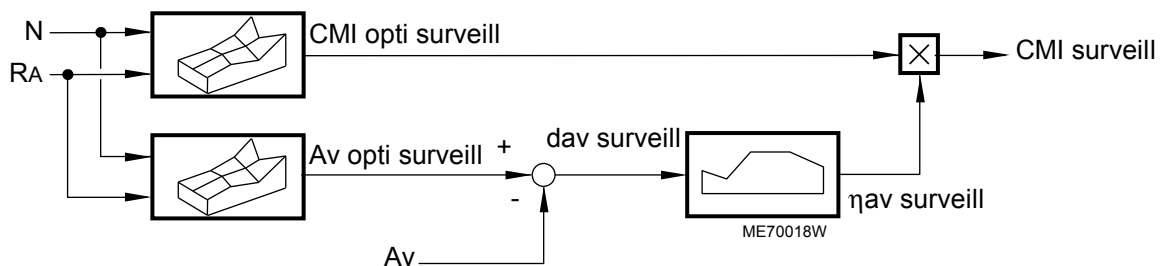
"Augmentation de couple en après démarrage autorisée"

= 1 si alors que  $N < 80 \text{ tr/mn}$ ,  $T^{\circ}\text{eau} \leq 45^{\circ} \text{ C}$  ou  $T^{\circ}\text{air} \leq 45^{\circ} \text{ C}$

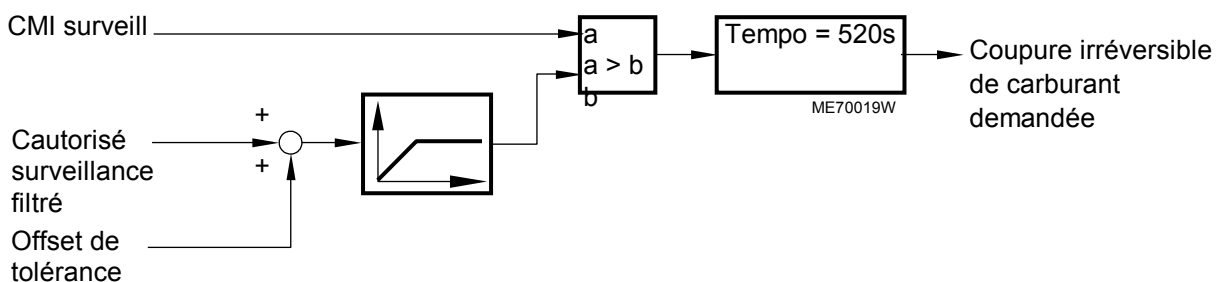
= 0 si alors que  $N \geq 80 \text{ tr/mn}$  ( $T^{\circ}\text{eau} > 45^{\circ} \text{ C}$  ou  $T^{\circ}\text{air} > 45^{\circ} \text{ C}$  depuis plus de 600s) ou  $N > 520 \text{ tr/mn}$  depuis plus de 420s).

Dans le sens diminution, Cautorisé surveillance est retardé puis filtré. Dans le sens augmentation il est pris tel quel : Cautorisé sur surveillance filtré = Cautorisé surveillance.

## 2 - Calcul du couple réel de surveillance



## 3 - Comparaison des couples



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## II - REACTION AUX DEFAUTS

- Si une des deux pistes du potentiomètre papillon motorisé est en défaut ou bien qu'il y a un défaut de synchronisme entre les deux pistes, on déclare "mode dégradé du papillon motorisé".
- Si les deux pistes du potentiomètre papillon motorisé sont en défaut ou si, lors de la première mise en service du calculateur, l'apprentissage des butées papillon a été stoppé suite à un problème, alors "coupure irréversible du carburant papillon" = 1.
- Si :
  - tension batterie trop faible ou,
  - régulateur de position papillon en dehors de ses butées pendant plus de 0,6s ou,
  - position limphone non atteinte malgré demande alors "coupure réversible de carburant" = 1.
- Si "coupure réversible de carburant" = 1 ou
  - "coupure irréversible de carburant papillon" = 1 ou,
  - "coupure irréversible de carburant par concept de surveillance" = 1 alors on déclare "position papillon inconnue ou fausse".
- Si tests des ressorts papillon motorisé mauvais ou, trop grand écart entre consigne position papillon et valeur réelle position papillon ou, régulateur de position papillon en dehors de ses butées pendant plus de 5 secondes, alors on déclare "Boîtier papillon motorisé non alimenté" (Il est en position limphone)

<b>FICHE N° 34</b>	<b>Diagnostic commande électrovanne déphaseur AAC</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	---	------------------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
P1149	P1148		P1147	Codification défaut AAC banc 1		
P1174	P1173		P1172	Codification défaut AAC banc 2		
Codification SCANTOOL						

**1. DETECTION**

Type erreur Max.	Type de panne et mode de détection 1. Erreur électrique étage de puissance = CC à Ubatt 2. Erreur fonctionnelle max.
	1. Tension batterie comprise entre 9,9 V et 20,9 V et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)) ⇒ Court-circuit à Ubatt de la commande décaleur A à C. 2. Conditions : régime moteur N tel que $700 < N < 4520$ tr/mn et température d'eau moteur $t_{mot} > 49,5^{\circ} \text{C}$ et pas d'erreur de détection dent manquante, alors détection après 10 secondes après fin de démarrage au bout de 2 secondes si : pas de commande de décalage A à C et position de consigne état non-basculé n'est pas atteinte : $\Delta\alpha_{AAC} \leq 13^{\circ}$ vilebrequin $\Delta\alpha_{AAC} = \alpha_{adapt}$ (voir adaptation angulaire du signal AAC dans le chapitre "Capteurs et informations")
Min.	3. Erreur électrique étage de puissance = CC M ou CO 4. Erreur fonctionnelle min.
	3. Court-circuit à la masse ou circuit ouvert de la commande décaleur A à C selon conditions du paragraphe 1. 4. Conditions du paragraphe 2 et : commande décalage A à C actif et position de consigne état basculé n'est pas atteinte : $\Delta\alpha_{AAC} \geq 17^{\circ}$ vilebrequin
Plausibilité	
Si erreur minimale et erreur maximale fonctionnelles en même temps.	

**2. MODE SECOURS**

Il n'existe pas de mode secours pour cette fonction.

**3. EFFET CLIENT**

- Agrément de conduite dégradé : manque de reprise.
- Instabilités au ralenti.

FICHE N° 35	Diagnostic commande compresseur de clim. AC/OUT	CLASSE 30
-------------	---	-----------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
	P1110		-	Codification défaut AC/OUT		
			-	Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection
Max.	CC à Ubatt
Min.	CC à la masse
Sign.	Circuit ouvert

} diag assuré par l'étage  
de puissance

**Conditions** : Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)

**Attention** : Ce test n'est pas réalisé sur notre application, AC/OUT étant émis sur le bus CAN ⇒ voir défauts CAN.

Plausibilité

**2. MODE SECOURS****3. EFFET CLIENT**

FICHE N° 36	Diagnostic commande indicateur alerte température d'eau	CLASSE 30
-------------	---	-----------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
	P1608		-	Codification défaut Alerte mot		
	-			Codification SCANTOOL		

1. DETECTION	
Type erreur	Type de panne et mode de détection
Max.	CC à Ubatt
Min.	CC à la masse
Sign.	Circuit ouvert
	} diag assuré par l'étage de puissance
<p><b>Conditions :</b> Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)</p> <p><b>Attention :</b> Ce test n'est pas réalisé sur notre application, l'ordre d'allumage du voyant d'alerte étant émis sur le bus CAN ⇒ voir défaut CAN.</p>	
Plausibilité	

2. MODE SECOURS

3. EFFET CLIENT

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE



<b>FICHE N° 37</b>	<b>Diagnostic sorties commande GMV</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
	P1108		-	Codification défaut GMV1		S1 CLC J4
	P1109			GMV2		S2 CLC K4
	-			Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection		
Max.	CC à Ubatt		
Min.	CC à la masse	} diag assuré par l'étage de puissance	
Sign.	Circuit ouvert		

**Conditions :** Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)

Plausibilité
--------------

**2. MODE SECOURS****3. EFFET CLIENT**

FICHE N° 38	Diagnostic commande indicateur température d'eau	CLASSE 30
-------------	--	-----------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
	P1603		-	Codification défaut indic. tmot		
-				Codification SCANTOOL		

1. DETECTION	
Type erreur Max. Min. Sign.	Type de panne et mode de détection CC à Ubatt CC à la masse Circuit ouvert <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: 2em; margin: 0 10px;">}</div> diag assuré par l'étage de puissance
<p><b>Conditions :</b> Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)</p> <p><b>Attention :</b> Ce test n'est pas réalisé sur notre application, l'info T°eau étant émise sur le bus CAN ⇒ voir défauts CAN.</p>	
Plausibilité	

2. MODE SECOURS

3. EFFET CLIENT

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

FICHE N° 39	Diagnostic commande lampe MIL	CLASSE 32
-------------	-------------------------------	-----------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
	P0650		-	Codification défaut lampe MIL		
-	P0650		-	Codification SCANTOOL		

### 1. DETECTION

Type erreur	Type de panne et mode de détection
Max.	CC à Ubatt
Min.	CC à la masse
Sign.	Circuit ouvert
	} diag assuré par l'étage de puissance

**Conditions :** Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)

**Attention :** Ce test n'est pas réalisé sur notre application, l'ordre d'allumage de la MIL étant émis sur le bus CAN ⇒ voir défauts CAN.

Plausibilité

### 2. MODE SECOURS

### 3. EFFET CLIENT

FICHE N° 40	Diagnostic commande pompe à carburant	CLASSE 32
-------------	---------------------------------------	-----------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
	P0232		-	Codification défaut pompe carburant		
-	P0230		-	Codification SCANTOOL		

### 1. DETECTION

Type erreur	Type de panne et mode de détection	
Max.	CC à Ubatt	} diag assuré par l'étage de puissance
Min.	CC à la masse	
Sign.	Circuit ouvert	

**Conditions :** Méthode de diag CO et CC - :

Dès que le moteur tourne et que les conditions ci-dessus sont respectées, un cycle de contrôle de 1s est lancé, durant lequel des micros coupures du relais de 250  $\mu$ s sont provoquées toutes les 100 ms. Temps de confirmation = 300 ms.

La détection d'un CC+ est immédiate.

Plausibilité

### 2. MODE SECOURS

### 3. EFFET CLIENT

FICHE N° 41	Diagnostic commande purge canister	CLASSE 31
-------------	------------------------------------	-----------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Oui	Oui	
P0445	P0444	P0443	-	Codification défaut purge canister		
P0443			-	Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection	
Max.	CC à Ubatt	} diag assuré par l'étage de puissance
Min.	CC à la masse	
Sign.	Circuit ouvert	
<b>Conditions</b> : Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenchée)		
Plausibilité		

**2. MODE SECOURS**

--

**3. EFFET CLIENT**

--

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

FICHE N° 42	Diagnostic commande volonté conducteur	CLASSE 30
-------------	--	-----------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
	P1605		-	Codification défaut volonté cond.		
	-			Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection
Max.	CC à Ubatt
Min.	CC à la masse
Sign.	Circuit ouvert

} diag assuré par l'étage  
de puissance

**Conditions :** Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)

**Attention :** Ce test n'est pas réalisé sur notre application, le signal volonté conducteur étant émis sur le bus CAN ⇒ voir défauts CAN.

Plausibilité
--------------

**2. MODE SECOURS****3. EFFET CLIENT**





<b>FICHE N° 43</b>	<b>Diagnostic commande injecteurs</b>	<b>CLASSE 32</b>
--------------------	---------------------------------------	------------------

CODES DEFAULTS					
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui
	P0201		-		Codification défaut injecteur 1
	P0202				Codification défaut injecteur 2
	P0203				Codification défaut injecteur 3
	P0204				Codification défaut injecteur 4
	P0205				Codification défaut injecteur 5
	P0206				Codification défaut injecteur 6
-	P0200		-		Codification SCANTOOL
					S1 CLM1 K1
					S2 CLM1 J3
					S3 CLM1 K3
					S4 CLM1 J4
					S5 CLM1 K4
					S6 CLM1 K2

**1. DETECTION**

Type erreur	Type de panne et mode de détection
Max.	CC à Ubatt
Min.	CC à la masse
Sign.	Circuit ouvert
	} diag assuré par l'étage de puissance

**Conditions :** Tension batterie comprise entre 9,9V et 20,9V, et (régime moteur supérieur à 40 tr/mn ou (régime moteur = 0 et relais pompe enclenché)

Plausibilité
--------------

**2. MODE SECOURS****3. EFFET CLIENT****SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

FICHE N° 44	Diagnostic régulation de courant bobines	CLASSE 32
-------------	--	-----------

CODES DEFAULTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Oui	
	P0351		-	Codification défaut bobine 1		S1 CLM2 H2
	P0352			Codification défaut bobine 2		S2 CLM2 H4
	P0353			Codification défaut bobine 3		S3 CLM2 H3
	P0354			Codification défaut bobine 4		S4 CLM2 G4
	P0355			Codification défaut bobine 5		S5 CLM2 G3
	P0356			Codification défaut bobine 6		S6 CLM2 G2
-	P0350		-	Codification SCANTOOL		

### 1. DETECTION

Type erreur	Type de panne et mode de détection
Max.	MT. CC à la masse ou CO ; bobine débranchée
<p><b>Condition :</b> Le comparateur de courant de charge bobine ne commute pas, la correction de temps de charge devient très grand (supérieur à 1,5 ms) et un nombre de CCM = 10 est reconnu.</p> <p>Dans le cas où les temps de charge bobines sont <b>tous</b> supérieurs à 1,5 ms alors le <b>comparateur est défectueux</b> ou il y a un CCM de tous les étages de puissance.</p>	
Min.	MT. CC à Ubatt
<p>Condition : Le comparateur de courant de charge bobine commute très vite (le temps de commutation devient inférieur à un seuil fonction de la tension batterie) et un nombre de CC à Ubatt = 15 est reconnu.</p>	
Plausibilité	

### 2. MODE SECOURS

<p>&gt;Si erreur étage de puissance bobine cylindre [i], alors : coupure injecteur cyl. [i] et coupure allumage cyl. [i] si CC à Ubatt ⇒ coupure régulation richesse, et pleine charge interdite.</p> <p>&gt;Si erreur comparateur de régulation de temps de charge bobine (cf. erreur Max.), alors il n'y a plus d'adaptation du temps de charge ⇒ toutes les corrections de temps de charge bobines prennent la valeur nulle.</p>
---

### 3. EFFET CLIENT

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agrément de conduite dégradé</li> <li>- Détection de ratés de combustion</li> </ul>
--

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

<b>FICHE N° 45</b>	<b>Diagnostic décalage de l'arbre à cames par rapport au vilebrequin</b>	<b>CLASSE 32</b>
--------------------	--	------------------

CODES DEFAUTS						
TYPE D'ERREUR				MIL	MODE SECOURS	BORNAGE
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non	
P1335	P1335			Codification défaut décalage		
P1335	P1335			AAC banc 1		
				AAC banc 2		
-				Codification SCANTOOL		

**1. DETECTION**

Type erreur Max.		
$\alpha$ adapt init - $\alpha$ adapt > 10° vilebrequin pendant plus de 2 secondes alors qu'une adaptation angulaire du signal AAC a été effectuée → Le signal AAC est trop en avance (torsion de la cible ou de l'AAC dans le sens inverse de rotation)		Globalement, dans un sens ou dans l'autre, il y a dérive de la position AAC par rapport à la position de consigne $\alpha$ adapt init = 104° vilebrequin.
Min		
$\alpha$ adapt init - $\alpha$ adapt < -10° pendant plus de 2 secondes alors qu'une adaptation angulaire du signal AAC a été effectuée. → Le signal AAC est trop en retard (torsion de la cible ou de l'AAC dans le sens de rotation).		
Plausibilité		

**2. MODE SECOURS**

Aucun	
-------	--

**3. EFFET CLIENT**

- Agrément de conduite dégradé.
- Instabilités au ralenti.

<b>FICHE N° 46</b>	<b>Diagnostic rapport de boîte de vitesses</b>	<b>CLASSE 30</b>
--------------------	--	------------------

<b>CODES DEFAULTS</b>					
<b>TYPE D'ERREUR</b>				<b>MIL</b>	<b>MODE SECOURS</b>
Max.	Min.	Sign.	Plaus.	Non	Non
			P1701	Codification défaut rapport BV	
					E CLC H3 E CLC H4

<b>1. DETECTION</b>		
Type erreur Max.		
Min		
Plausibilité		
BVM : Info Vvéh en défaut sur le CAN BVA : Info "Rapport invalide sur le CAN"		

<b>2. MODE SECOURS</b>	
Aucun	

<b>3. EFFET CLIENT</b>
Agrément de conduite au niveau à-coup, moteur tournant au ralenti, ...

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

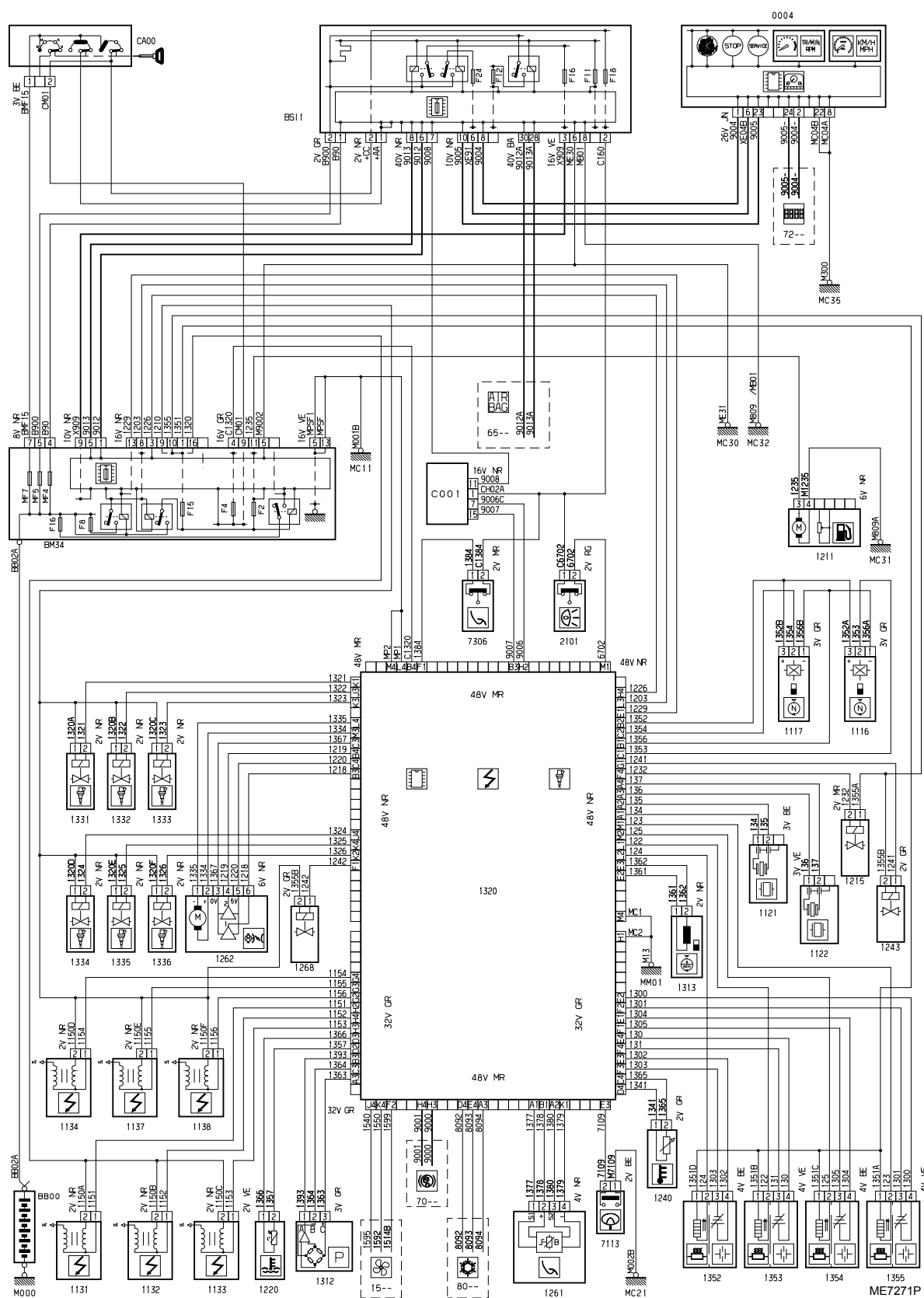
## CIRCUIT ELECTRIQUE

### I - SCHEMA DE PRINCIPE

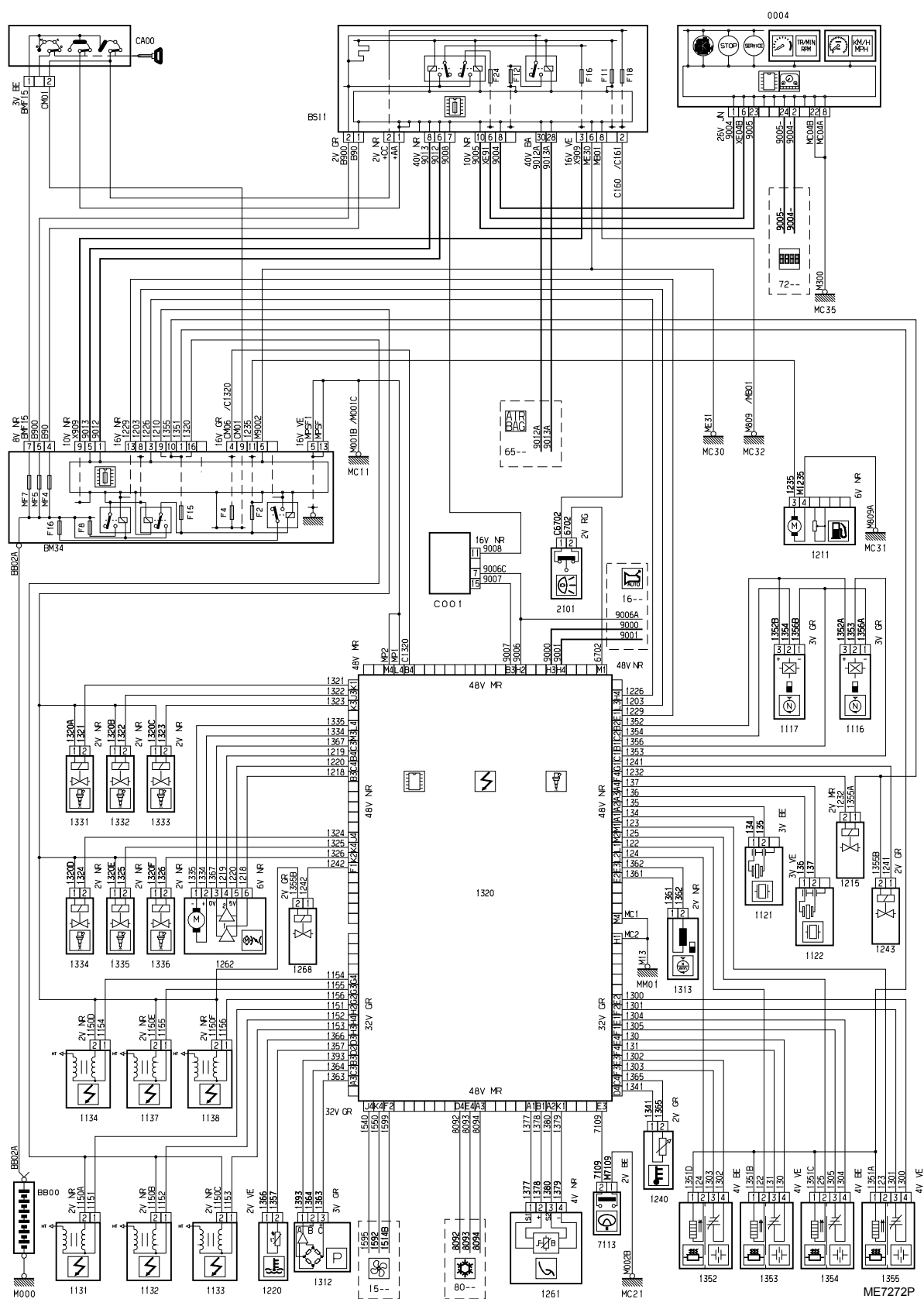
A - INJECTION – ALLUMAGE

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## BVM



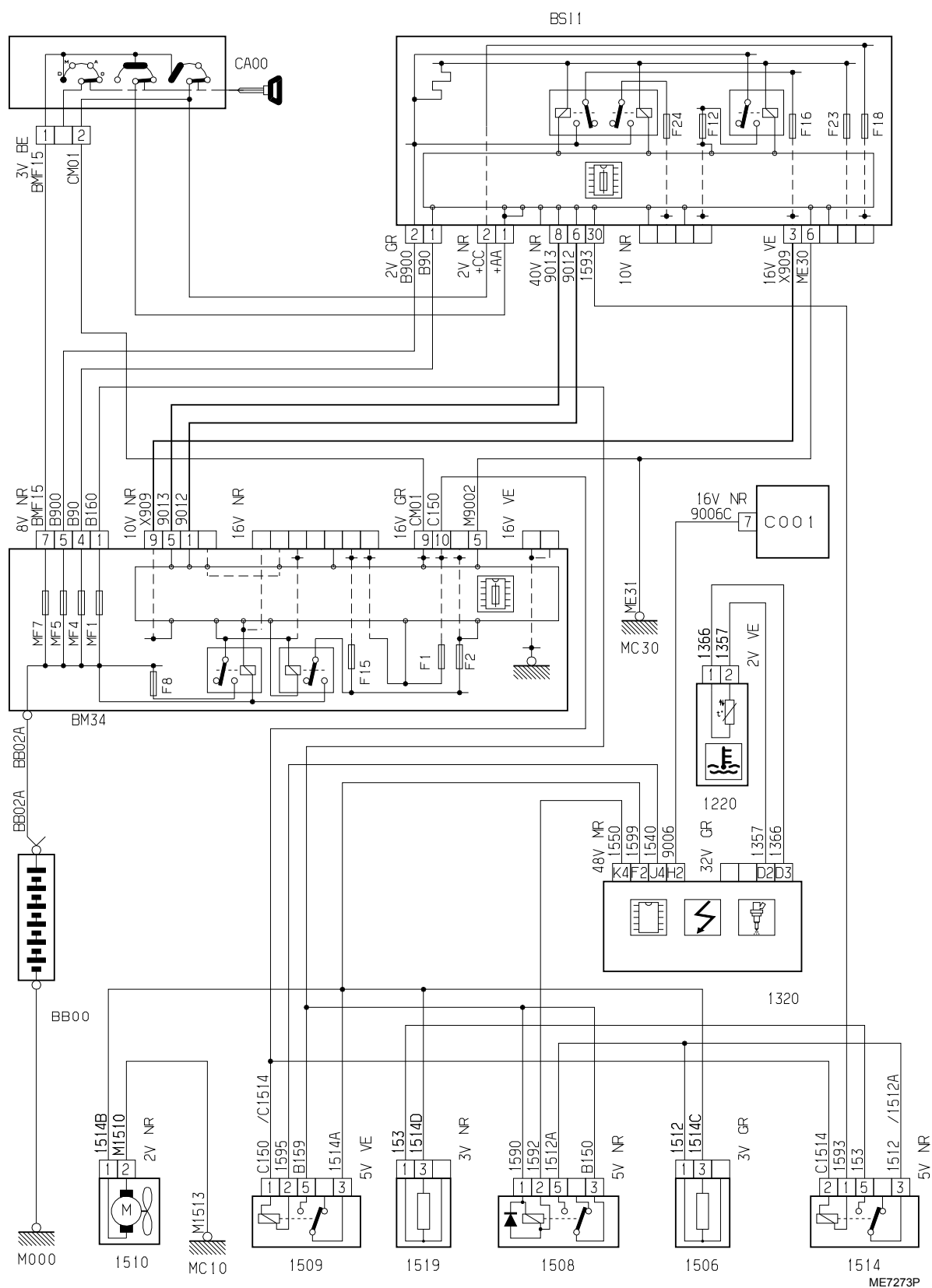
## BVA



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE



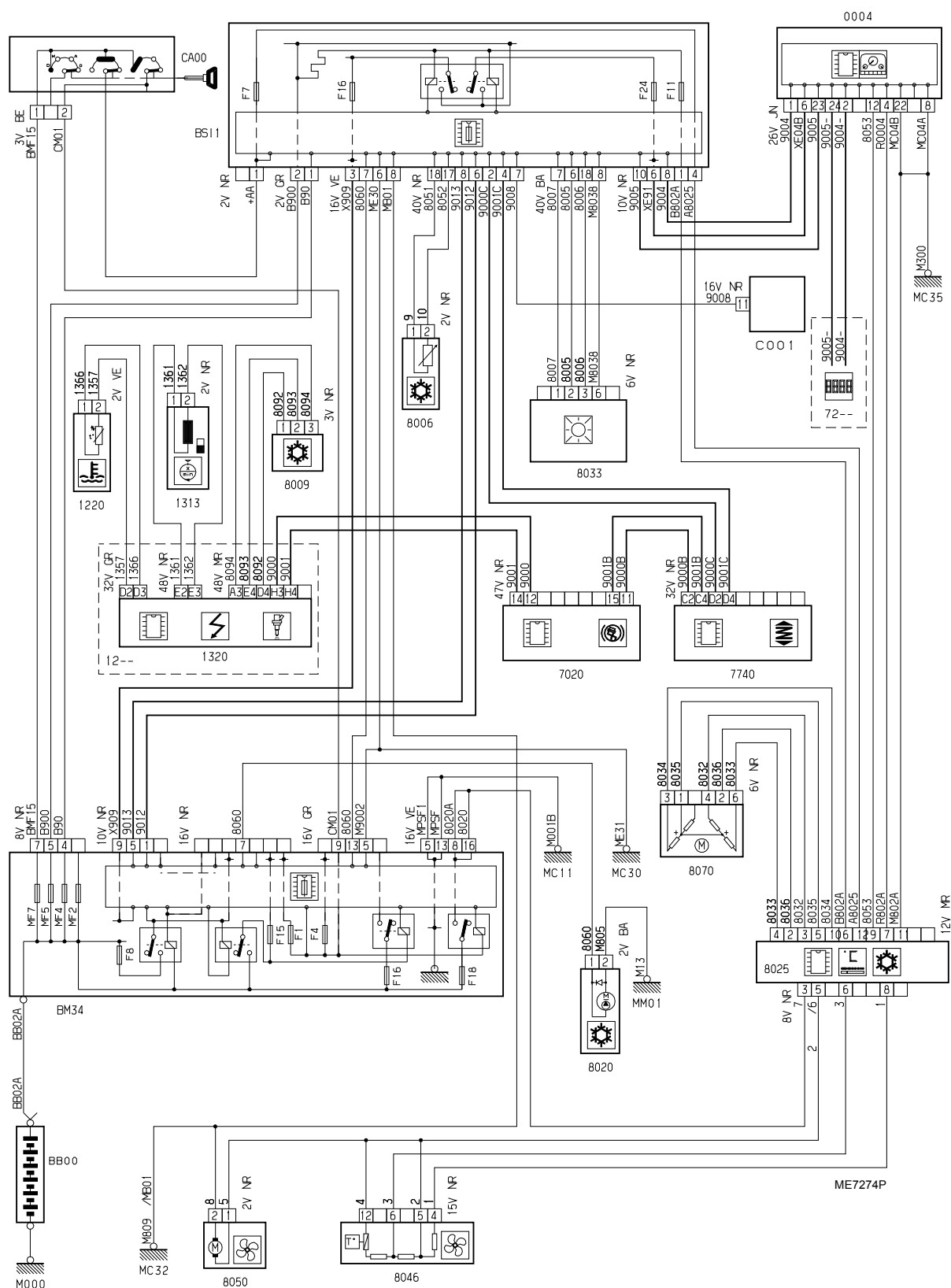
## B - REFROIDISSEMENT MOTEUR



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

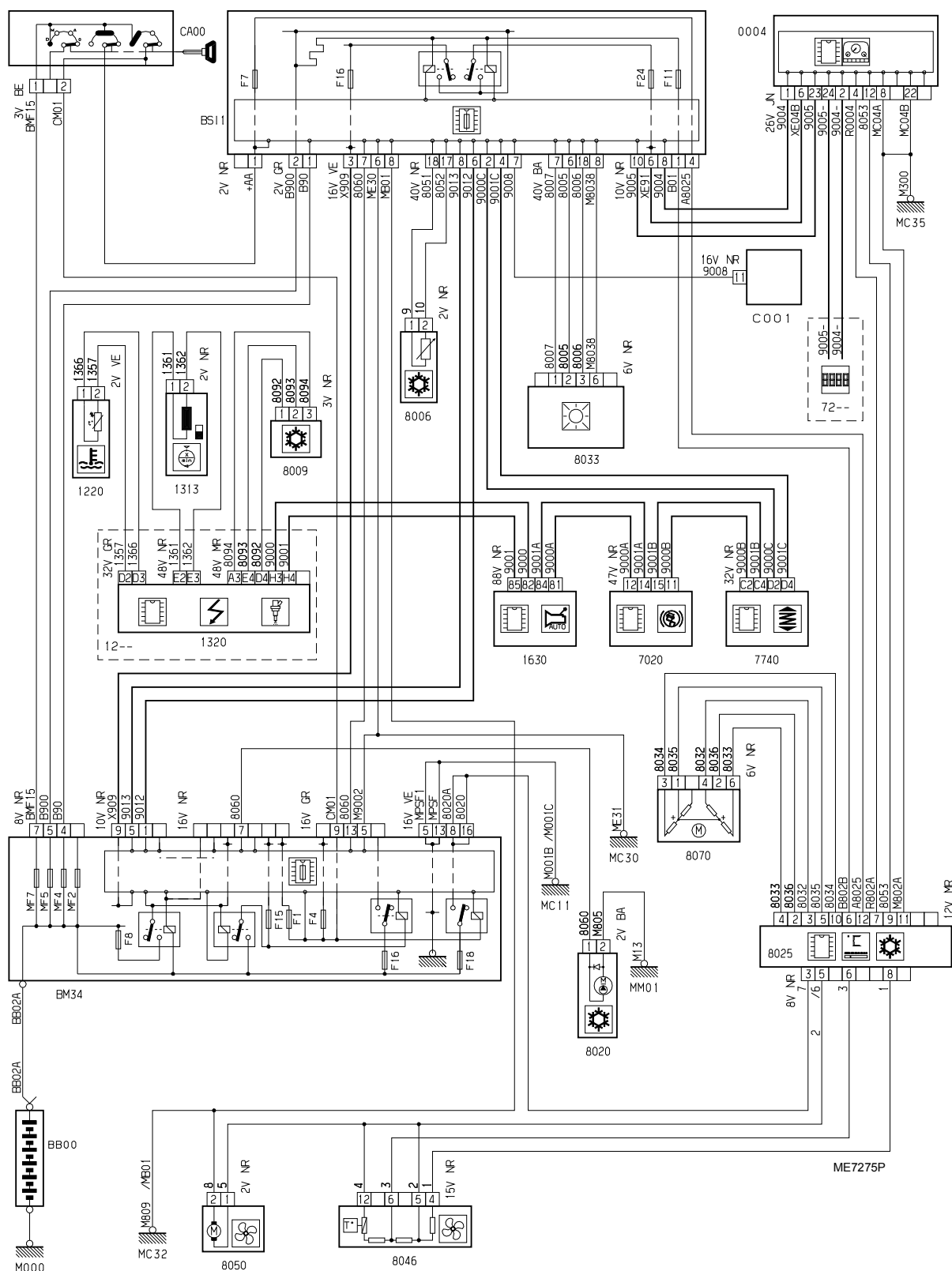
## C - REFRIGERATION

## BVM



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## BVA

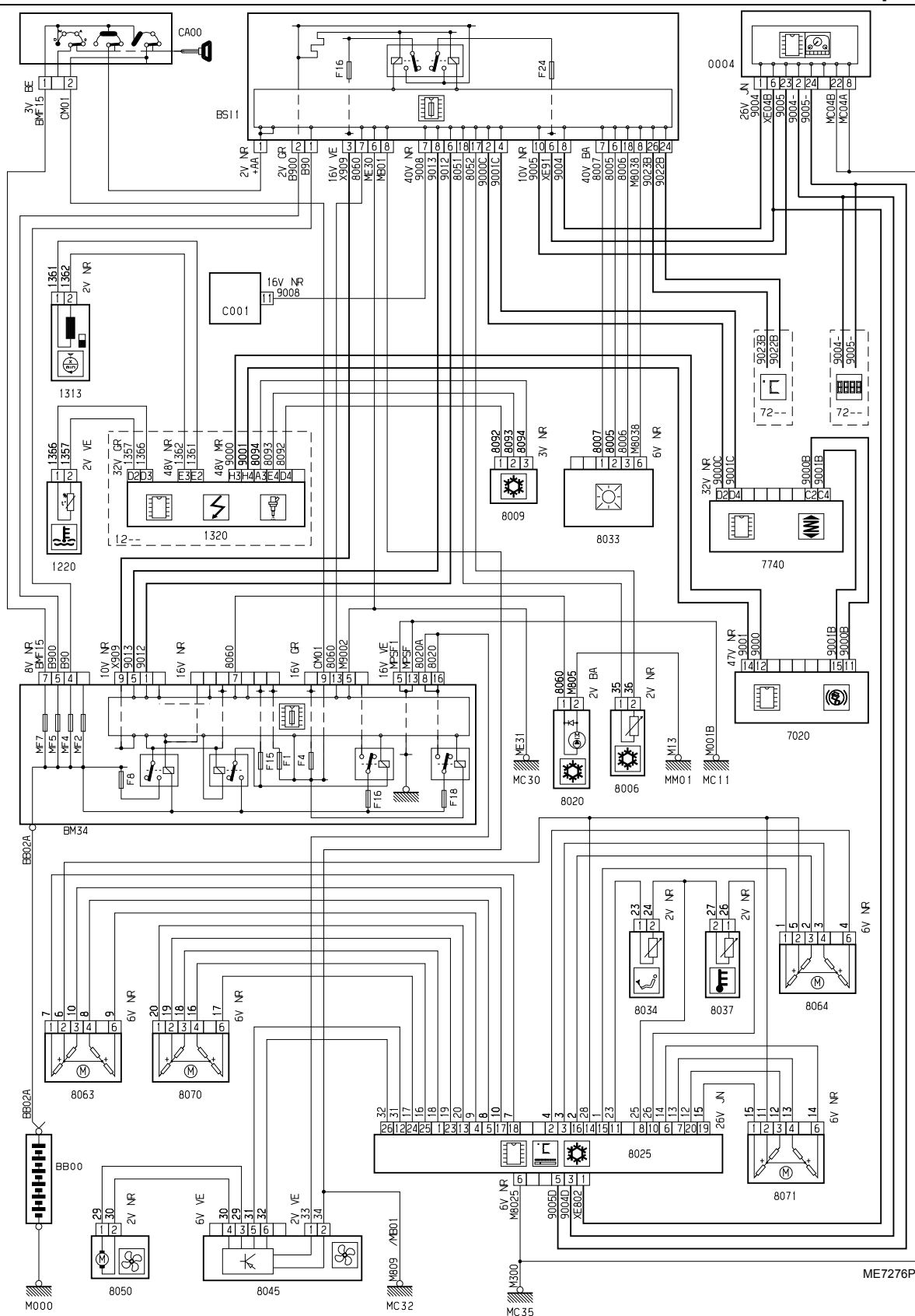


## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

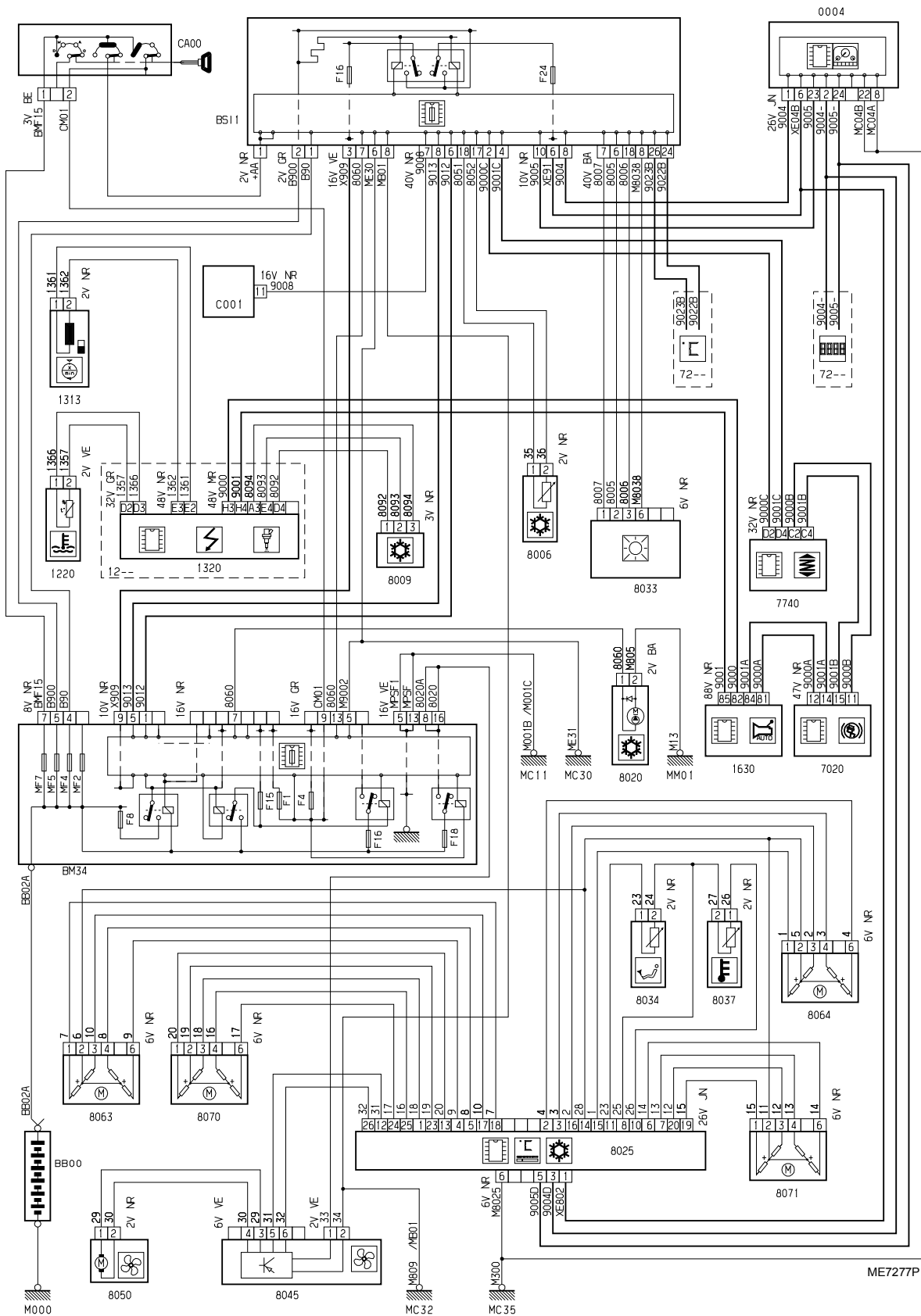
D - REFRIGERATION REGULEE

BVM

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE



## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## II - NOMENCLATURE

### A - INJECTION – ALLUMAGE

BB00 –	Batterie
BM34 –	Boîtier de servitude moteur 34 fusibles
BSI1 –	Boîtier de servitude intelligent
C001 –	Connecteur diagnostic
CA00 –	Contacteur antivol
M000 –	Masses
MC11 –	
MC21 –	
MC30 –	
MC31 –	
MC32 –	
MC35 –	
MM01 –	
0004 –	Combiné
1116 –	Capteur référence cylindre 1
1117 –	Capteur référence cylindre 2
1121 –	Capteur cliquetis 1
1122 –	Capteur cliquetis 2
1131 –	Bobine allumage cylindre 1
1132 –	Bobine allumage cylindre 2
1133 –	Bobine allumage cylindre 3
1134 –	Bobine allumage cylindre 4
1137 –	Bobine allumage cylindre 5
1138 –	Bobine allumage cylindre 6
1211 –	Pompe jauge carburant
1215 –	Electrovanne purge canister
1220 –	Capteur température eau moteur
1240 –	Capteur température air admission
1243 –	Electrovanne de distribution variable 1
1261 –	Capteur position pédale accélérateur

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

- 1262 – papillon motorisé
- 1268 – Electrovanne de distribution variable 2
- 1312 – Capteur pression air admission
- 1313 – Capteur régime / position moteur
- 1320 – Calculateur contrôle moteur
- 1331 – Injecteur cylindre 1
- 1332 – Injecteur cylindre 2
- 1333 – Injecteur cylindre 3
- 1334 – Injecteur cylindre 4
- 1335 – Injecteur cylindre 5
- 1336 – Injecteur cylindre 6
- 1352 – Sonde à oxygène avant aval
- 1353 – Sonde à oxygène avant amont
- 1354 – Sonde à oxygène arrière aval
- 1355 – Sonde à oxygène arrière amont
- 2101 – Contacteur de stop redondant
- 7113 – Capteur butée direction assistée
- 7306 – Contacteur de sécurité du régulateur de vitesse (embrayage)
- 15 - - - Fonction refroidissement
- 16 - - - Fonction boîte de vitesse automatique
- 65 - - - Fonction airbag centralisé
- 70 - - - Fonction antiblocage des roues
- 72 - - - Fonction ordinateur de bord
- 80 - - - Fonction régulation de température habitacle ou réfrigération

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE



**B - REFROIDISSEMENT MOTEUR**

- BB00 – Batterie
- BM34 – Boîtier de servitude moteur 34 fusibles
- BSI1 – Boîtier de servitude intelligent
- C001 – Connecteur diagnostic
- CA00 – Contacteur antivol
- M000 – }  
MC10 – } Masses  
MC30 – }
- 1220 – Capteur température eau moteur
- 1320 – Calculateur de contrôle moteur
- 1506 – Résistance vitesse motoventilateur
- 1508 – Relais alimentation motoventilateur petite vitesse
- 1509 – Relais alimentation motoventilateur grande vitesse
- 1510 – Motoventilateur
- 1514 – Relais alimentation motoventilateur moyenne vitesse
- 1519 – Résistance 2 bivitesse motoventilateur

**C - REFRIGERATION**

- BB00 – Batterie
- BM34 – Boîtier de servitude moteur 34 fusibles
- BSI1 – Boîtier de servitude intelligent
- C001 – Connecteur diagnostic
- CA00 – Contacteur antivol
- M000 – }  
MC11 – }  
MC30 – } Masses  
MC32 – }  
MC35 – }  
MM01 – }
- 0004 – Combiné
- 1220 – Capteur température eau moteur

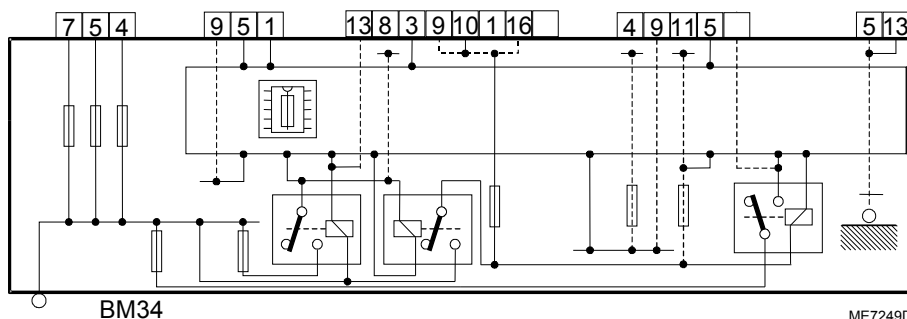
**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

- 1313 – Capteur régime / position moteur
- 1320 – Calculateur contrôle moteur
- 1630 – Calculateur BVA
- 7020 – Calculateur antiblocage de roues
- 7740 – Bloc hydraulique suspension
- 8006 – Thermistance évaporateur
- 8009 – Capteur de pression fréon
- 8020 – Compresseur réfrigération
- 8025 – Façade climatiseur
- 8033 – Thermistance d'ensoleillement
- 8034 – Thermistance d'air pieds
- 8037 – Thermistance d'air aérateur
- 8045 – Module commande pulseur
- 8046 – Résistance vitesse pulseur
- 8050 – Moteur pulseur
- 8063 – Motoréducteur volet de mixage droit
- 8064 – Motoréducteur volet de mixage gauche
- 8070 – Motoréducteur volet entrée air
- 8071 – Motoréducteur volet de distribution
- 72 - - – Fonction ordinateur de bord

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

### III - LE DOUBLE RELAIS D'INJECTION

Il est intégré au boîtier de servitude moteur BM 34.



Il se compose :

- d'un relais de puissance pour l'alimentation
  - de la pompe à essence voie 11 du connecteur 16 V GR,
  - des bobines d'allumages cylindres 1, 2 et 3, voie 16 du connecteur 16V NR,
  - des résistances de chauffage des sondes à oxygène voie 1 du connecteur 16V NR,
  - de l'électrovanne de VTC 1 et de l'électrovanne de purge canister voie 10 du connecteur 16V NR,
  - des injecteurs, des bobines d'allumage cylindres 4, 5 et 6, et de l'électrovanne de VTC 2 voie 9 du connecteur 16V NR.
- d'un relais d'alimentation principal
  - calculateur ME7.4.6 voie 8 du connecteur 16V NR,
  - bobinage du relais de puissance en interne.

#### Fonctionnement

- Quand on met le contact, le calculateur est réveillé par un +APC à sa borne B4 du connecteur 48V MR, en provenance de la voie 4 du connecteur 16V GR du BM 34.
- Le calculateur relie alors sa borne E1 du connecteur 48V NR à la masse → le bobinage du relais d'alimentation est excité → sa palette se colle → alimentation du calculateur à sa borne L3 connecteur 48V NR (il devient opérationnel) ; d'autre part, le bobinage du relais de puissance reçoit un +12V à l'intérieur du BM 34.

- **Fonction précommande de la pompe à essence :**

Dès que le calculateur est alimenté en borne L3 connecteur 48V NR, il relie sa borne H4 connecteur 48V NR à la masse pour une durée de 1 seconde → pendant cette temporisation, le bobinage du relais de puissance est excité → sa palette est collée → alimentation de la pompe à essence pour remettre le circuit sous pression (et des bobines, injecteurs, etc ...).

Cette précommande de pompe ne pourra être réactivée lors d'un calage moteur.

- Dès que le moteur tourne ( $N > 24$  tr/mn), le calculateur relie sa borne H4 connecteur 48V NR à la masse, afin d'alimenter définitivement la pompe à essence et les autres composants électriques.
- A la coupure du +APC (arrêt du moteur), le calculateur maintient sa borne E1 connecteur 48V NR à la masse afin d'être toujours opérationnel (borne L3 connecteur 48V NR), et d'assurer ses fonctions de powerlatch (relevé de certaines valeurs à l'arrêt moteur, transfert des données de RAM en EEPROM telles les nouvelles valeur d'adaptation, les codes défauts apparus en cours de fonctionnement, ...).

La durée du powerlatch est de 5 secondes au minimum si il n'arrive plus de demandes de la part des différentes fonctions en powerlatch, et de 25 minutes au maximum.

Mais normalement, un powerlatch complet s'effectue en 10s, le temps maxi nécessaire pour transférer toutes les données en EEPROM (écriture). De toute façon, le relais principal d'alimentation n'est coupé que lorsque l'écriture en EEPROM est achevée, à moins que le +APC réapparaisse.

## IV - DESCRIPTION DE LA LIAISON CAN

### A - GENERALITES

Le calculateur ME7.4.6 peut être relié à d'autres calculateurs par une liaison multiplexée de type CAN comprenant deux fils :

- CAN High
  - CAN Low
- deux le bus } CAN sur lequel circulent  
l'autre les différents messages.
- Ils constituent à eux  
dans un sens ou dans

Les boîtiers électroniques avec lesquels l'ECM ME7.4.6 peut échanger des messages sont les suivants :

- calculateur de la BVA 4HP20,
- calculateur du groupe hydraulique de suspension,
- calculateur de contrôle de trajectoires (ABS/ASR/MSR),
- boîtier de servitude intelligent BSI.

Dans notre application pour moteur ES9J4S, les fonctions qui concernent l'ECM via le bus CAN sont les suivantes :

- fonctions liées à la réfrigération,
- gestion des GMV (FRIC),
- fonctions liées à l'EOBD,
- délestage des consommateurs électriques,
- régulation de vitesse véhicule,
- gestion trame vitesse véhicule (uniquement pour un ECM recevant Vvéh par capteur à effet Hall),
- gestion des consommateurs de couple,
- gestion sécurités BVA,
- gestion passage des rapports BVA,
- synchronisation (ou coordination) des demandes de couple,
- information contact embrayage.
- fonction ADC,
- paramétrage de la couche de communication (concerne le diagnostic CAN : mauvaise émission ou réception),
- liste des paramètres d'identification,
- paramètre de base suspension pilotée,
- fonction liée à l'acquisition, validation et la diffusion des infos,
- affichage infos combiné,
- fonction liée à l'acquisition, validation et la diffusion des infos frein,
- fonction calcul du rapport de boîte,

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

- fonctions ASR/MSR.

**Remarque :** Lorsque le bus CAN est présent physiquement sur un véhicule, il faut savoir, pour le véhicule précis concerné, quels dispositifs sont présents dessus en premier lieu, et en second lieu quel est le contenu des trames mux.

## B - DESCRIPTION DES TRAMES

### 1 - La communication CAN

Le calculateur (ECM ou BSI ou BVA ou ASR/MSR ou Suspension) possède un contrôleur de protocole piloté par le microprocesseur. Le contrôleur de protocole assure l'émission des données sur le bus CAN selon les demandes du microprocesseur.

La réception est cadencée par la fréquence d'émission des autres calculateurs.

#### a - Mise du contact

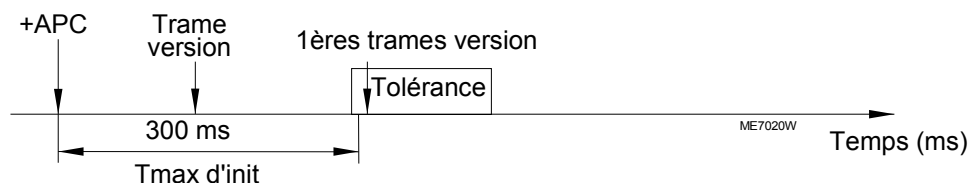
A la mise du + APC ou après un reset du calculateur, le contrôleur de protocole est initialisé par le microprocesseur à partir des paramètres de transmission.

La toute première trame émise, et ce une seule fois à l'initialisation, est la trame "version" IS – Vers – CMM – 108

Ensuite, la trame "supervision" IS – Supv – CMM – 788 est émise.

Les deux trames citées doivent être émises systématiquement à la mise du + APC, quel que soit l'état des autres calculateurs (verrouillés ou non, en panne, en attente d'informations ...).

Ensuite, les calculateurs concernés émettent une fois les données de configuration.



## b - Phase démarrage

Le réseau CAN doit être opérationnel car l'ECM et le BSI communiquent. Les calculateurs BVA, ASR/MSR et Suspension sont muets pendant cette phase afin de ne pas perturber la communication sur le réseau.

## c - Fonctionnement normal

Le contrôleur de protocole assure :

- l'émission des trames prédéfinies dans sa mémoire sur ordre du  $\mu$ P,
- la réception des trames circulant sur le réseau à l'adresse du système.

## d - Modes dégradés

En cas de défaillance sur le réseau qui empêche d'émettre ou de recevoir une donnée particulière, le comportement fonctionnel du calculateur par rapport à cette donnée s'applique tel qu'il est défini pour les liaisons filaires. L'apparition du défaut Bus off reset le gestionnaire de protocole.

## e - Endormissement

A la coupure du +APC, le réseau n'est plus fonctionnel : il n'y a plus de trame ni de gestion des erreurs réseau.

## f - Etat de la communication

	MNT	MNT	MNT	DEM	MT
Etat clef	Arrêt	+ACC	+APC	"Dém"	+APC
Etat com	Com not OK	Com not OK	OK	OK entre BSI et ECM	OK

MNT = Moteur non tournant

DEM = Démarrage

MT = Moteur tournant

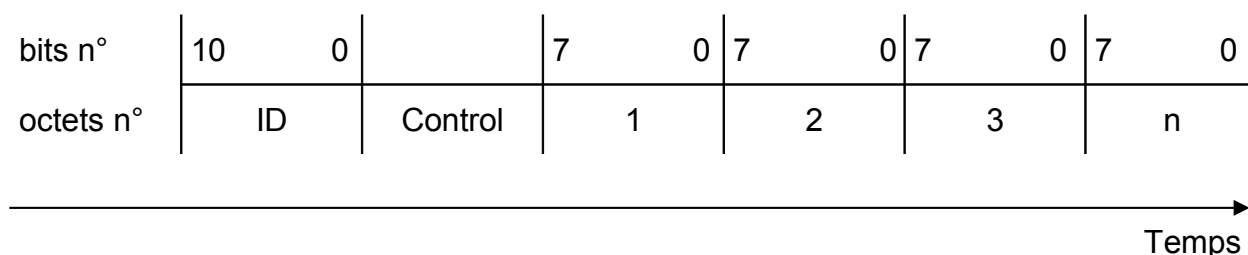
## 2 - Définition des trames

### a - Généralités

Dans ce chapitre, nous n'aborderons que la partie "données" des trames, donc uniquement les grandeurs et informations (ordres, états ...) concernant le contrôle moteur essence.

Pour connaître la composition complète d'une trame, consulter le support animateur traitant le BSI bi VAN/CAN.

Chaque trame se caractérise par son identificateur, les données transférées et son mode de transmission.



- L'identificateur ID permet d'identifier la trame émise sur le bus. Chaque calculateur est programmé de façon à ne prendre en compte en réception que les identificateurs qui lui sont destinés. La priorité d'une trame sur le réseau est fixée par l'identificateur :
- ID = 000H → priorité maximale théorique.
- ID = 7FFH → priorité minimale.
- Le mode de transmission dépend du mécanisme utilisé par le calculateur pour mettre à jour une donnée.

Il existe trois modes :

- mode périodique → une trame est émise selon un timer interne qui règle la période de récurrence,
- mode événementiel → une trame est émise lorsqu'un événement se produit,
- mode mixte → la trame est émise périodiquement mais pourra, entre deux émissions périodiques, être émise à l'apparition d'un événement.

- Convention :

Dans les messages, les octets sont numérotés de 1 à n (octet n° 1 : premier octet transmis sur le réseau)

Les octets sont composés de bits numérotés de 7 à 0 (bit n° 7 : premier bit transmis sur le réseau), avec la notation <n° octet> <n° bit> (par exemple, 1.7 pour bit n° 7 de l'octet n° 1).

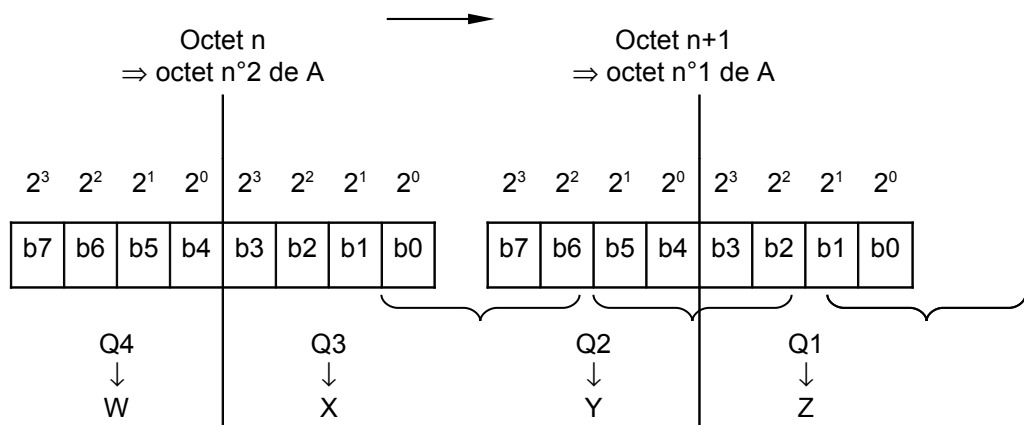


### Principe de codage d'une valeur physique

Exemple de codage sur deux octets :

- ce sont les bits de poids fort qui sont émis en premier,
- chaque octet est dévisé en deux quartets de quatre bits (notons les Qn),
- donc : soit deux octets donnant une valeur physique A.

Sens de lecture



Chaque quartet donne la valeur d'une des quatre composantes formant un nombre en hexadécimal [W X Y Z] H.

D'après le sens de lecture du nombre :

W est la composante  $16^3$  (équivalente à  $10^3$ )      X est la composante  $16^2$  (équivalente à  $10^2$ )      Y est la composante  $16^1$  (équivalente à  $10^1$ )      Z est la composante  $16^0$  (équivalente à  $10^0$ )

La conversion en décimal s'effectue ainsi :

$$(16^3 \times W) + (16^2 \times X) + (16^1 \times Y) + (16^0 \times Z)$$

On obtient alors un nombre décimal en **incréments** de la valeur physique ; pour obtenir cette dernière, il faut appliquer la formule de résolution propre à la grandeur concernée, en connaissant la valeur d'1 incrément.

## b - Description des trames

**Attention :** Toutes les valeurs de couples circulant sur le CAN sont des valeurs de pourcentage par rapport à un couple de référence PSA de **400 mN** au lieu du couple de référence BOSCH = **464 mN** utilisé en interne pour les stratégies.

En CAN, les données sont appelées "paramètres" ; chaque paramètre est référencé sous la forme Pxxx.

**Trame dynamique Moteur IS-Dyn-CMM-208**

Emetteur : ECM

Taille : 8 octets

Périodique : Toutes les 100 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P000 / Régime moteur (Poids fort)							
Octet 2	P000 / Régime moteur (Poids faible)							
Octet 3	P003 / Couple réel (CME réel)							
Octet 4	P002 / Volonté conducteur							
Octet 5	Réservé	P042 Diag mux on	Réservé	P153 "Couple imprécis"	P037 Etat RVV		P014 info frein redondan t	P027 AC/OUT
Octet 6	P004/Couple réel hors réduction BVA							
Octet 7	P084/Couple anticipé							
Octet 8	Réservé (FFH)							

Régime → en tr/mn, valeur mini = 0tr/mn, valeur maxi = 8191,75 tr/mn  
 $N(\text{tr/mn}) = \text{Valeur binaire}/8$  ; valeur invalide = FFFF.

CMEréel → en % par rapport à un couple de référence Créf = 400 mN  
 valeur mini = - 25 % ; valeur maxi = 102 %  
 $\text{Cm}_{\text{réel}} (\% \text{ Créf}) = \text{Valeur binaire}/2 - 25$  ; valeur invalide = FF.

Volonté conducteur → en %, valeur mini = 0 %, valeur maxi = 100 %  
 $\alpha \text{ pédale } (\%) = 0,5 \times \text{valeur binaire}$  ; valeur invalide = FF.

On convertit au format CAN

$\alpha \text{ pédale norm si } \text{CRVV} > \text{Cpédale non vrai}$

$\alpha \text{ pédale RVV si } \text{CRVV} > \text{Cpédale}$

Diag-mux-on = Signifie si le diagnostic du réseau mux par l'ECM est lancé ou non.

= 0 → Pas de diagnostic communication

= 1 → Diagnostic de communication actif

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

Etat RVV = Seul les deux bits de poids faible ont une signification.  
 → Si la RVV est inactive, alors 00  
 → Si la RVV active et,  
     CRVV > Cpédale non vrai, alors 01  
 → Si RVV active et,  
     CRVV > Cpédale vrai, alors 10

Couple réel hors réduction BVA → en % par rapport à un couple de référence Créf = 400 mN

Valeur mini = -25 %, valeur maxi = 102 %

Cm réel HRdc = Valeur binaire/2 – 25 ; valeur invalide = FF.

Cm réel HRdc = CMIHRdc – Cpertes (voir structure couple)

Couple anticipé → en % par rapport à un couple de référence Créf = 400 mN

Valeur mini = - 25 %, valeur maxi = 102 %

Canticip (% Créf) = valeur binaire/2 – 25 ; valeur invalide = FF.

Canticip = Cons CMIHRdc – Cpertes (voir structure couple).

Flag "Couple imprécis".

0 → Informations Couple garanties dans la plage de précision nominale.

1 → Informations Couple non garanties dans la plage de précision nominale.

Le flag passe à 1 si : Défaut capteur de pression ou erreur courant bobine ou défaut étage de puissance injecteurs ou défaut température d'air ou température d'huile ou sonde(s) lambda amont ou FRλ en butées maxi ou mini ou position papillon inconnue.

### Trame Requête Déverrouillage ADC IS-RQD-CMM-072

Emetteur : ECM

Taille : 50 octets

Type événementielle

Octet 1	Service "demande de déverrouillage" = 00H	
Octet 2	Seed poids le plus fort	SEED 1
Octet 3	Seed poids fort	SEED 2
Octet 4	Seed poids faible	SEED 3
Octet 5	Seed poids le plus faible	SEED 4

**Trame données moteur IS-Dat-CMM-488**

Emetteur : ECM

Taille : 8 octets

Périodiques : Toutes les 100 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P005 / Température d'eau moteur							
Octet 2	P021 / Consommation carburant							
Octet 3	P022 / Consigne de ralenti							
Octet 4	P034 Forts ratés de combustion	P063 RVV en défaut	P089 Consign e IAE = 0	Inutilisé  = 0	P105 Alerte T° eau	P049 Demande allumage MIL	P031 Demande allumage voyant de préchauffage = 0	P032 Démarrage en cours
Octet 5	Demande augmentatio n charge en après démarrage = 0	Inutilisé				P051 Etat gestion climatisation		P053 Coupure alim. pour sécurité
Octet 6	P011 / Température d'huile moteur (Non utilisé)							
Octet 7	P056 / Pression du circuit de réfrigération							
Octet 8	P158 / Température d'air admission							

Température d'eau → en °C, valeur mini = - 40°C, valeur maxi = 214°C.

T° eau (°C) = valeur binaire – 40, valeur invalide = FF.

Consommation → en mm<sup>3</sup>, valeur mini = 0 mm<sup>3</sup>, valeur maxi = 20400 mm<sup>3</sup>

Conso (mm<sup>3</sup>) = 80 x valeur binaire.

Consigne de ralenti → en tr/mn valeur min = 0 tr/mn, valeur maxi = 2032 tr/mn.

Consigne ralenti (tr/mn) = 8 x valeur binaire  
valeur invalide = FF (boîtier papillon non alimenté ou défaut étage puissance injecteurs ou on n'est pas au ralenti)

Démarrage en cours → N > 24 tr/mn et on est en phase démarrage.

Demande allumage MIL → 0 = pas de défaut détecté 1 = Défaut EOBD détecté

Alerte température d'eau → 0 = pas d'alerte T° eau ; 1 = Alerte T° eau ou défaut sonde température.

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

RVV en défaut : 0 = RVV OK ; 1 = RVV en défaut si une coupure irréversible de la RVV a été décidée.

Forts ratés de combustion 0 = peu ou pas de ratés de combustion  
1 = Forts ratés de combustion  
(endommageant le cata)

Coupure clim pour sécurité 0 = Sécurité inactive (le compresseur fonctionne normalement) ; 1 = sécurité active (le compresseur est coupé). Il s'agit d'un ordre de coupure en provenance de la FRIC en cas de forte température moteur.

Etat gestion climatisation : 00 → aucune sécurité active  
01 → sécurité basse activée  
10 → sécurité haute activée  
11 → invalide

Cette information à l'attention du BSI remplace les contacts du pressostat.

Demande augmentation charge en après démarrage : toujours à 0, car la demande de chauffage catalyseur n'émane pas du BSI.

Pression du circuit de réfrigération : → en Kpa, valeur mini = 100 KPa,  
valeur maxi = 3100 Kpa Préfri  
(KPa) = 25 x valeur binaire ;  
valeur invalide = FF

Température d'air admission : → en °C, valeur mini = - 40°C,  
valeur maxi = 214 °C  
 $T^{\circ} \text{ air } (^{\circ}\text{C}) = \text{valeur binaire} - 40,$   
valeur invalide = FF.

**Trame supervision CMM IS-Supv-CMM-788**

Emetteur : ECM

Taille : 6 octets

Périodique : Toutes les 100 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P073 / Codes défaut supervision (il y a présence de défauts réseau)							
Octet 2	P071 / Flags de status confirmés absents (hôtes absents)							
Octet 3	00H							
Octet 4	00H							
Octet 5	P074 / Nombre de passages en mode bus off							
Octet 6	P075 / Nombre de messages non reçus (cumul des défauts de réception)							

**Trame dynamique moteur IS-Dyn 2-CMM-348**

Emetteur : ECM

Taille : 5 octets

Périodique : Toutes les 20 ms

Trame réservée au système CDS

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P152 / Rapport engagé calculé							
Octet 2	P019 / Couple demandé par le conducteur avant traitement							
Octet 3	P084 / Couple anticipé							
Octet 4	P017 / Couple résistant							
Octet 5				P091 / Etat du contact embrayage		P025 / Etat réalisation ASR		P026 / Acquittement ASR

Rapport engagé calculé : F si BVA ou rapport de boîte invalide sinon :

0000 → point mort ou débrayé

0001 → 1<sup>ère</sup>0010 → 2<sup>ème</sup>0011 → 3<sup>ème</sup>0100 → 4<sup>ème</sup>0101 → 5<sup>ème</sup>

1001 → M-AR

1010 → Intermédiaire

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

Couple demandé par le conducteur avant traitement : → en % par rapport à un couple de référence  $C_{réf} = 400 \text{ mN}$ .

Valeur mini = - 25 %, valeur maxi = 102 %.

Couple demandé par le conducteur (%  $C_{réf}$ ) = valeur binaire / 2 – 25.

Valeur invalide = FF.

Ce couple est égal à CMI conduct – Cpertes.

Couple anticipé → idem trame 208.

Couple résistant : → en % par rapport à un couple de référence  $C_{réf} = 400 \text{ mN}$  valeur mini = - 25 %, valeur maxi = 102 %.

Couple résistant (%  $C_{réf}$ ) = valeur binaire / 2 – 25.

Valeur invalide = FF.

Couple résistant = Cpertes.

Acquittement ASR : 0 = Problème dans le dialogue ASR/ECM  
1 = Dialogue correct.

Etat réalisation ASR : octet dont seuls les deux bits de poids faible sont utilisés ; ils indiquent si l'ECM est en mesure ou non de réaliser l'action demandée par l'ASR :

00 → Fonctionnement normal,

01 → Moteur géré en boucle ouverte (couple moteur imprécis),

10 → Fonctionnement fortement dégradé, le moteur ne peut réaliser intégralement la réduction de couple demandée (réduction du couple par coupure de cylindres non autorisée et Cons CMI résultante < CMI opti \*  $\eta_{av \text{ min}}$ ).

11 → Aucune action possible (position papillon inconnue)

Etat de l'embrayage :

00 → Embrayage relâché,

01 → Embrayage enfoncé,

10 → Contact HS (véhicule non équipé de ce contacteur).

### **Trame version CMM IS-Vers–CMM-108**

Emetteur : ECM

Taille : 8 octets

Mode événementiel. Cette trame est émise 1 seule fois 500 ms après la mise du +APC. C'est la première trame émise par l'ECM lors d'un cycle de fonctionnement.

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P076 / Système							
Octet 2	P077 / Jour de téléchargement							
Octet 3	P078 / Mois de téléchargement							
Octet 4	P079 / Année de téléchargement							
Octet 5	P080 / Code d'application							
Octet 6	P081 / Version soft ware							
Octet 7	P082 / Indice d'évolution logiciel							
Octet 8	P083 / Indice d'évolution calibration							

### Trame dynamique de l'ABS IS-Dyn-ABR-38D

Emetteur : Calculateur ABS/ABR

Taille : 5 octets

Périodique : Toutes les 40 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P010 / Vitesse véhicule (Poids fort)							
Octet 2	P010 / Vitesse véhicule (Poids faible)							
Octet 3	P033 / Distance (Inutilisé)							
Octet 4	P033 / Distance (Inutilisé)							
Octet 5	P052 / Accélération longitudinale							

Vitesse véhicule : → en km/h valeur mini = 0 km/h ;  
valeur maxi = 655,34 km/h  
Vvéh (km/h) = 0,01 x valeur binaire  
Valeur invalide = FFFF

Accélération longitudinale : → en m/s<sup>2</sup> valeur mini = - 14 m/s<sup>2</sup> ;  
valeur maxi = 6,32 m/s<sup>2</sup>. Acc véh (m/s<sup>2</sup>) = (0,08 \* valeur binaire) -14  
valeur invalide = FF.



**Trame dynamique de la BVA IS-Dyn-ABR-389**

Emetteur : BVA

Taille : 5 octets

Périodique : Toutes les 40 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P059 / Vitesse véhicule (Poids fort)							
Octet 2	P059 / Vitesse véhicule (Poids faible)							
Octet 3	P061 / Distance (Non utilisé)							
Octet 4	P061 / Distance (Non utilisé)							
Octet 5	P065 / Accélération longitudinale (Non fournie par 4HP20)							

Vitesse véhicule → en km/h valeur mini = 0 km/h ;  
 valeur maxi = 655,34 km/h  
 $V_{\text{véh}} (\text{km/h}) = 0,01 \times \text{valeur binaire}$  ;  
 valeur invalide = FFFF

**Trame dynamique BV IS-Dyn-BV-349**

Emetteur : BV

Taille : 6 octets

Périodique : Toutes les 20 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P028 Défauts EOBD BVA				P001 Réduction de couple demandée par BVA		P030 Réduction de traînée	
Octet 2	P057 / Consigne de couple demandée par BVA (ΔC estomp)							
Octet 3	P097 Demande augmentation du ralenti		P085 Interdiction changement état du compresseur cim		P087 Etat convertisseur BVA		P048 Demande GMV pour BV	P009 "Changement de rapport en cours"
Octet 4	P008 / Rapport de boîte engagé				P007 / Position levier de sélection			
Octet 5	P055 / Couple maxi admissible par BVA							
Octet 6	P094 / Régime entrée boîte de vitesse (régime turbine)							

Réduction de traînée :

00 → Parking ou neutre,

01 → Débrayé à l'arrêt (réduction de traînée demandée),

10 → Embrayé (D-R-3-2-1).

Réduction de couple demandée par la BVA :

00 → Pas de réduction de couple demandée,

01 → Réduction de couple demandée pour rapport descendant,

10 → Réduction de couple demandée pour rapport montant.

Défaut EOBD BVA :

0xxx → Pas de perturbation de l'algorithme de missfiring,

1xxx → Perturbation de l'algorithme de missfiring,

xxx0 → Pas de défaut dépollution BV,

xxx1 → Défaut dépollution BV.

$\Delta C$  estomp → En % par rapport à un couple de référence Créf de 400 mN

Valeur mini = -25% ; valeur maxi = 102%

$\Delta C$  estomp /% (Créf) = valeur binaire / 2-25 ; valeur invalide = FF

"changement de rapport en cours" :

0 = pas de passage en cours ;

1 = passage de rapport en cours.

Demande GMV : 0 = Aucune demande, T° huile BVA normale,  
1 = Demande augmentation vitesse GMV car  
T° huile BVA trop élevée.

Etat convertisseur BVA :

00 → Lock-up ouvert,

01 → Lock-up en glissement piloté,

10 → Lock-up fermé,

11 → Info état Lock-up non disponible.

Interdiction changement état compresseur clim :

00 → Pas de demande (commutations compresseur autorisées),

01 → Demande de commutations compresseur interdites.

Demande d'augmentation régime de ralenti :

0 = Pas d'action,

1 = Demande de ralenti accéléré ; cette demande permet d'augmenter la pression d'huile BV et d'éviter le patinage des embrayages.

Position du levier de sélection :

0000 → P

0001 → R

0010 → N

0011 → D

0100 → 4

0101 → 3

0110 → 2

0111 → 1

1000 → Intermédiaire P/R ou N/R

1001 → Intermédiaire N/D

1010 → Intermédiaire

1111 → CMF hors service ou indisponible

Rapport de boîte engagé :

0000 → Débrayé

0001 → Rapport 1

0010 → Rapport 2

0011 → Rapport 3

0100 → Rapport 4

1001 → M. AR

1010 → Point mort

1111 → BVA en mode refuge = "Débrayé" pour l'ECM

Couple max admissible → en % par rapport à Créf = 400 mN

Valeur mini = -25% ; valeur maxi = 102 %

CBVA abs (% Créf) = valeur binaire / 2 -25

Valeur interdite = FF

Régime entrée BVA

→ en tr/mn. Valeur mini = 0 tr/mn ;

Valeur maxi = 4064 tr/mn

Ntub BVA = 16 x valeur binaire ;

Valeur invalide = FF.

**Trame synchronisation du CdS IS-Dyn-CDS-34D**

Emetteur : ESP

Taille : 6 octets

Périodique : Toutes les 20 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	Fin du mot d'état CdS (Non utilisé)	P147 ASR/ESP en régulation	Mot d'état CdS (Non utilisé)		P088 Inhibition coupure par CdS (Non utilisée)	P047 Mode de régulation CdS		
Octet 2								
Octet 3	P043 / Consigne de couple ASR1							
Octet 4	P044 / Consigne de couple ASR2							
Octet 5	P045 / Consigne de couple MSR1							
Octet 6								

Mode de régulation CdS :

000 → Pas d'action sur le couple,

101 → Consigne de réduction (ASR),

110 → Consigne d'augmentation (MSR).

ASR/ESP en régulation :

0 → Non en régulation,

1 → En régulation.

Consignes de couples : → en % par rapport à un couple de référence

Créf = 400 mN. Valeur mini = - 25 % ; Valeur maxi = 102 %

Valeur physique (% Créf) = Valeur binaire / 2 – 25

Valeur invalide = FF

Chacune de ces consigne, après conversion dans le format BOSCH, est additionnée à Cpertes ; ainsi

Consigne ASR1 → CASRrapide

Consigne ASR2 → CASRlent

Consigne MSR → CMSR

**Trame données habitacle IS-Dat-BSI-412**

Emetteur : BSI

Taille : 8 octets

Périodique : Toutes les 50 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1			P013 Contact frein principal				P024 + dém	P040 Frein principal HS
Octet 2	P041 Commandes RVV						P069 RVV ON	P070 Pare-brise électrique ON
Octet 3								
Octet 4	P104 Cmde chauffage Add 2 (Non utilisé)	P104 Cmde chauffage Add 1 (Non utilisé)		P068 Etat IAE (Non utilisé)		P086 Diag niveau mini carburant		P012 Mini carburant
Octet 5	P023 / Puissance électrique consommée							
Octet 6	P092 / T° huile moteur							
Octet 7								
Octet 8								

Frein principal HS : 0 = Contact pédale de frein OK ; 1 = Contact pédale de frein HS

+ dém : 0 = clé de contact hors démarrage ; 1 = clé de contact sur démarrage

Contact frein principal : 0 = pédale de frein relâchée ; 1 = pédale de frein appuyée

Pare brise électrique ON = Non appliqué

RVV ON : 0 = RVV OFF ; 1 = RVV ON

Commandes RVV :

00 = Pas d'action sur les boutons,

01 = Bouton accélération appuyé,

10 = Bouton décélération appuyé,

11 = Bouton annulation appuyé.

Min carburant :

0 = Niveau au dessus du minimum,

1 = Niveau minimum atteint.

Diag niveau mini carburant :

00 = Détection niveau mini carburant OK,

01 = Détection niveau mini carburant non OK

Puissance électrique consommée : Non appliqué

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

Température d'huile : → en °C ; valeur mini = - 40 °C ; valeur maxi = 214 °C.

$T^{\circ} \text{ huile } (^{\circ}\text{C}) = \text{Valeur binaire} - 40$  ; valeur invalide = FF.

### Trame données climatisation IS-Dat-CLIM-50E

Emetteur : BSI

Taille : 3 octets

Périodique : Toutes les 100 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1								P050 AC/Th
Octet 2								
Octet 3								

AC-Th : 0 = Pas de requête d'enclenchement compresseur  
1 = Enclenchement compresseur demandé.

### Trame données transmission IS-Dat-BV-489

Emetteur : BVA

Taille : 4 octets

Périodicité : Toutes les 60 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	P008 Rapport engagé				P007 Position levier de sélection			
Octet 2					P029 Programme BVA sélectionné			P009 changement de rapport en cours
Octet 3			Interdiction de changement d'état clim		P090 Taux de conversion de couple			
Octet 4	P102 / Température huile BV							

Programme BVA sélectionné :

00 → Loi de conduite normale,

01 → Loi de conduite Sport,

10 → Loi de conduite impulsif/Manuel

11 → Loi de conduite neige.

Taux de conversion de couple : Valeur mini = 1 ; valeur maxi = 3,8

Taux = (0,2 x valeur binaire) + 1 ; valeur invalide = F.

Cette valeur représente les pertes par friction de la BVA, et n'est pas utilisée actuellement.

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

Température d'huile BVA : → en °C ; valeur mini = - 40 °C ; valeur maxi = 214 °C  
 T° huile BVA = valeur binaire – 40.  
 Valeur invalide = FF.

### Trame confirmation déverrouillage ADC IS-CFD-BSI-0A8

Emetteur : BSI

Taille : 5 octets

Mode événementiel

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	04H = Autorisation de déverrouillage							
Octet 2	Key poids le plus fort							
Octet 3	Key poids fort							
Octet 4	Key poids faible							
Octet 5	Key poids le plus faible							

### Trame de contexte "distance" IS-Contexte-1-7E2

Emetteur : BSI

Taille : 6 octets

Périodique : Toutes les 1000 ms

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Octet 1	A définir							
Octet 2	Code réponse = 61 H							
Octet 3	Service kilométrage = 8FH							
Octet 4	P015 / kilométrage poids faible							
Octet 5	P015 / kilométrage poids moyen							
Octet 6	P015 / kilométrage poids fort							

Cette trame n'est pas encore émise actuellement

Kilométrage : Valeur mini = 0 km ; valeur maxi = 16 777 214 km

Conversion : valeur physique = valeur binaire

Valeur invalide = FFF FFF

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**



## COMPOSANTS DU DISPOSITIF

### I - CIRCUIT DE CARBURANT

ORGANE	FOURNISSEUR	REFERENCE	OBSERVATIONS
Carburant préconisé			Super sans plomb 95 RON ou 98 RON
Réservoir à carburant			Capacité = 65 litres Composition = polyéthylène
Ensemble pompe, filtre à carburant et régulateur de pression	MARWALL		Pompe électrique immergée dans le réservoir Tension : 12V Pression : 3 bars Débit : 115 à 120 l/h Pression de régulation : 3,5 bars
Réservoir canister	PURFLUX	PPGF 30	Implantation : sous l'aile avant gauche
Electrovanne purge canister	BOSCH	0 280 142 317	Electrovanne normalement fermée Connecteur 2 voies marron Implantation : sous l'aile avant gauche Résistance = 24 ohms
Injecteurs essence	BOSCH	EV 8 E 0 280 155 613	Groupe d'injecteurs 1-2-3, connecteur 2 voies noir Groupe d'injecteurs 4-5-6, connecteur 2 voies noir Repère couleur jaune Injecteurs 4 jets Résistance = 16 ohms
Amortisseur de pulsations		0 280 161 500	Implantation : sur le carter de distribution Muni d'une valve SCHRAEDER

### II - CIRCUIT D'AIR

ORGANE	FOURNISSEUR	REFERENCE	OBSERVATIONS
Capteur de pression intégré	BOSCH	DS-S2 0 261 260 140	Connecteur 3 voies gris Intégré à la tubulure d'admission
Boîtier papillon motorisé	BOSCH	DVE5 0 280 750 041	Connecteur 6 voies noir Fixation sur le collecteur d'admission
Thermistance air admission	JAEGER	402 084 01	Connecteur 2 voies gris Fixation : sur le conduit d'admission du filtre à air

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

## III - CIRCUIT ELECTRIQUE

ORGANE	FOURNISSEUR	REFERENCE	OBSERVATIONS
Calculateur injection allumage	BOSCH	ME 7.4.6 0 261 206 418	Connecteur 128 voies Injection séquentielle Eprom de type "flash" (eprom reprogrammable) Implantation dans le coffret de calculateurs électronique
Relais double multifonctions de contrôle moteur	SIEMENS	S210500000	Relais principal 1 : connecteur 16 voies gris Relais principal 2 : connecteur 16 voies vert Relais puissance 3 : connecteur 16 voies noir Implantation dans le coffret de calculateur électronique
Capteur pression direction assistée	BITRON	280 911	Connecteur 2 voies bleu Ouverture de contact à 20 bars Pour information calculateur (volant en butée de direction) Bague de repère violet Fixation sur le tube de sortie de pompe haute pression de direction assistée
Capteur position pédale accélérateur	ELECTRICFIL	14 43 33	Connecteur 6 voies noir Double capteur à effet hall Alimentation 5 volts Fixation sur la pédale d'accélérateur
Capteur de position arbre à cames	ELECTRICFIL	14 43 25	Connecteur 3 voies gris Fixation : sur carter chapeau de palier d'arbre à cames d'admission
Capteur de cliquetis	BOSCH	0 261 231 10	Connecteur 3 voies vert Fixation : sur la partie centrale du Vé du bloc moteur Impératif respecter le couple de serrage : $2 \pm 0,5$ m.daN
Thermistance eau moteur	DAV	402 243 03	Connecteur 2 voies vert Fixation : sur le boîtier de sortie d'eau
	ELECTRICFIL	14 43 32	Couple de serrage : $2 \pm 0,2$ m.daN
Capteur régime moteur	ELECTRICFIL	14 43 28	Connecteur 2 voies noir Fixation : sur la carter d'embrayage de la boîte de vitesses
Capteur pression réfrigération	TEXAS INSTRUMENTS	52 CP10 – 01	Connecteur 3 voies noir Fixation : entrée condenseur en bas à droite
Electrovanne de VTC	UNISIA	B 237 96 41502	Connecteur 2 voies gris Fixation : sur chaque culasse côté distribution
Capteur T°huile	JAEGER	96 303 227	Connecteur 3 voies vert Fixation : sur bloc moteur à gauche de la cartouche

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

**IV - CIRCUIT D'ALLUMAGE**

ORGANE	FOURNISSEUR	REFERENCE	OBSERVATIONS
Bougies d'allumage	BOSCH	FGR8MQPE	Ecartement des électrodes : 1 mm Couple de serrage : 2,5 ± 0,1 m.daN
Bobines d'allumage type crayon	SAGEM	BAC 1 2526140	Connecteur 4 voies noir Allumage de type séquentiel

**V - CIRCUIT D'ECHAPPEMENT**

ORGANE	FOURNISSEUR	REFERENCE	OBSERVATIONS
Sonde à oxygène amont	BOSCH	258 040 232	Connecteur 4 voies vert Fixation avant : sur le collecteur d'échappement Fixation arrière : sur le précatalyseur
Sonde à oxygène aval	SAGEM	258 040 232	Connecteur 4 voies bleu Fixation avant : sur le précatalyseur Fixation arrière : sur le précatalyseur Couple de serrage : 5 ± 0,1 m.daN

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

## ABREVIATIONS PRINCIPALES UTILISEES

### CAPTEURS

MR	: Marque de référence position moteur (à 84° vil/PMH)
MR'	: 2 <sup>ème</sup> marque de référence position moteur (à 78° vil/PMH)
N	: Régime moteur
grad Ncycle	: Gradient de régime
grad Ncycle filt	: Gradient de régime filtré
$\alpha_{vil}$	: Angle vilebrequin instantané
$\alpha_{vilo}$	: Angle vilebrequin parcouru au moment où l'on se trouve au PMH en allumage sur le cylindre physique n°1
$\alpha_{adapt\ init}$	: Angle d'adaptation initial entre un flanc descendant de la cible AAC et la marque MR' du vilebrequin (104°vil)
Pab	: Pression absolue tubulure d'admission en hPa mesurée par le capteur
T°air	: Température de l'air d'admission après traitement dans le calculateur
T°eau	: Température d'eau moteur après traitement dans le calculateur. Elle est représentative de la température moteur.
$\alpha_{pédal\ instant\ 1\ ou\ 2}$	: Position instantanée de la pédale d'accélérateur directement égale à $\frac{US\ 1\ ou\ 2}{UA} \times 100\%$
$\alpha_{pédal\ norm}$	: Position normalisée de la table d'accélérateur ; elle représente le pourcentage de la course disponible ("pied à fond" – "pied levé") auquel se trouve la pédale à un moment donné.
$\alpha_{pap/but\ bas}$	: Position du papillon des gaz par rapport à sa butée basse apprise ; elle est égale à $US\ pap\ 1/but\ bas \times pente$ avec $US\ pap\ 1/but\ bas =$ tension instantanée du potentiomètre 1 par rapport à la tension du potentiomètre 1 en butée basse
Préfri	: Pression du fluide frigorigène en hPa
Vvéh	: Vitesse véhicule en Km/h
Accél longitudinale	: Accélération longitudinale du véhicule en m/s <sup>2</sup>
Ub	: Tension batterie
Bilan de charge	: Etat de charge de la batterie

### SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

**CALCUL DE LA CHARGE MOTEUR**

FCT <sub>h</sub>	: Facteur de compensation thermique
FCT <sub>air</sub>	: Facteur de correction de densité
Q <sub>purge</sub>	: Débit massique d'air à l'admission en provenance de la purge canister
Q <sub>purge GO</sub>	: Débit massique d'air issu de la purge pour une vanne ouverte à 100%
FCALT	: Facteur de correction d'altitude
Patmo	: Pression atmosphérique ; elle est égale à FCALT x 1013
Q <sub>Apap</sub>	: Débit massique d'air à travers le papillon
R <sub>pres</sub>	: Rapport entre la pression collecteur P <sub>col</sub> et la pression en amont du papillon P <sub>pap</sub>
RA <sub>brut</sub>	: Remplissage relatif brut en air
P <sub>colmod</sub>	: Pression collecteur modélisée
RA <sub>total</sub>	: Remplissage relatif total en air calculé à partir de la pression absolue
RA <sub>total mod</sub>	: Remplissage relatif total en air calculé par modélisation
P <sub>col</sub>	: Pression régnant dans le collecteur d'admission
RA	: Remplissage relatif en air en pourcentage
QA	: Débit massique d'air admis dans le moteur en Kg/h

**CALCUL DE VARIABLES INTERNES**

T <sub>amb2</sub>	: Température ambiante calculée à partir de T° <sub>air</sub> ; elle est utilisée dans le calcul du couple consommé par les accessoires, ainsi que dans la fonction FRIC
α <sub>pap</sub> prédit	: Angle d'ouverture papillon prédit calculé à partir de la consigne d'ouverture papillon prédite
RA prédit	: Remplissage prédit ou "charge prédite" utilisée pour le calcul des compensation en transitoires
α <sub>p</sub>	: Angle de prédiction pour le calcul de RA prédit
P <sub>col</sub> prédit	: Pression collecteur prédite permettant d'obtenir RA prédit
T°éch <sub>ap</sub> amont	: Température d'échappement en amont catalyseur modélisée
T°éch <sub>ap</sub> aval	: Température d'échappement en aval catalyseur modélisée
QA intégré	: Débit d'air intégré depuis le démarrage du moteur

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

**CALCUL DES DEMANDES DE COUPLES**

CRVV	: Couple demandé par la fonction Régulation de Vitesse Véhicule
Cpédale	: Couple relatif demandé par le conducteur en fonction de la position pédale d'accélérateur
CMlmax	: Couple indiqué maximal possible
CMlmin	: Couple indiqué minimal que le moteur doit au moins fournir
CMlconduct	: Couple indiqué demandé par le conducteur
CMlconduct RA	: Couple indiqué demandé par le conducteur, destiné à la coordination du remplissage
Cpertes	: Couple de pertes comprenant le couple résistant du moteur Crésist, et le couple absorbé par les accessoires Cacc
Crésist total	: Cpertes + Cconvertisseur, ce dernier étant le couple de pertes au niveau du convertisseur d'une BVA
CMldém	: Couple que le moteur doit fournir au démarrage
dCchauff cata	: Réserve de couple demandée en phase de chauffage du catalyseur
CNmax	: Couple correspondant au régime maxi admissible du moteur
Cvvéh max	: Couple correspondant à la vitesse d'avancement maxi admissible du véhicule
$\Delta$ Cagrément	: Delta de couple pour l'agrément de conduite agissant sur la branche avance ; il comprend la valeur de couple d'estompage $\Delta$ Cestomp demandé par la BVA lorsqu'elle procède à un changement de rapport
Préconstat	: Pré Consigne statique de régime de ralenti
Cons ral	: Consigne de ralenti comprenant la fonction suiveur
$\Delta$ CRRalpd	: Delta de couple issu du régulateur de ralenti ; il s'agit de la somme des corrections proportionnelle et différentielle. Cette grandeur agit sur l'avance
$\Delta$ CRRali	: Delta de couple issu du régulateur de ralenti ; il s'agit du terme intégral. Il intervient dans le calcul des couples demandés par le conducteur CMlconduct et CMlconduct RA
$\Delta$ CRRalair	: Partie différentielle issue du régulateur de ralenti agissant sur la branche air
Réserve Cral	: Réserve de couple au ralenti agissant sur la branche air, permettant une éventuelle augmentation de couple

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

**COORDINATION DE COUPLE**

Cons CMIrempli	: Consigne de couple indiqué pour action sur le remplissage
Cpurge	: Couple demandé par la fonction purge canister, permettant d'améliorer l'aspiration du moteur
CMSR	: Consigne de couple demandée par la fonction MSR du calculateur de CdS
CASR lent	: Consigne de couple lent demandée par la fonction ASR du calculateur de CdS
ConsCMIav	: Consigne de couple indiqué pour action par l'avance
ConsCMI résultant	: Consigne de couple indiqué résultante utilisée pour l'action par la coupure d'injection
CASRrapide	: Consigne de couple rapide demandée par la fonction ASR du calculateur de CdS
CMlimit	: Couple de limitation lié à la tenue moteur
CMImax av	: Couple maximal autorisé par action sur l'avance
CMImax air	: Couple maximal autorisé par action sur le remplissage
CBVA rapide	: Consigne de couple rapide demandé par le calculateur de BVA destiné à agir sur l'avance lors d'un changement de rapport. Ici, cette consigne n'est utilisée que pour la protection BVA contre les fausses manœuvres

**GRANDEURS DE BASE**

Av opti	: Avance optimale correspondant au CMloptimal
AvB	: Avance de base ; il s'agit de l'avance statique dont le moteur a besoin (prise en compte du point de fonctionnement et de la protection contre le cliquetis)
$\eta_{avB}$	: Rendement d'avance de base
$\eta_{avBmoy}$	: Moyenne du rendement d'avance de base
CMlopti	: Couple indiqué optimal
CMIB	: Couple indiqué de base égal à $CMlopti \times \eta_{avBmoy}$ et $\lambda B$
$\lambda B$	: Consigne de base de l'excédent d'air requis

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**



**ACTIONS SUR LE REMPLISSAGE**

ConsRA	: Consigne de remplissage en air du moteur fonction de ConsCMI rempli
$\Delta$ RARRempli	: Delta de consigne de remplissage issue du régulateur de remplissage. Il est fonction de l'écart entre ConsRA et le remplissage réel RA
Cons $\alpha$ pap	: Consigne d'ouverture papillon obtenue après avoir calculé une consigne de pression collecteur ConsPcol, et par suite une consigne de débit d'air QAcons $\alpha$ pap
Cons $\alpha$ pap/but bas	: Consigne d'ouverture papillon par rapport à sa butée basse ; il s'agit de Cons $\alpha$ pap avec prise en compte d'une limitation, d'une prédiction et d'un temps mort

**GESTION DE L'ALLUMAGE**

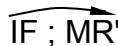
Consav	: Consigne d'avance issue directement de ConsCMIav
Av	: Avance finale à appliquer suite à la correction de phase ; celle-ci est appliquée à Cons av, ou à l'avance de base AVB
Av min	: Consigne d'avance minimale à fournir au moins au moteur
Ucliq	: Tension de sortie de l'intégrateur en fin de fenêtre d'analyse cliquetis en mV
Ucliq comp	: Tension de sortie de l'intégrateur compensée en tenant compte de l'offset en mV
Uréf	: Seuil de tension de référence pour détection cliquetis
Fdétec	: Facteur de détection pour détection cliquetis
dav cliq	: Correction anti-cliquetis (retrait d'avance) prenant en compte la valeur de retrait d'avance par coup de cliquetis (avec adaptation ou non), ainsi que le retard en dynamique
Tcharge appli	: Temps de charge réellement appliqué aux bobines primaires
Cons Tcharge	: Consigne de temps de charge f(Ubat)
dTcharge	: Correction du temps de charge issue de la régulation du temps de charge
$\alpha$ début charge	: Angle entre référence vilebrequin MR' et la dent où la conduction du courant primaire doit débuter
$\alpha$ fin charge	: Angle entre référence vilebrequin MR' et la dent où la conduction du courant primaire doit cesser (production de l'étincelle)

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

**NIVEAU DE COUPURE D'INJECTION**

ConsNivcoup	: Consigne de niveau de coupure des injecteurs fonction de la consigne de couple ConsCMIrésultant
Niv coup actuel	: Nombre de cylindres coupés actuellement

**GESTION DE L'INJECTION**

Ti1 ; Ti2	: Temps d'injection appliqué aux injecteurs d'une rangée de cylindres
Ti inj x	: Temps d'injection propre à un injecteur prenant en compte le "modèle de masquage" de l'injection
IF	: Instant de fermeture des injecteurs (fin d'injection, correspondant à une dent couronne 60-2 précise)
 IF ; MR'	: Angle entre IF et MR' ; il est égal à $\alpha_F + \alpha_{Fi}$
$\alpha_F$	: Angle fixe entre MR' et le RFA avec VTC au repos
$\alpha_{Fi}$	: Angle variable calculé entre le RFA et IF
$\alpha_{Fi \text{ min}}$	: Angle de fin d'injection minimal admissible
$T_\phi$	: Temps de compensation du "temps mort injecteur"
Tie	: Temps d'injection effectif fonction directement de la masse relative de carburant Rc calculée, nécessaire au bon fonctionnement du moteur

**1. Préconsigne du mélange**

FenrichB	: Facteur d'enrichissement de base
Fenrich dém	: Facteur d'enrichissement de démarrage
Fenrich Ap dém	: Facteur d'enrichissement en après démarrage
Fenrich MenA	: Facteur d'enrichissement lors de la mise en action
Fréat	: Facteur de réattelage suite à une coupure en décélération
Rc transit	: Masse relative de carburant pour compensation en transitoire
Cons $\lambda$ Ap dém	: Consigne de lambda "moteur" en après démarrage
Cons $\lambda$ Ap dém/MenA	: Consigne de lambda "moteur" en après démarrage et pendant la mise en action
FP	: Film d'essence paroi (Epaisseur)
CTL	: Correction longue en transitoire
CTC	: Correction courte en transitoire
FCORtransit	: Facteur de correction de la compensation en transitoire ; il comprend le facteur d'adaptation en transitoire FADPTaccél ou FADPTdécél

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**

## 2. Préconsigne du mélange

Cons lim $\lambda$	: Consigne de limitation de lambda pour la rangée 1
Cons lim $\lambda_2$	: Consigne de limitation de lambda pour la rangée 2
Cons $\lambda$ /site sonde	: Consigne de lambda souhaité au niveau de la sonde amont rangée 1
Cons $\lambda$ /site sonde 2	: Consigne de lambda souhaité au niveau de la sonde amont rangée 2

## 3. Régulation et adaptation de richesse

FP	: Facteur de régulation de richesse de correction proportionnelle
FI	: Facteur de régulation de richesse de correction intégrale
FR $\lambda$ et FR $\lambda_2$	: Facteurs de régulation de richesse, 1 pour chaque rangée
FR $\lambda_{moy}$ et FR $\lambda_{moy} 2$	: Facteurs de régulation de richesse moyens, 1 par rangée. Ils servent de grandeur d'entrée à l'auto-adaptation de richesse
Fada mul et Fada mul2	: Facteurs d'adaptation de richesse multiplicatifs, 1 par rangée
Ada Rc add et Ada Rcadd 2	: Termes d'adaptation additifs de la masse de carburant, 1 par rangée
TRBT	: Temps de retard basculement total dans la régulation de richesse amont
DTRBPCATA	: Delta de TRB lors d'une purge en oxygène des catalyseurs
TRBN	: Temps de retard basculement normal
TRB $\lambda_{AV}$	: Temps de retard basculement (positif ou négatif) issu de l'étage de traitement du signal de la sonde aval (ou régulation aval)

## 4. Réaspiration des vapeurs d'essence

ConsRCOpurge	: Consigne de RCO à donner à l'électrovanne de purge f(ConsQpurge)
ConsQpurge	: Consigne de débit de purge souhaité
ConsTp	: Consigne de taux de purge permettant de calculer ConsQpurge
Rc purge	: Masse relative de carburant issue de la purge à soustraire de la masse de carburant Rc théorique dont a besoin le moteur à un moment donné
Cc	: Charge en vapeurs d'essence du canister

## FONCTIONS ANNEXES

**1. Pilotage chauffage sondes à oxygène**

TNCHλ : Temps de non chauffage des sondes (signal carré d'alimentation résistance à zéro)

**2. Gestion du compresseur de réfrigération**

AC-Th : Information "thermostat" 0 ou 1 en provenance du boîtier de servitude intelligent (BSI) ; il s'agit de la demande d'autorisation de commander le compresseur, que le BSI adresse à l'ECM

AC-OUT : Information "autorisation de commande compresseur" 0 ou 1 que l'ECM donne au BSI en réponse à la réception du signal AC-Th

**3. Fonction refroidissement**

GMV1 : Sortie de commande GMV en grande vitesse

GMV2 : Sortie de commande GMV en petite vitesse

Cons VGMV clim : Consigne de vitesse GMV demandée par la climatisation (sous bloc BRAC)

Vit GMV req : Vitesse de GMV requise

Cons VGMV lim : Consigne de vitesse GMV limitée

## SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE

**DIAGNOSTIC**

MIL : Male fonction indicator lamp = voyant indicateur de défauts

Ligne K : Ligne série de diagnostic à trames rapides

CO : Circuit ouvert (rupture)

CC+ : Court – circuit au +

CC- : Court – circuit au –

APC : Après contact

MT : Moteur tournant

**Diag catalyseur :**

Ampli ch cata = amplitude modélisée du catalyseur

Ampli sonde AV = amplitude normale de la sonde aval

Moy Ampli sond AV = amplitude moyenne réelle de la sonde aval

**Détection ratés d'allumage :**

Tseg = durée d'un segment vilebrequin (1 segment = 120°)

INSTvil = Valeur "instabilité" vilebrequin

INSTréf = Instabilité de référence (seuil)

$\Delta$ INSTvil(n) = Ecart d'instabilités d'un segment

INSTcyl filt (i) = Marge d'instabilités sur un cylindre

$\Delta$ INSTvil réf = Seuil de l'écart d'instabilités

MargeINST réf = Seuil de marge d'instabilités

**SYSTEME DE CONTROLE MOTEUR BOSCH MOTRONIC ME7.4.6 – 3EME PARTIE**