



SUPPORT BANC MOTEUR PEDAGOGIQUE

Moteur essence Injection Directe Turbo

(IDT)

1. Dossier ressource :	4
1.1. Présentation du moteur :	4
Caractéristiques techniques :	4
Technologies présentes :	4
Innovations notables :	4
Historique de l'injection directe :	4
Le turbo Twin-scroll :	6
Les arbres à cames à déphasage variable VVT :	6
1.2. Le système d'injection/allumage Bosch MED 17.4 :	9
Présentation du système :	9
Nomenclature :	10
Schéma électrique :	11
Le synoptique du CMM :	12
Le Faisceau Moteur Unique (FMU) :	12
1.3. Connecteurs et courbes caractéristiques :	13
1.4. Les composants du système :	25
Le CMM (Calculateur Moteur Multifonction) Bosch MED 17.4 :	25
Le BSI :	26
Le PSF1 (Platine de Servitude Fusibles moteur) :	26
Le combiné 0004 :	27
L'alternateur piloté 1020 :	27
Le calculateur Airbag 6570 :	27
Les bougies (1131 à 1134) :	27
Les injecteurs (1331 à 1334) :	27
La pompe HP (1279) :	29
Le capteur de référence cylindre (1116) :	32
Le capteur de régime moteur :	32
Le capteur pression tubulure :	32
Le capteur de cliquetis :	32
Le thermostat piloté (1380) :	35
Le capteur de température d'eau :	36
La pompe à carburant :	36
Le capteur de pression de rail (1325) :	36
L'électrovanne de purge canister (1215) :	37
L'électrovanne :	37
L'électrovanne de déphasage d'arbre à cames d'admission (1243) :	38
Le capteur de position pédale d'accélérateur avec contacteur de point dur intégré (1261) :	38
Boîtier papillon motorisé (1262) :	40
L'électrovanne de régulation de turbo (1223) :	40
L'électrovanne de décharge turbine compresseur (1295) :	41
Le capteur de surpression turbo (1311) :	43
Le capteur de pression tubulure d'admission (1312) :	43
La sonde à oxygène proportionnelle amont (1357) :	43
La sonde à oxygène aval (1352) :	46
La pompe à eau de refroidissement de turbo (1550) :	47
Le contacteur d'embrayage (7306) :	48
Le contacteur de pédale de frein (2120) :	48
Le capteur de niveau d'huile (4100) :	48
Le manocontact d'huile (4110) :	48
Le motoventilateur :	48
2. Dossier d'utilisation :	49
2.1. NOTICE D'UTILISATION ET D'INSTRUCTIONS :	49
2.2. Partie électrique 230V / 12V :	51
2.3. L'arrêt d'urgence :	55
2.4. Le support moteur :	56

1. Dossier ressource :

1.1. Présentation du moteur :

Le moteur EP6DT fait partie de la nouvelle gamme de moteurs développée en collaboration entre PSA et BMW. Il dispose des dernières avancées technologiques pour répondre à des normes de dépollution de plus en plus drastiques.

Cette collaboration s'est organisée de la manière suivante : BMW est en charge de l'étude et du développement alors que PSA s'occupe de la phase de production.

Caractéristiques techniques :

Moteur 4 cylindres, 16 soupapes d'une cylindrée de 1598 cm³

Turbocompresseur et injection directe

Puissance de 105 KW (143 ch) pour un couple de 240 Nm disponible dès 1400 trs/min

Technologies présentes :

La classique courroie de distribution est remplacée par une chaîne et un barbotage ce qui a l'avantage de simplifier l'entretien. En effet la chaîne ne se change pas pendant la vie du moteur.

La culasse, dotée de 2 arbres à cames, dispose du système VVT (Variable Valve Timing : déphaseur variable de l'arbre à came d'admission = VANOS chez BMW).

Le moteur EP6DT possède un système d'injection d'air à l'échappement avec bi-pass : euro4.

Le turbo utilise la technologie Twin-scroll c'est à dire qu'il possède 2 entrées pour les gaz d'échappement (voir chapitre : le turbo Twin-Scroll).

Le refroidissement du turbo est confié à une pompe à eau de refroidissement, propre au turbo, dite pompe à eau additionnelle.

Innovations notables :

Injection directe essence

Distribution par chaîne

Alternateur piloté par le CMM (contrôle moteur)

Thermostat piloté par le CMM

Filtre à air intégré sur le moteur

Pompe à huile à cylindrée variable

Une nouvelle culasse avec bielles, carter et chemises débouchantes.

Turbo Twin-scroll

Historique de l'injection directe :

- L'injection directe d'essence n'est pas une nouveauté puisqu'il faut remonter à 1925 puis en 1938 pour trouver les premiers brevets.
- La première application concrète est l'œuvre de Mr George Rogembeau qui convertit au début des années 50 une Traction Avant à ce mode d'injection.
- Dès lors que les ingénieurs allemands eurent connaissance des travaux de l'ingénieur français, ils rachetèrent les brevets à Citroën pour les reprendre à leur compte et sortir le premier véhicule de série à injection directe...la mythique Mercedes 300SL en 1955. Vu l'époque le système était évidemment mécanique et obligé un réglage fastidieux tous les 2500km !!!Dès lors cette solution fut mise de côté...
- Les problèmes de fiabilité, d'encombrement et de coût ont cantonné l'injection directe au gros moteur diesel de camion jusqu'à la fin des années 80
- En 1987, c'est Fiat avec la Croma turbo diesel qui réussit le tour de force de commercialiser un véhicule s'affranchissant des problèmes évoqués ci-dessus. Très vite reconnue pour ses performances et sa sobriété, Fiat connut rapidement un énorme succès commercial.

- Dès lors, l'allemand Bosch racheta les brevets dans l'optique de développer la gamme des TDI pour le groupe Volkswagen...la saga était lancée et cette technologie se généralisa sur tous les constructeurs durant les années 90 avec, cependant, des différences de fonctionnement notoires (rampe commune chez les français opposés aux injecteur pompe de Volkswagen par exemple)
- Mais c'est le japonais Mitsubishi qui remit l'essence sur un système d'injection directe au milieu des années 90 avec les moteur GDI.
- Les constructeurs français se sont engagés dans cette voie parmi les premiers avec les HPI (PSA) et IDE (Renault) au début 2000, abandonnée pour manque de développement.
- 2001 Victoire au Mans d'Audi avec un FS, Audi généralise le FSI dans sa gamme essence
- 2007 Arrivée de la 207THP, moteur EP6DT, 2^{ème} génération à injection directe
- La même année Porsche restyle son Cayenne et lui offre l'injection directe (DFI).
- 2008 ce coup-ci c'est la mythique 911 de Porsche qui reçoit l'injection directe sur les Carrera et Carrera S

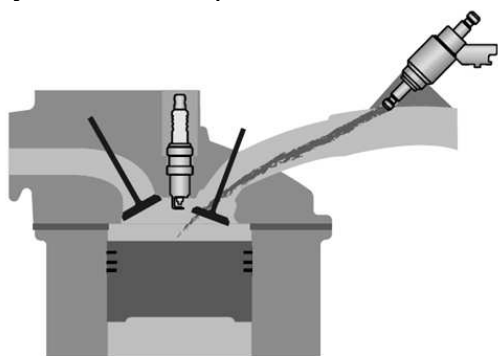
L'injection directe d'essence :

Pourquoi :

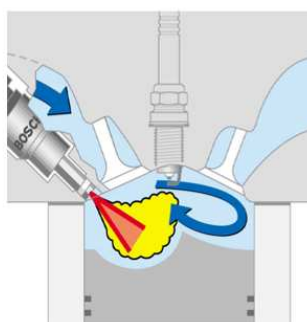
L'augmentation du coût du carburant et le réchauffement climatique conduisent les constructeurs à injecter l'essence avec toujours plus de précision. Hors pour limiter les pertes, il est préférable d'injecter directement dans les cylindres plutôt que dans la tubulure. Cette solution permet d'injecter des gouttes plus fines de manière totalement libre (aux limites physique des injecteurs et du traitement des informations par le calculateur) et non en corrélation avec la levée de la soupape. Cette technologie est l'innovation principale du moteur EP6DT présent sur le support.

Principe :

Le principe de base est simple puisqu'il s'agit (comme en diesel) d'injecter directement dans le cylindre et non plus dans la tubulure d'admission en amont de la soupape d'admission.

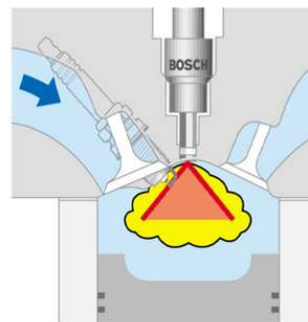


Injection indirecte



Injection directe

Procédé par guidage flux d'air/paroi
Injecteur en position latérale
Montage de l'EP6DT



Injection directe

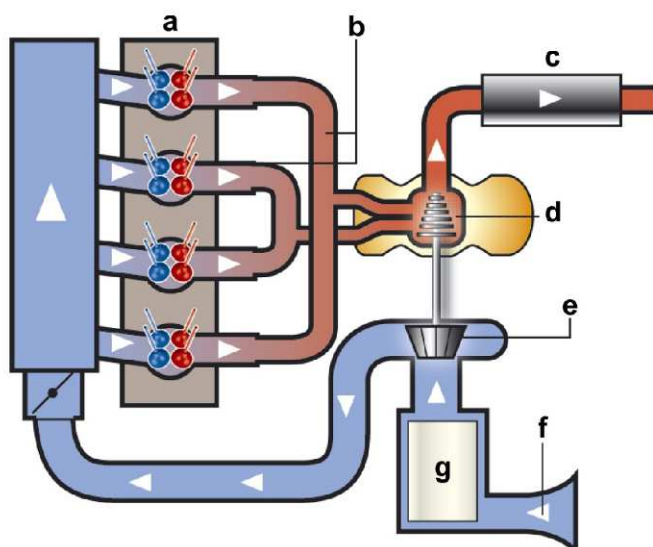
Procédé par projection d'un jet
Injecteur en position centrale

a combustion est alors plus homogène et le rendement amélioré. La consommation de carburant se trouve alors diminuée et les émissions de CO₂, célèbre pour leurs responsabilités dans le réchauffement climatique (gaz à effet de serre) diminuent également. Que les sportifs se rassurent, le mélange étant injecté directement dans le cylindre, l'injection directe améliore le refroidissement de la chambre de combustion. L'air étant plus frais, sa masse volumique augmente ce qui permet de rentrer plus d'air dans le cylindre. Il est ainsi possible d'augmenter le taux de compression et d'obtenir plus de puissance par un meilleur rendement des moteurs. Cette baisse de la température permet également de diminuer les NOx.

Remarque : Dans tous les systèmes à injection directe, la forme du piston fait l'objet d'études complexes. En effet elle est utilisée pour le brassage et l'orientation du mélange. Elle dépend également de l'orientation et du type de l'injecteur.

Le turbo Twin-scroll :

Le principe du turbo Twin-scroll consiste à couper l'entrée de la turbine en 2 et faire arriver les gaz d'échappement par 2 collecteurs différents. En effet, les échappements des cylindres sont groupés 2 par 2 (1 avec 4 et 2 avec 3) pour éviter les phénomènes de contre pression (pompage) et ainsi d'optimiser le rendement de la turbine.



A : moteur 4 cylindres 4 soupapes

B : Séparation des gaz d'échappement

C : Pot catalytique

D : Turbine avec entrée séparée

E : Compresseur

F : Entrée d'air

G : Filtre à air

Au moment de la fermeture de la soupape d'échappement, l'air se bloque et crée un mouvement de retour. Si la tubulure est commune cela se traduit par une oscillation de l'air (répétition de mouvement avant arrière) et donc une perte de rendement. Avec le système Twin-scroll, les gaz d'échappement ont également un mouvement de retour dans la tubulure mais le cylindre suivant va échapper dans l'autre tubulure de la turbine et celle-ci ne sera donc pas affectée par la contre pression.



Sur l'image, on voit bien les deux entrées de la turbine du turbo ainsi que les deux parties du collecteur d'échappement.

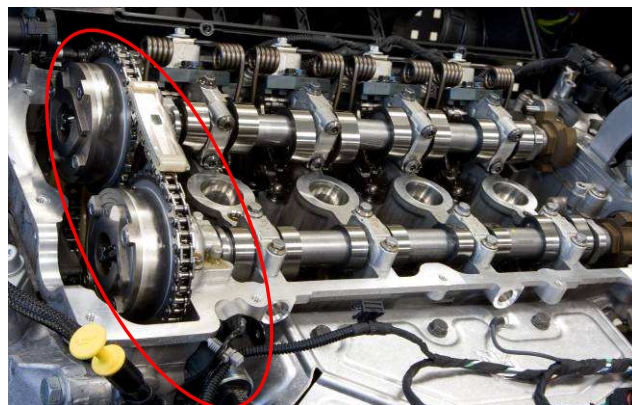
Les arbres à cames à déphasage variable VVT :

Présentation du système :

Sur l'EP6, chaque arbre à cames possède son système de déphasage.

Ici nous voyons :

- En haut, la poulie avec déphaseur sur l'AAC d'admission
- En dessous, la poulie avec son déphaseur sur l'AAC d'échappement
- En bas, l'électrovanne de déphaseur d'AAC d'échappement



RQ : Les photos proviennent du moteur EP6 qui dispose du système VVT sur les 2 arbres à cames alors que l'EP6DT ne possède de déphaseur que sur l'arbre à cames d'admission.

Le système VVT (Variable Valves Timing) permet de faire varier le phasage de l'arbre à cames d'admission et d'échappement en continu.

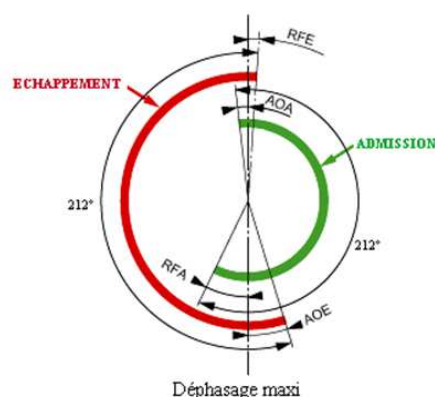
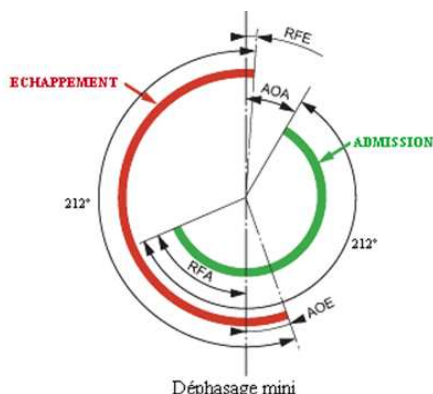
Le principe consiste à faire varier l'angle de rotation de la poulie d'arbre à cames en fonction du régime moteur afin de garantir un remplissage optimal quelque soit le régime de fonctionnement.

Il procure donc les avantages suivant :

- Affranchissement relatif du calage fixe de la distribution qui dépend de la chaîne
- Réduit la consommation d'essence
- Réduit les HC, NOx et CO
- Couple moteur disponible sur toute la plage de fonctionnement.

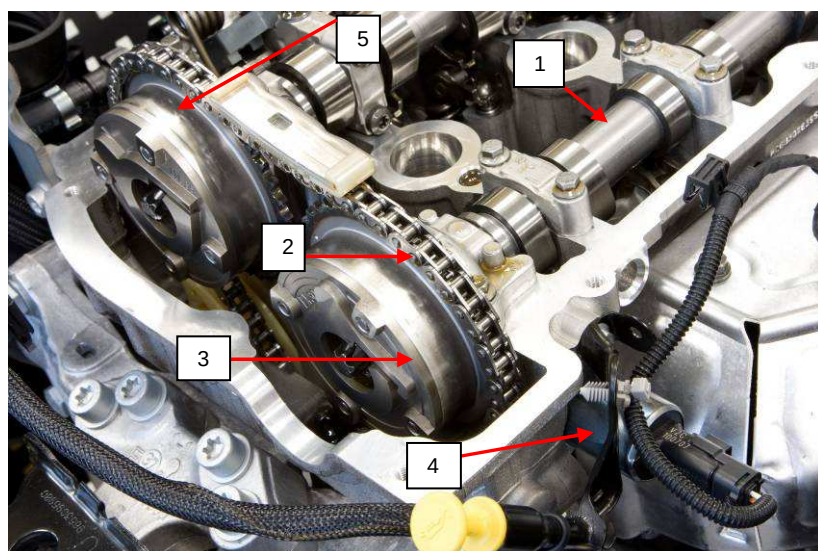
Le VVT (ou Vanos chez BMW) est intercalé entre l'arbre à cames et la poulie de distribution qui l'entraîne.

Le schéma ci-contre nous montre ce dont est capable le VVT sur un tour d'arbre à cames de butée à butée.



Le phasage variable de la distribution adapte le calage des lois d'ouverture et fermeture des soupapes en fonction du régime moteur avec la meilleure dynamique possible.

Fonctionnement :



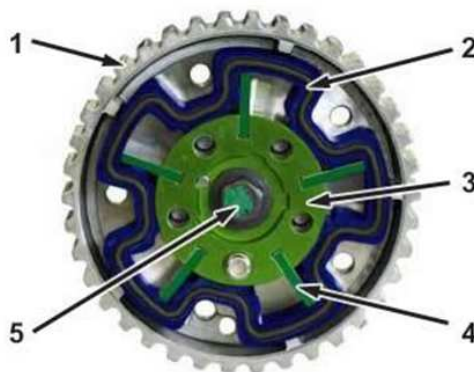
VVT échappement

- 1 Arbre à cames échappement
- 2 Chaîne de distribution
- 3 Compartiment hermétique dans la poulie d'arbre à cames
- 4 Electrovanne
- 5 VVT admission

A l'intérieur de la poulie d'entraînement de l'arbre à cames se trouve une pièce qui forme des chambres de travaux. Cette pièce est solidaire de la poulie d'entraînement. Ces chambres comportent des palettes qui coupent la chambre en 2 parties. Ces parties sont reliées chacune à un côté de l'électrovanne.

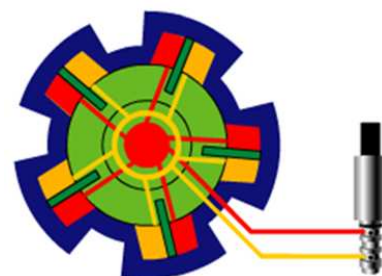
Les palettes sont reliées au moyeu central, qui lui est solidaire de l'arbre à cames. Par conséquent, lorsque les palettes bougent elles entraînent une rotation de l'arbre à cames par rapport à la poulie d'entraînement.

- 1 poulie d'entraînement de l'arbre à came
(entraînée via la chaîne de distribution)
- 2 cette partie forme des compartiments hermétiques
dit chambres de travaux, solidaires à la poulie 1
- 3 moyeu central qui est donc solidaire à l'arbre à came
- 4 palette solidaire du moyeu
- 5 Vis permettant la fixation du VVT sur l'arbre à came



Lorsque l'électrovanne n'est pas alimentée, elle autorise le passage de huile sous pression dans les chambres de travail d'un côté des palettes tandis que le retour se fait par l'autre côté.

Lorsque l'électrovanne est alimentée, il y a équilibre des pressions. L'électrovanne étant pilotée en RCO, toutes les valeurs intermédiaires sont possibles.



Pour créer ce déplacement des palettes, on utilise la pression d'huile moteur que l'on distribue différemment de chaque côté des palettes créant ainsi un déséquilibre des pressions dans les chambre de travail. La pression d'huile moteur est distribuée par l'électrovanne pilotée par le CMM.

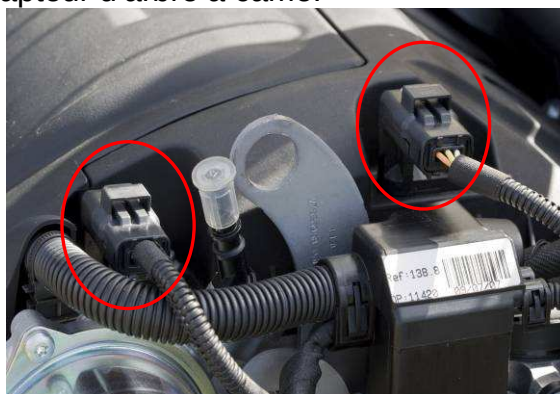
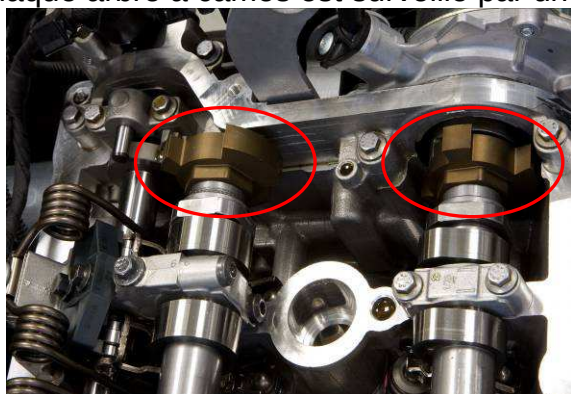
Lorsque l'électrovanne est alimentée, il y a équilibre des pressions. Schéma ci-dessus.

Lorsque l'électrovanne n'est pas alimentée, elle autorise le passage de l'huile sous pression dans la chambre de travail d'un côté des palettes tandis que le retour se fait par l'autre côté des palettes. Schéma ci-contre.

L'électrovanne étant pilotée en RCO, toutes les valeurs intermédiaires sont possibles.



Chaque arbre à cames est surveillé par un capteur d'arbre à came.



Couvre culasse déposé
(les photos provenant de l'EP6 il y a 1 système de déphasage par arbre à cames).

moteur fermé

1.2. Le système d'injection/allumage Bosch MED 17.4

Présentation du système :

Désignation :

MED 7.x.x

Le nombre désigne la variante

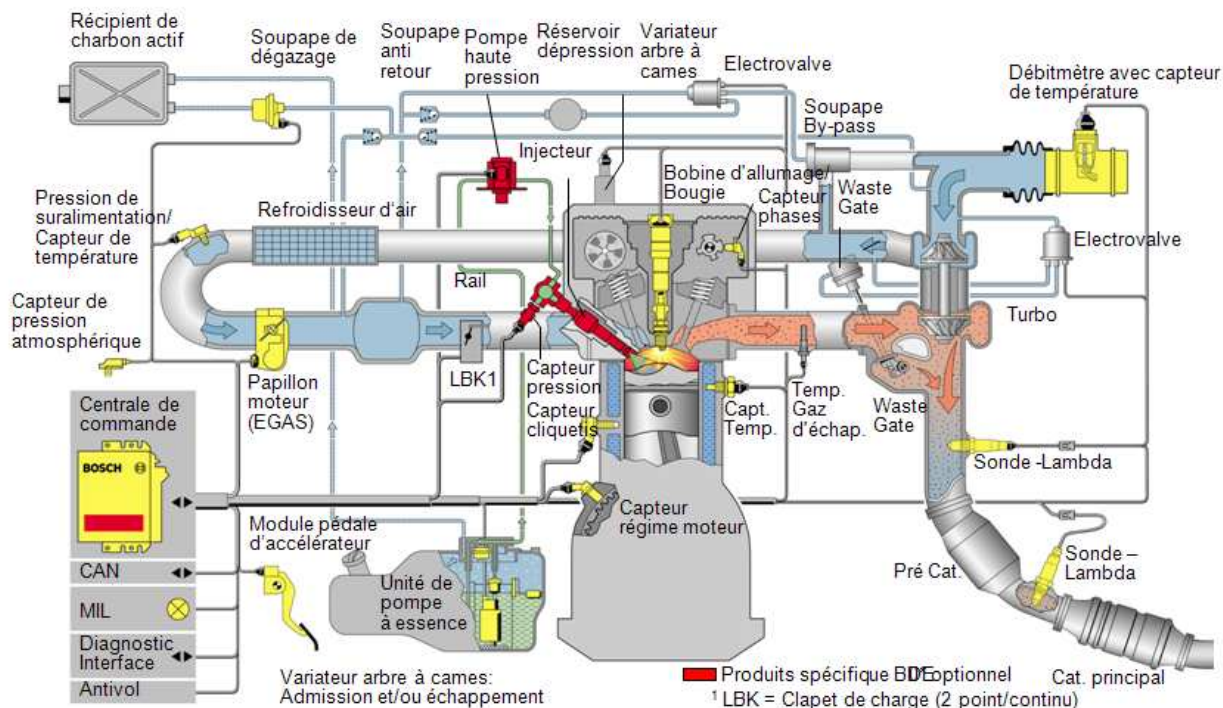
Le nombre désigne la plateforme des centrales de commandes (7, 9, 17,..)

D → Injection directe	(Gasoline Direct Injection)
G → Gestion boîte à vitesse	(Automatic Transmission Control)
E → E- Gas	(Electronic Throttle Control)
M → Motronic	(Motor Management Electronic)

Notre moteur est équipé du système MED 17.4 c'est-à-dire Motronic, E-gas, Injection directe disposant de la plateforme 17 dans la variante 4.

Pour information, la plate forme 17 est sortie en 2006 pour la première fois sur l'EP6DT et dispose de 32 bits (contre 16 sur les versions précédentes).

Motronic MED $\lambda = 1$, turbo



Fonctionnement :

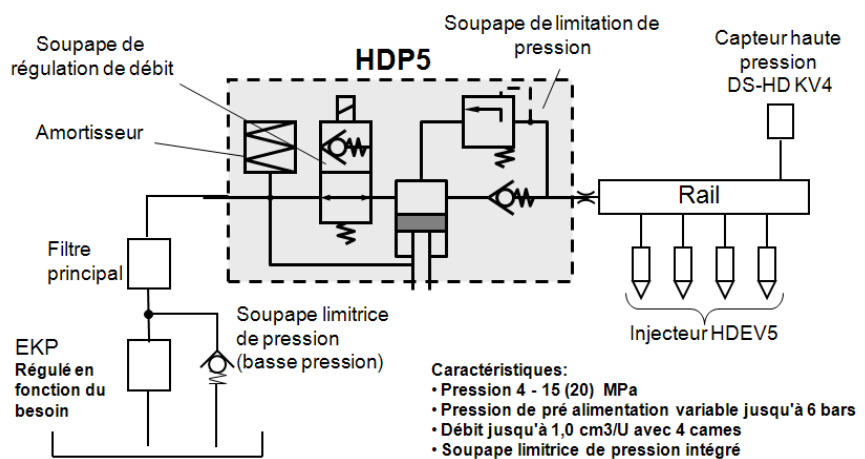
Les moteurs équipés du système d'injection directe d'essence forment le mélange dans la chambre de combustion. Le moteur aspire par la soupape d'admission uniquement l'air nécessaire à la combustion. L'injection directe d'essence se caractérise par une injection à haute pression (HP) directement dans la chambre de combustion.

Le carburant est acheminé par un circuit basse pression (BP) jusqu'à la pompe HP par une pompe à essence électrique sous une pression de 3 à 6 bars. La pompe HP augmente la pression dans une fourchette de 50 à 150 bars en fonction de la charge et du régime moteur.

Le carburant est alors stocké dans le rail puis injecté grâce aux injecteurs commandés électriquement. Un capteur de pression implanté dans le rail surveille en permanence la pression disponible.

Lorsque la pression de rail dépasse la valeur demandée par le calculateur, une soupape de limitation de pression interne à la pompe HP permet de décharger la rampe vers le circuit BP (interne à la pompe).

Circuit carburant :

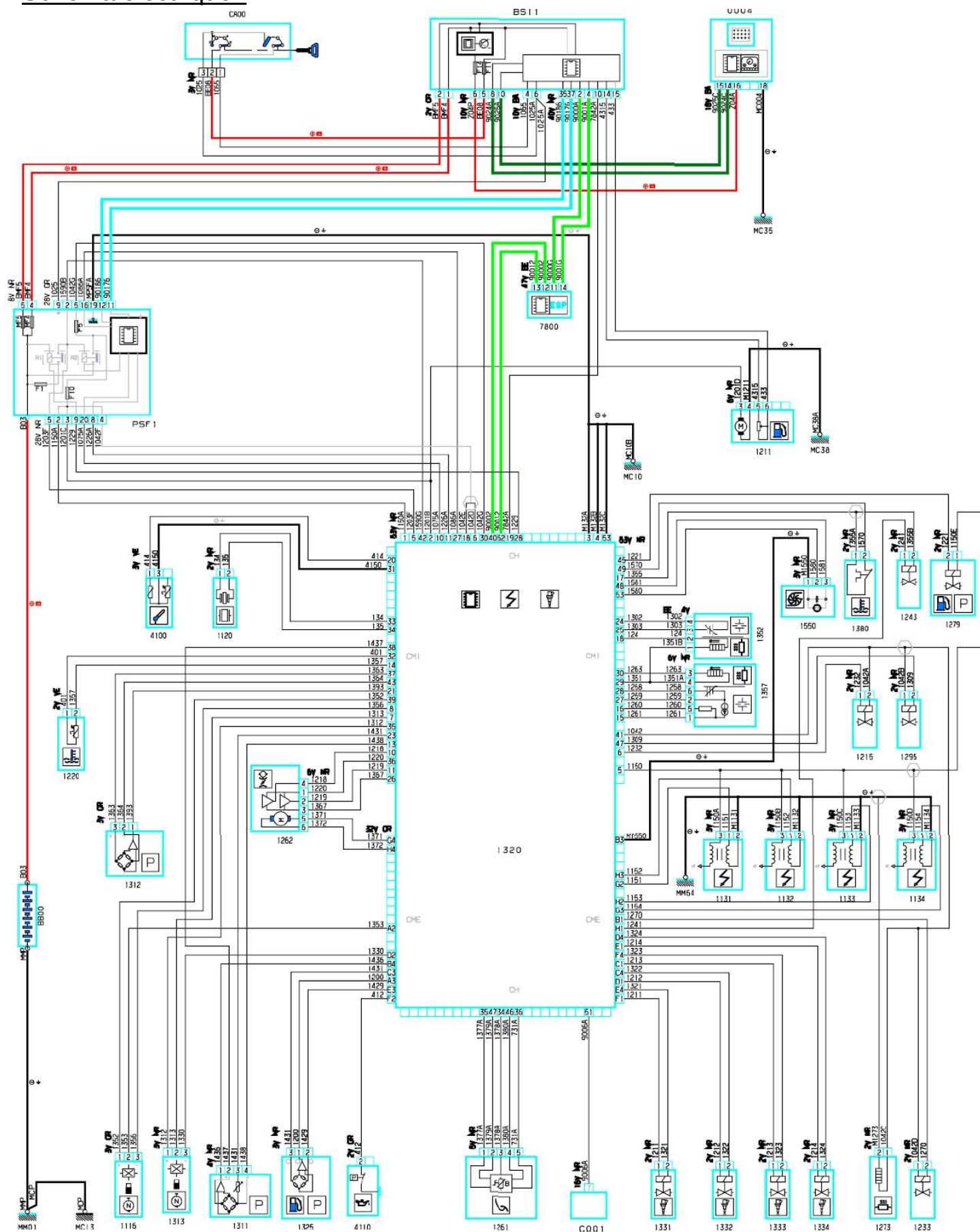


HDP5 est le nom donné à la pompe HP Bosch.

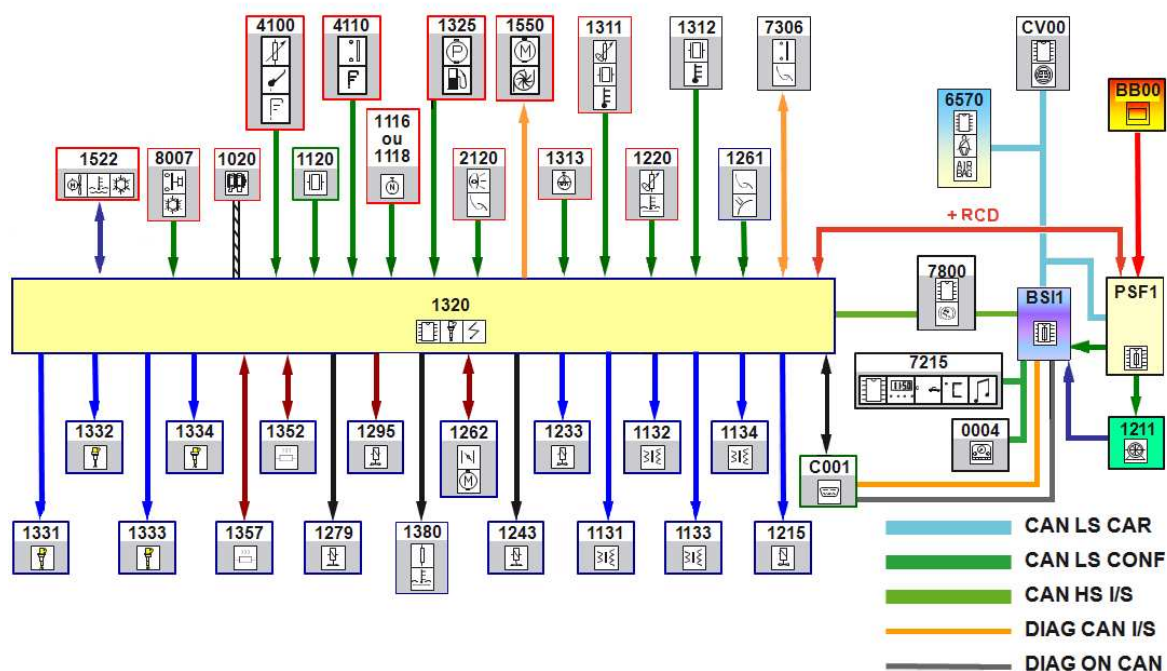
Nomenclature :

- | | |
|---|--|
| 0004 : combiné | |
| 1020 : alternateur | |
| 1116 ou 1118 : capteur position arbre à cames admission et échappement | |
| 1120 : capteur cliquetis | |
| 1131, 1132, 1133, 1134 : bobines allumages séparées n°1, 2, 3 et 4 | |
| 1211 : pompe jauge à carburant | |
| 1215 : électrovanne purge canister | |
| 1220 : capteur température liquide de refroidissement moteur | |
| 1233 : électrovanne de régulation de pression turbo | |
| 1243 : électrovanne déphaseur variable d'AAC admission (VANOS ou VTT) | |
| 1261 : capteur position pédale accélérateur | |
| 1262 : boîtier papillon motorisé | |
| 1279 : électrovanne de régulation de haute pression essence (en EP6DT/S) | |
| 1295 : électrovanne de décharge turbine (en EP6DT/S) | |
| 1311 : capteur de pression air admission amont papillon | |
| 1312 : capteur pression tubulure admission aval papillon | |
| 1325 : capteur Haute Pression essence sur rail(en EP6DT/S) | |
| 1331,1332, 1333, 1334 : injecteurs cyl. n°1, 2, 3 et 4 (8 trous a.l.d. 6) | |
| 1352 : sonde à oxygène avant aval | |
| 1357 : sonde à oxygène proportionnelle | |
| 1380 : thermostat piloté pour eau (TT EP) | |
| 2120 : contacteur redondant pédale de frein | |
| 4100 : capteur de niveau d'huile moteur | 4110 : manocontact huile moteur |
| 7306 : contacteur de pédale embrayage | 7800 : calculateur ESP* / CDS |
| 1313 : régime moteur | 1320 : CMM contrôle moteur |
| 8007 : capteur pression fluide réfrigérant | BSI : boîtier de Servitude Intelligent |
| C001 : prise diagnostique | CV00 : module de commutation sous volant |
| PSF1 : Platine de Servitude boîte à Fusibles compartiment moteur | |

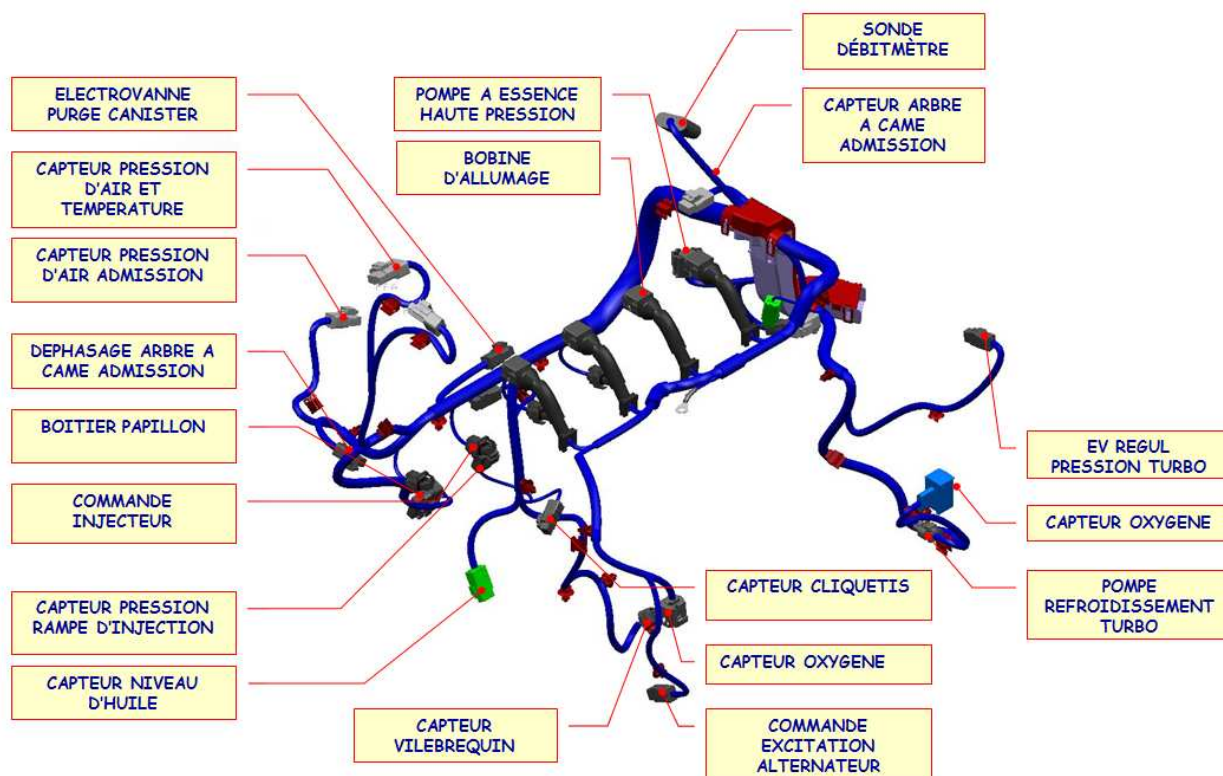
Schéma électrique :



Le synoptique du CMM



Le Faisceau Moteur Unique (FMU) :



1.3. Connecteurs et courbes caractéristiques :

Connecteur 53 voies noir :

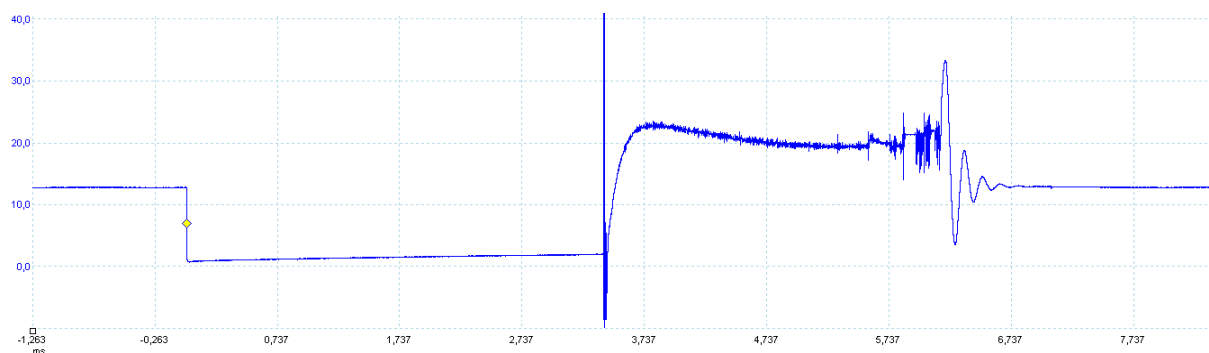
Voie	Signal ou niveau de tension
1	Alimentation bobine d'allumage (12V)
2	Commande pompe carburant
3	Masse
4	Masse
5	Alimentation calculateur injection
6	Alimentation des fonctions moteur
7	
8	
9	
10	Information moteur tournant
11	Commande relais de puissance contrôle moteur
12	
13	
14	
15	
16	Alimentation des fonctions moteur
17	
18	
19	Info réveil commande à distance
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	Excitation démarreur
28	Commande relais principal contrôle moteur
29	
30	Alimentation des fonctions moteur
31	
32	
33	
34	Info position pédale d'accélérateur 2
35	Info position pédale d'accélérateur 1
36	Signal point dur pédale d'accélérateur
37	
38	
39	
40	CAN H INTERSYSTEM
41	
42	Alimentation relais GMV
43	
44	
45	
46	Alimentation +5V capteur position accélérateur
47	Masse capteur position pédale d'accélérateur
48	
49	
50	
51	Ligne K (diag)
52	CAN L INTERSYSTEM
53	Masse

Connecteur 53 voies marron :

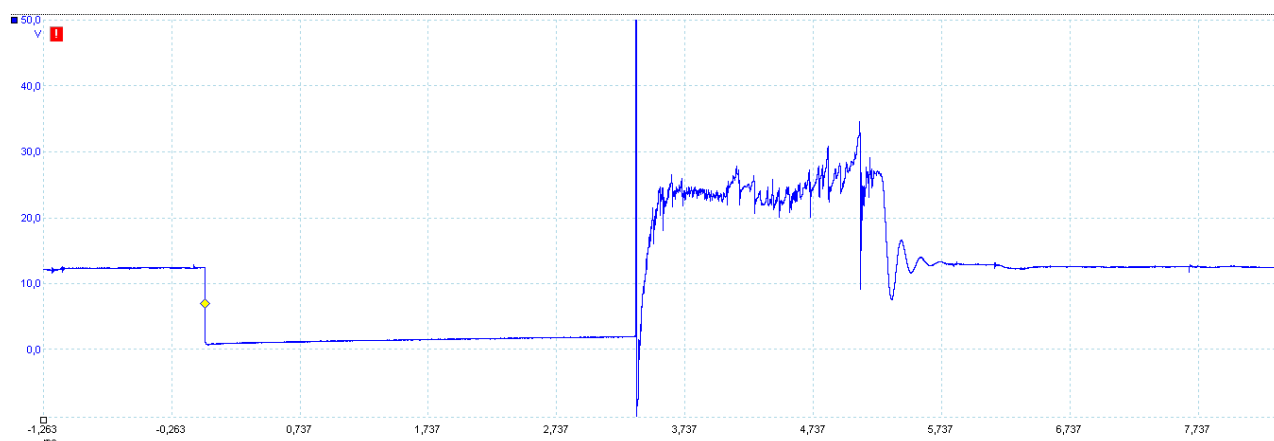
Voie	Signal ou niveau de tension
1	
2	
3	
4	
5	Alimentation bobine d'allumage
6	Commande électrovanne de purge canister
7	Masse capteur de régime moteur
8	Masse capteur arbre à cames
9	
10	Signal position potentiomètre papillon 1
11	Signal position potentiomètre papillon 2
12	
13	Masse capteur pression air admission turbo
14	Masse température eau moteur
15	Information pompe de courant sonde lambda
16	Information résistance de compensation sonde lambda
17	Alimentation électrovanne canister
18	Commande chauffage sonde lambda C aval cata
19	
20	Signal niveau d'huile
21	Signal pression air admission
22	
23	Alimentation capteur pression de rail carburant
24	Signal sonde lambda C+ aval cata
25	Signal sonde lambda C- aval cata
26	Masse potentiomètre papillon motorisé
27	Signal – sonde proportionnelle
28	Signal + sonde proportionnelle
29	Alimentation chauffage sonde lambda (amont et avale)
30	Commande chauffage sonde proportionnelle
31	Masse analogique capteur de niveau d'huile
32	Signal température d'eau
33	Signal capteur de cliquetis A+
34	Signal cliquetis A-
35	Alimentation capteur régime moteur
36	Alimentation 5V potentiomètre papillon (5V)
37	Alimentation capteur pression air admission
38	Alimentation capteur de pression air admission turbo
39	Alimentation capteur accélérateur
40	
41	Alimentation fonction moteur
42	
43	Masse capteur pression air admission
44	
45	Commande électrovanne de régulation pression carburant
46	
47	Commande électrovanne décharge de suralimentation
48	Commande pompe à eau refroidissement turbo
49	Commande thermostat piloté
50	
51	
52	
53	Alimentation refroidissement turbo

Connecteur 32 voies gris :

Voie	Signal ou niveau de tension
A1	
A2	Signal capter arbre à cames n°1
A3	Signal capteur pression carburant
A4	
B1	Commande électrovanne pression de suralimentation
B2	
B3	Masse pompe refroidissement turbo
B4	Signal pression air admission turbo
C1	Commande injecteur 3 +
C2	
C3	Alimentation capteur rail carburant
C4	Commande injecteur 3 -
D1	Commande injecteur 2 +
D2	Information régime moteur
D3	
D4	Commande injecteur 4 -
E1	Commande injecteur 4 +
E2	
E3	Masse capteur pression rail carburant
E4	Commande injecteur 1 -
F1	Commande injecteur 1 +
F2	Signal pression d'huile
F3	
F4	Commande injecteur 3 -
G1	
G2	Commande allumage1
G3	Commande allumage 4
G4	Commande moteur papillon (par +)
H1	Electrovanne de distribution variable 1
H2	Commande allumage 3
H3	Commande allumage 2
H4	Commande moteur papillon (par -)

Allumage ralenti :


Allumage à 4000trs/min



Gestion turbo :

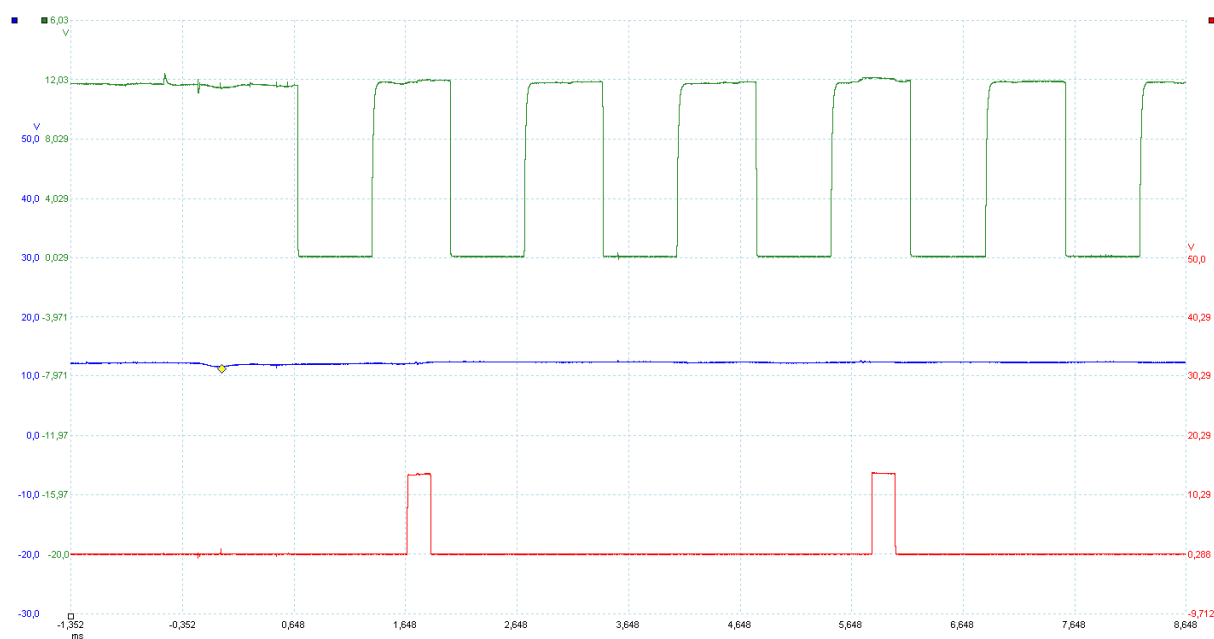
Pour les schémas ci-dessous :

En vert : information régime moteur

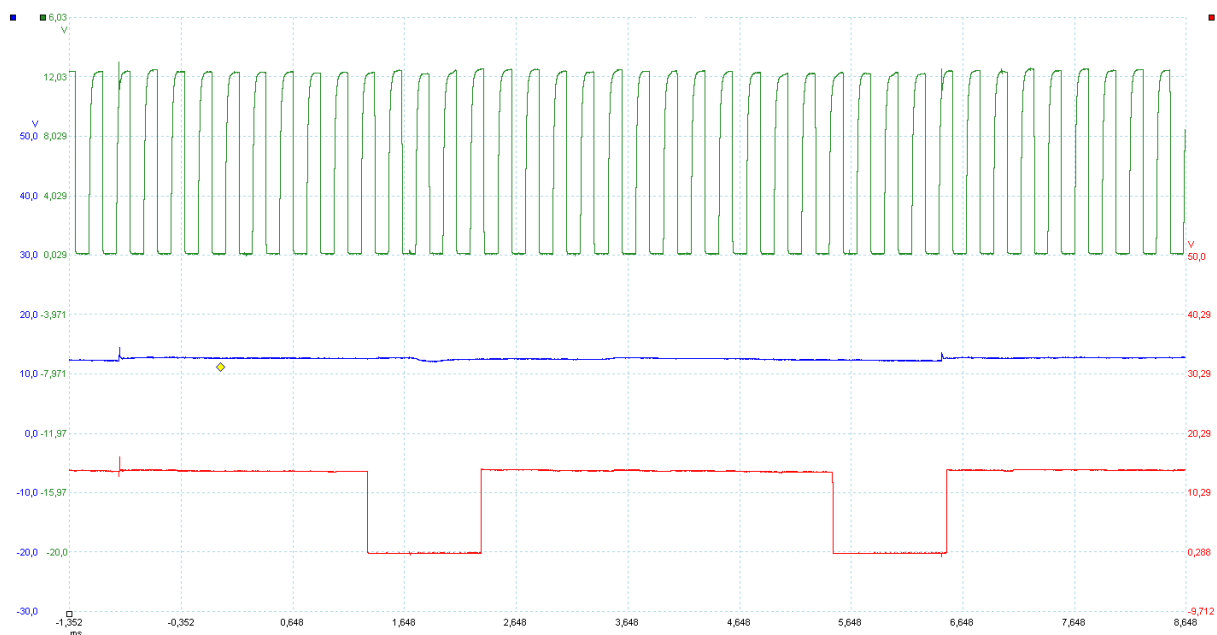
En bleu : commande électrovanne décharge turbine (dump valve)

En rouge : commande électrovanne de régulation de suralimentation (waste gate)

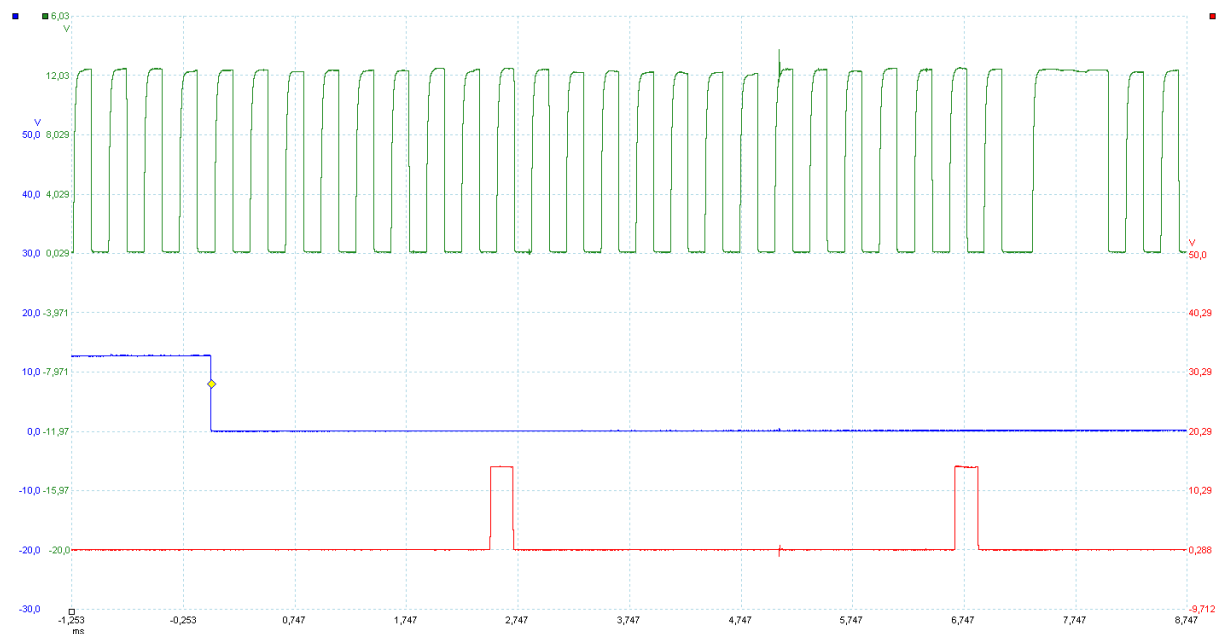
Gestion turbo ralenti



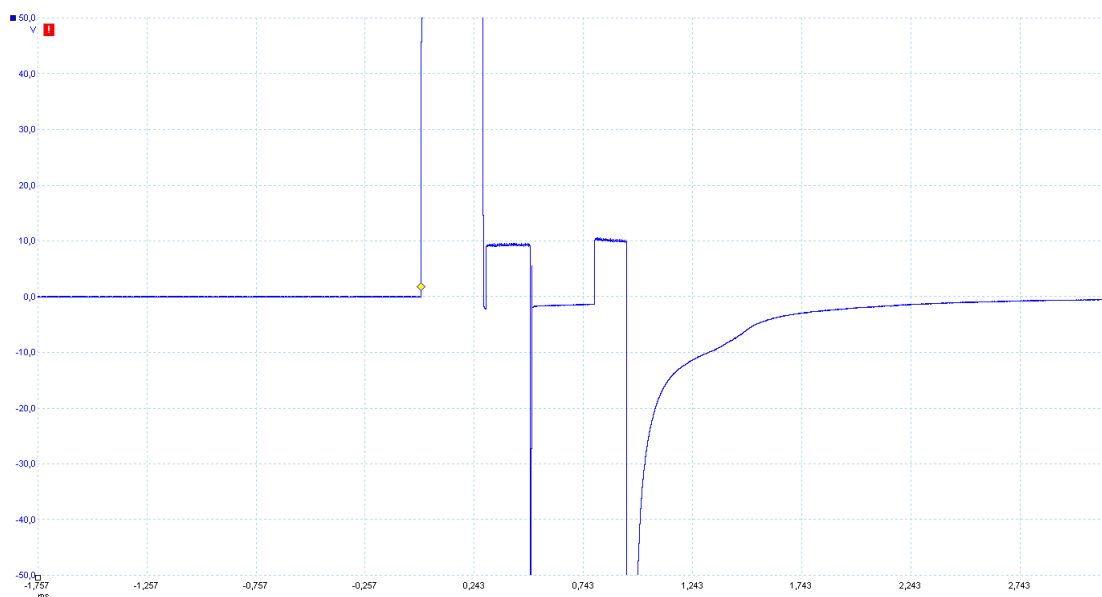
Gestion turbo 4000trs/min



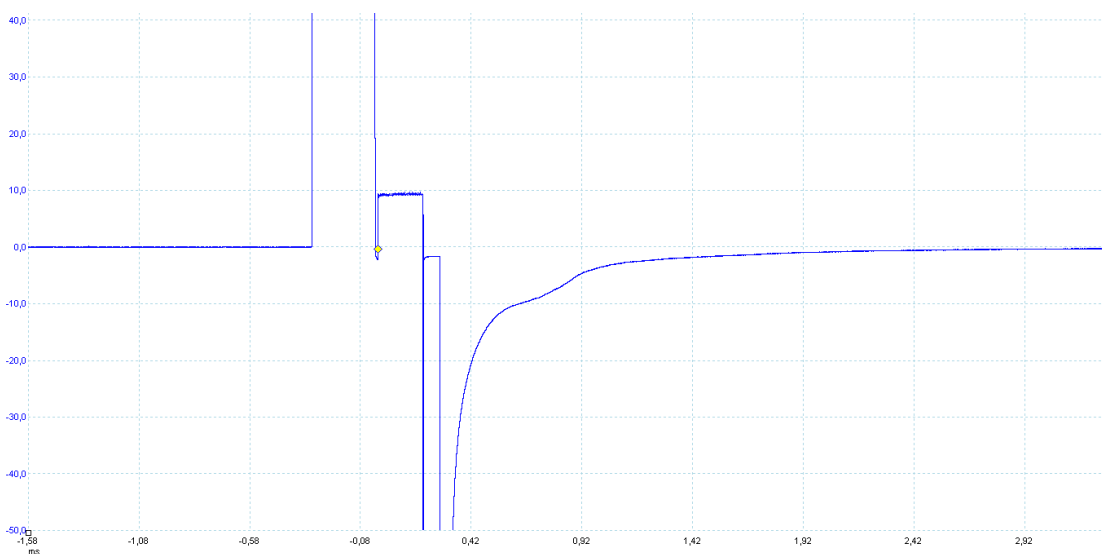
Gestion turbo coupure des gaz



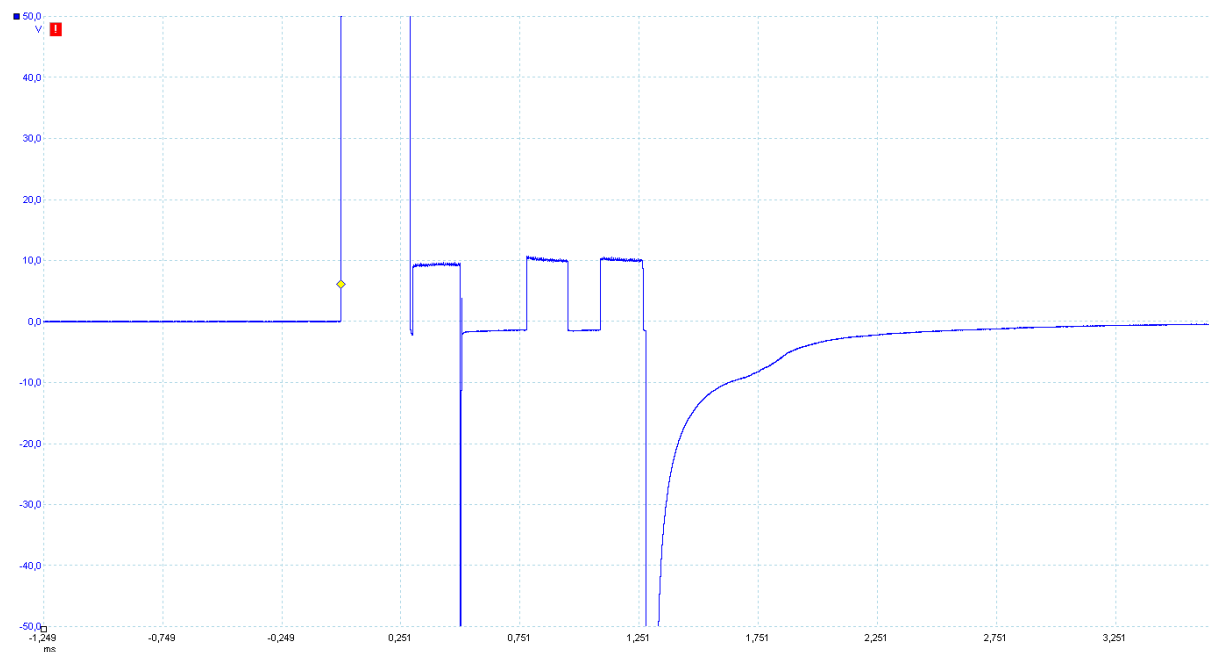
Injecteur ralenti



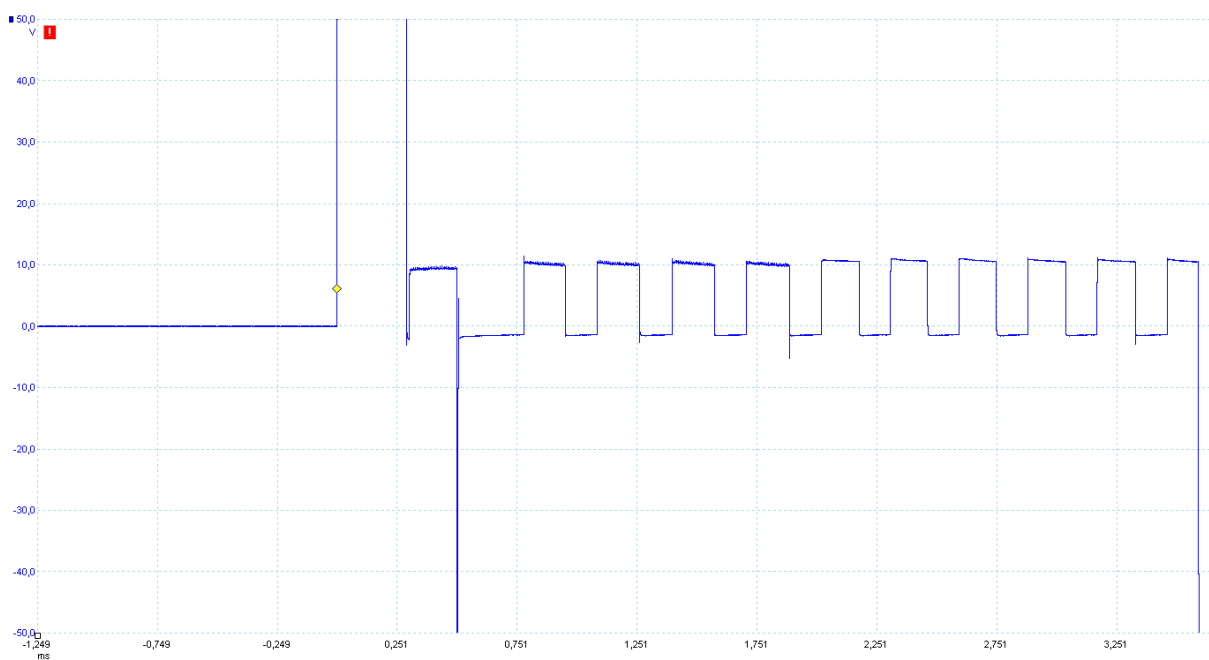
Injecteur 4000trs/min



Injecteur lors d'une petite accélération



Injecteur lors d'une grande accélération :

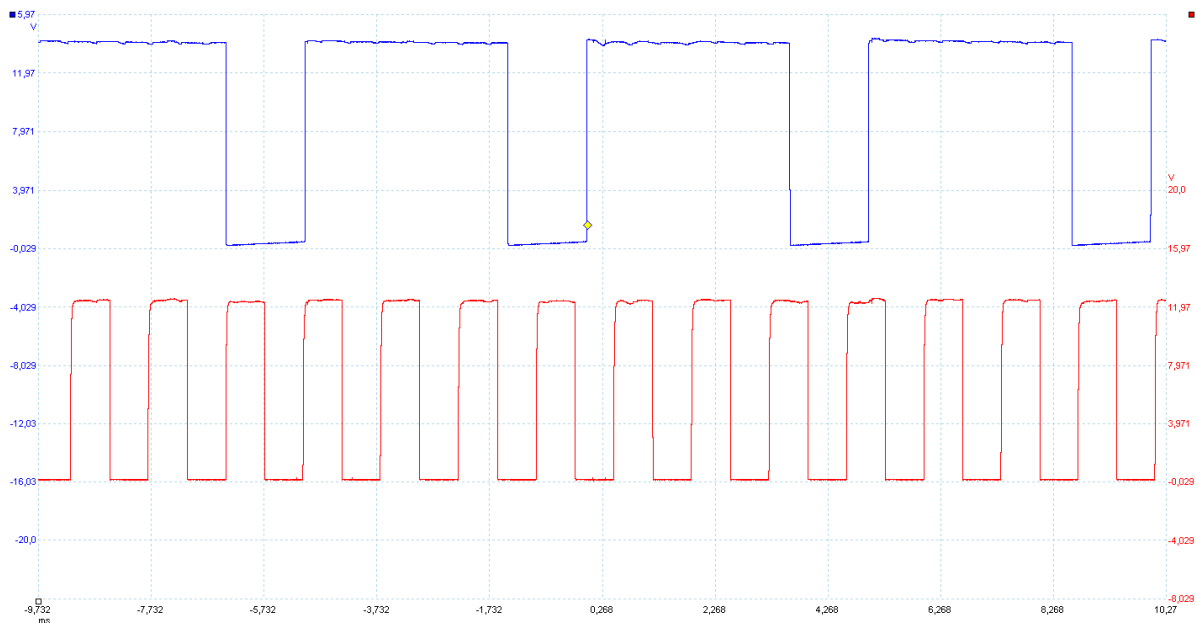


Pilotage de la pompe HP en fonction du régime

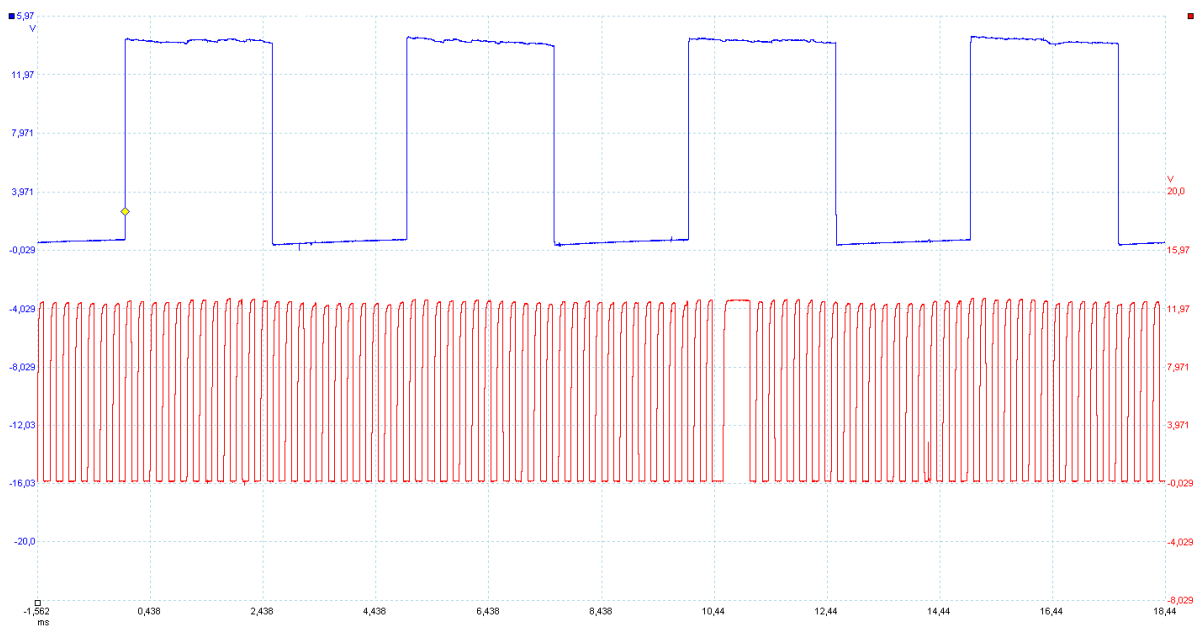
En bleu : commande pompe refroidissement turbo, voie 48 du connecteur marron

En rouge : régime moteur sur D2 du connecteur 32 voies

Au ralenti



Pompe HP et Régime au maximum

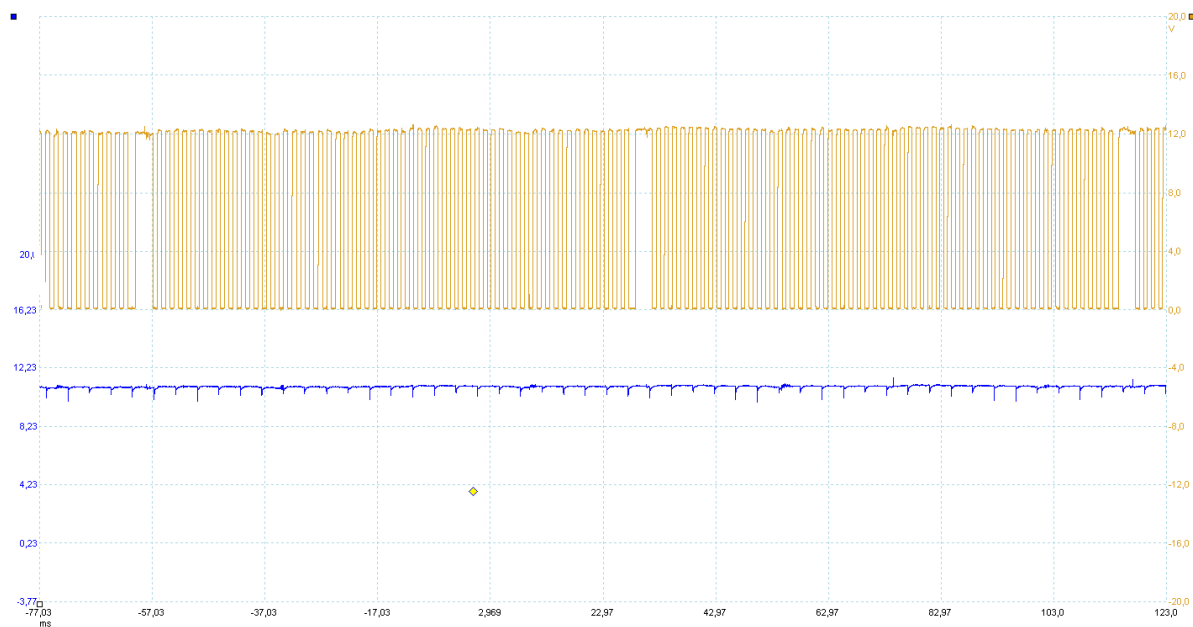


Refroidissement turbo

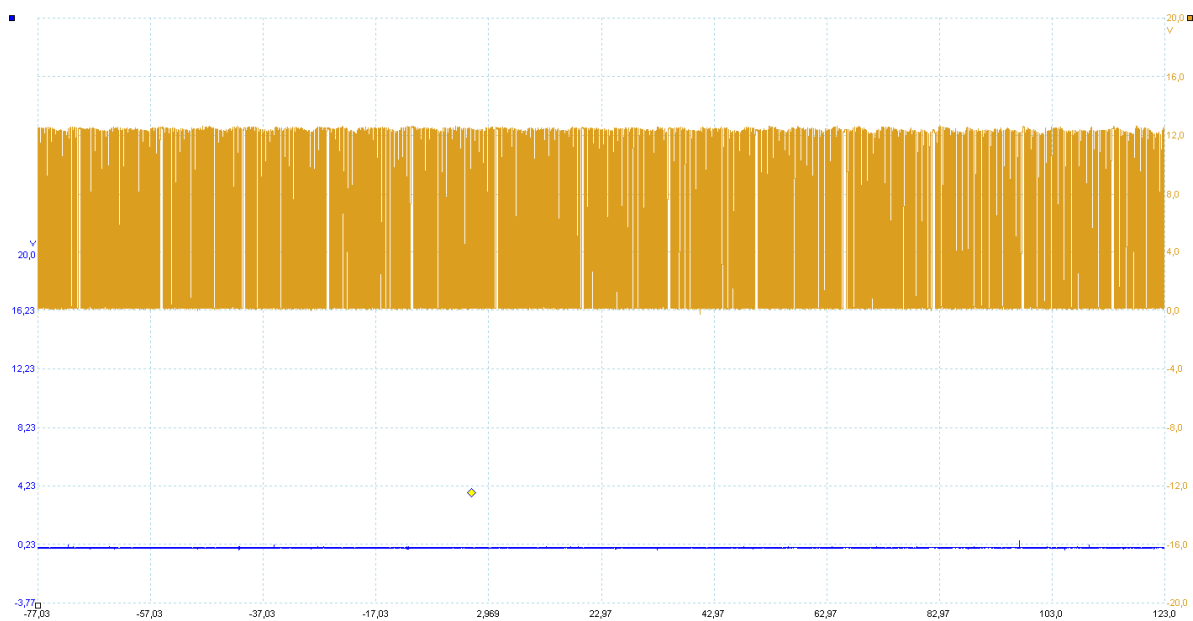
En orange : régime moteur (D2 du connecteur 32 voies)

En bleu : commande de refroidissement turbo voie 48 du connecteur 53 voies marron

Refroidissement turbo ralenti



Refroidissement turbo 3500trs/min



VANOS :

Sur les schémas ci-dessous :

En bleu, capteur de position AAC admission (voie A2)

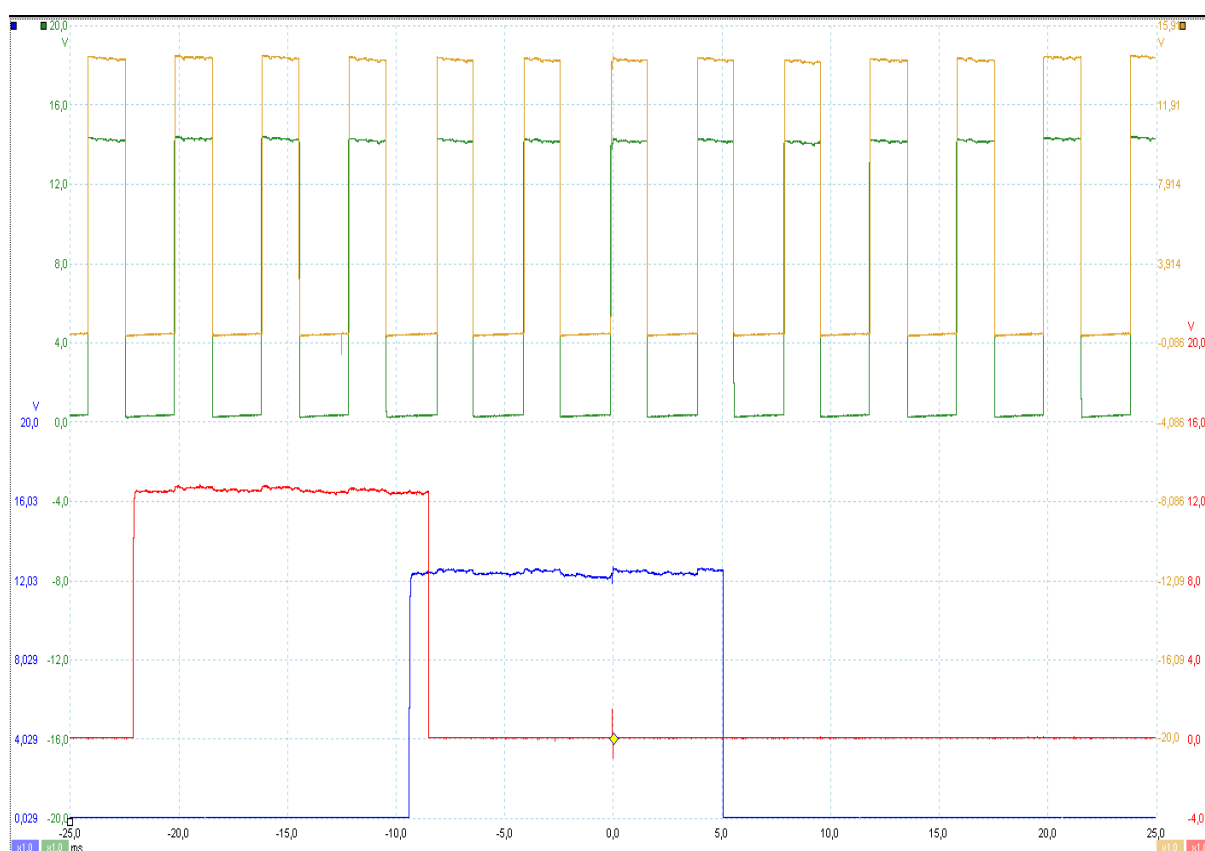
En rouge, capteur de position AAC échappement (voie B2)

En orange, pilotage (RCO) électrovanne déphasage d'AAC admission (voie H1)

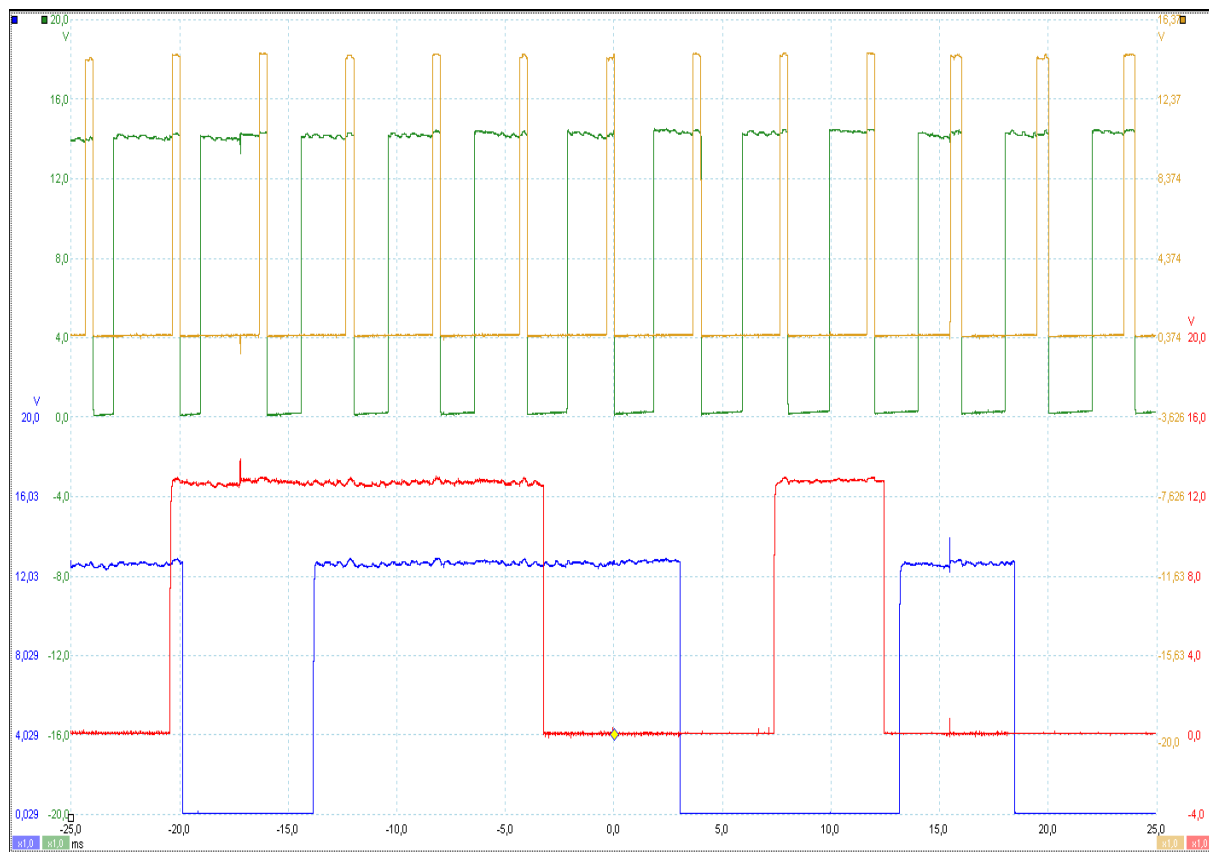
En vert, pilotage (RCO) électrovanne déphasage d'AAC échappement (voie G1)

Remarque : ces signaux ont été relevés sur le moteur EP6 qui dispose d'un déphasage sur chaque arbre à cames. En revanche sur l'EP6DT le déphaseur n'est présent que sur l'arbre à cames d'admission.

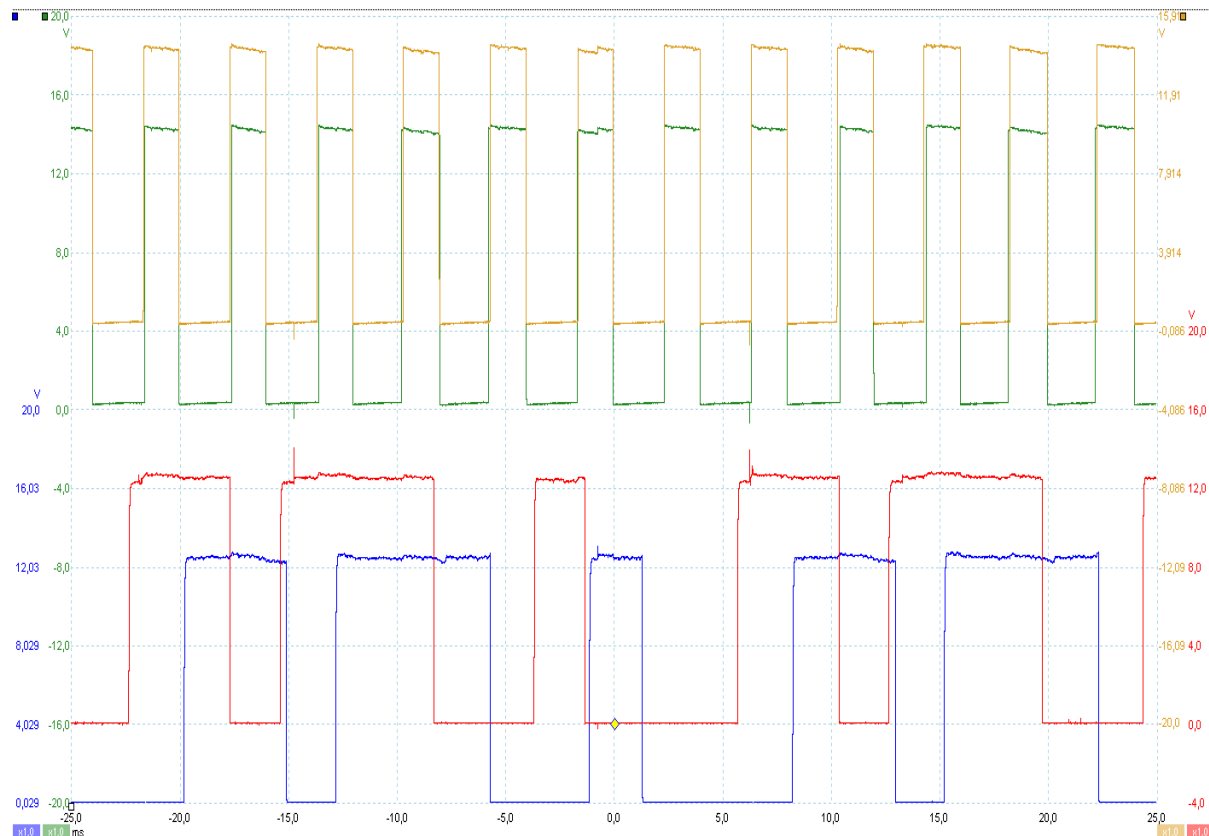
VANOS au ralenti :



VANOS en phase d'accélération (charge max) :



Vanos moteur en régime stable de 4500trs/min :



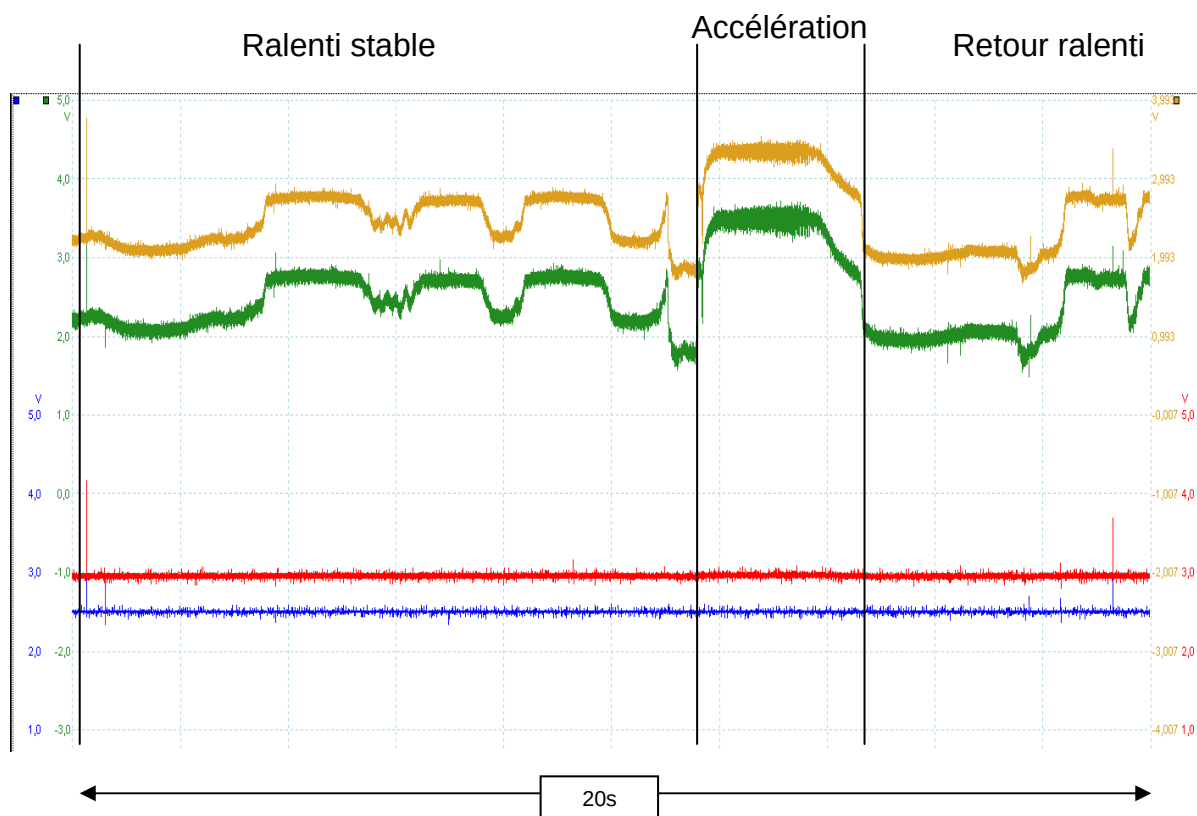
SONDE LAMBDA proportionnelle :

En orange : signal + sonde voie 28 du connecteur marron

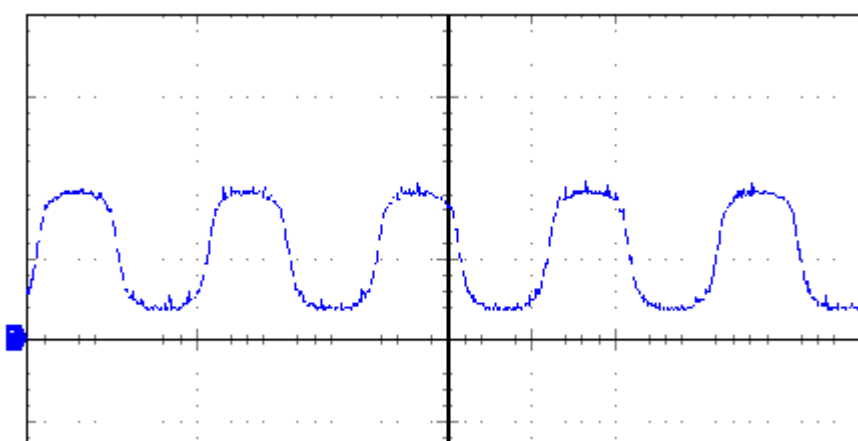
En vert : signal – sonde voie 29 du connecteur marron

En rouge : Résistance de compensation sonde

En bleu : information pompe de courant



Sonde lambda classique :



1.4. Les composants du système

Le CMM (Calculateur Moteur Multifonction) Bosch MED 17.4

Photo calculateur

La connectique du calculateur est composée de 138 voies en 3 connecteurs :

- 53 voies noir CH (Connectique Habitable) ?
- 53 voies marron CM (Connectique Moteur) ?
- 32 voies gris. CMI (Connectique Moteur Injection) ?
(Voir schéma électrique p 11)

On note que sur le véhicule, cette connectique permet un Faisceau Moteur Unique (dit FMU)
Le CMM est téléchargeable et télécodable.

Le power latch (maintien de l'alimentation du calculateur après la coupure du contact) du CMM peut durer jusqu'à 15 min pour les fonctions de refroidissement.

Calcul du temps d'injection, du phasage et commande des injecteurs en fonction des paramètres suivants :

- volonté conducteur (capteur position pédale accélérateur, régulation de vitesse)
- demande de couple des autres calculateurs (boîte de vitesses automatique, climatisation, contrôle de stabilité)
- état thermique du moteur (capteur température eau moteur)
- masse d'air absorbée (capteur température air admission, capteur pression air admission et capteur régime moteur)
- conditions de fonctionnement moteur : démarrage, ralenti, stabilisé, régimes transitoires, coupure d'injection et régime de réattelage (papillon motorisé capteur régime moteur, information vitesse véhicule)
- régulation de richesse (2 sondes à oxygène en dépollution L4)
- purge du circuit canister (électrovanne purge canister)
- pression d'admission (capteur pression air admission)
- tension batterie (batterie)
- détection de cliquetis (capteurs de cliquetis)
- position des électrovannes de distribution variable
- pression turbo

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

- régime moteur (capteur régime moteur)
- référence cylindre (capteur référence cylindre)
- pression d'admission (capteur pression air d'admission)
- détection de cliquetis (capteur de cliquetis)
- état compresseur de climatisation (information calculateur climatisation ou pressostat)
- stabilité du régime moteur au ralenti et hors ralenti
- positionnement cylindre n°1 (capteur référence cylindre)
- positionnement cylindre n°4 (capteur référence cylindre)
- état thermique du moteur (capteur température eau moteur)
- information vitesse véhicule (calculateur antiblocage de roues ou calculateur contrôle de stabilité)
- masse d'air absorbée (capteur température air admission, capteur pression air admission et capteur régime moteur)
- tension batterie (batterie)
- position des électrovannes de distribution variable

Gestion des fonctions internes suivantes :

- régulation du ralenti (papillon motorisé)
- alimentation de carburant (pompe à carburant)
- réchauffage des sondes à oxygène
- purge du canister (électrovanne purge canister)
- limitation du régime moteur maximum par coupure de l'injection
- compensation de couple en buté de direction assistée (mancontact liquide assistance de direction)
- distribution variable
- power latch (maintien de l'alimentation du calculateur après coupure du contact)
- autodiagnostic
- Pression de suralimentation (électrovanne de régulation turbo ou waste gate et électrovanne de décharge turbine compresseur dite dump valve)

Gestion des fonctions externes suivantes :

- information régime moteur *
- information température eau moteur *
- information alerte température eau moteur *
- information consommation de carburant
- voyant de diagnostic *
- réserve minimum de carburant **
- dialogue avec les outils de diagnostic après vente et outil réglementaire
- dialogue avec les autres calculateurs (boîte de vitesses automatique, Boîtier de Servitude Intelligent, contrôle de stabilité)
- antidémarrage du moteur (antidémarrage électronique)
- refroidissement du moteur (commande du GMV)
- refroidissement du turbo
- autorisation enclenchement du compresseur de climatisation (stratégies internes)

* vers le combiné par l'intermédiaire du Boîtier de Servitude Intelligent.

** information en provenance du Boîtier de Servitude Intelligent, spécifique EOBD

(Cette information sert à inhiber la détection des ratés d'allumage).

Le BSI :

Son rôle est d'acquérir les informations en filaire et de les mettre à disposition sur les réseaux multiplexés. Il distribue également les alimentations et protections des organes habitacles.

C'est à cet élément que revient la gestion des mise sous et hors tension des réseaux ainsi que les réveils et endormissements.

Servant de passerelle entre tous les réseaux, il dispose d'une mémoire interne dans laquelle les défauts de tous les calculateurs sont enregistrés.

Sur le MT-MOTEUR IDT, cette fonction est assurée par une carte EXXOTEST qui remplace le BSI afin de leurrer le CMM. Cette carte envoie donc au CMM les informations comme la vitesse moteur ou encore l'état de la climatisation alors que les calculateurs de ses systèmes ne sont pas présents.

Le PSF1 (Platine de Servitude Fusibles moteur) :

De la même manière que le BSI assure les alimentations et protections des organes habitacle, le PSF1 gère les alimentations et protection du CMM.

Le combiné 0004 :

Permet d'informer le conducteur sur l'état du moteur grâce au CMM via le BSI.

L'alternateur piloté 1020 :

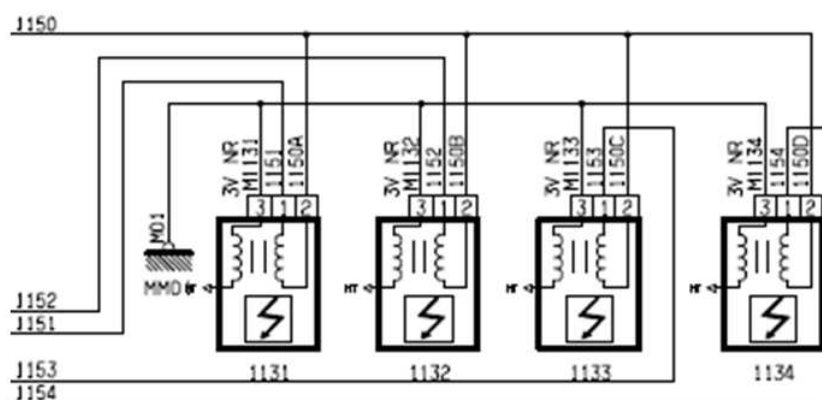
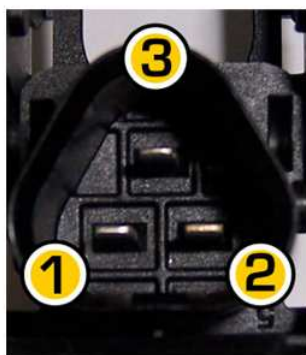
Il dialogue avec le CMM pour échanger les informations : moteur tournant, charge progressive de l'alternateur, la température du régulateur, la tension de régulation, la signalisation des défauts, le courant d'excitation

Le calculateur Airbag 6570:

Il coupe l'alimentation du CMM afin d'éviter tous risque de feu après un choc.

Les bougies (1131 à 1134) :

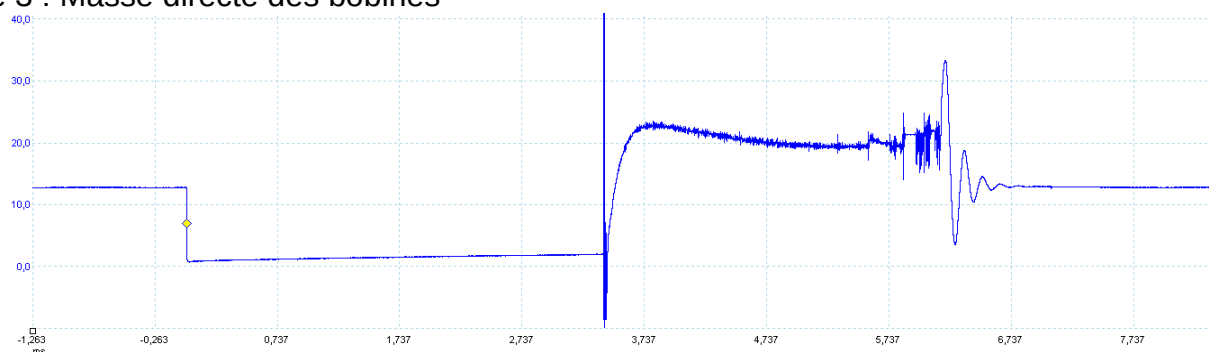
L'allumage commandé est confié à 4 bougies crayons de chez Delphi (TT EP) qui dispose d'une reprise de masse commune sur la culasse.



Voie 1 ; commande bobine de la voie G2, H3, H2, et G3 du 32 voies GR du CMM

Voie 2 : alimentation 12V de la voie 5 du 53 V MR du CMM

Voie 3 : Masse directe des bobines



Les injecteurs (1331 à 1334) :

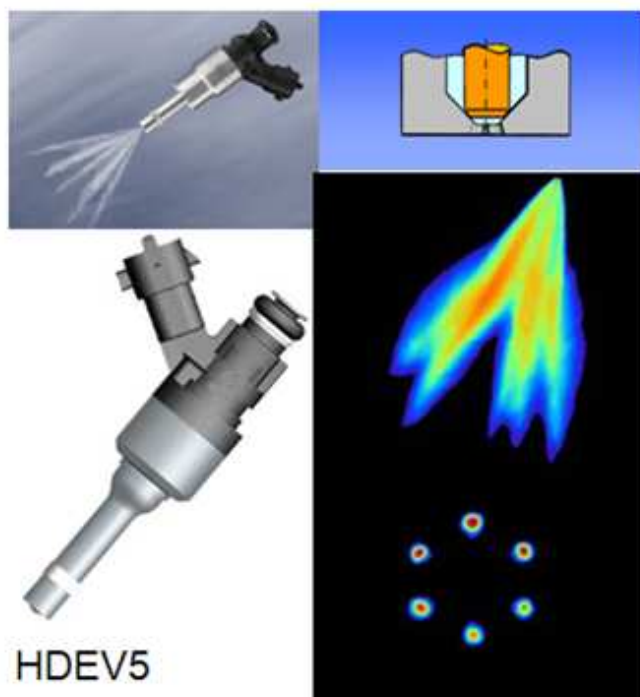
Caractéristiques :

Le moteur EP6DT utilise des injecteurs électromagnétiques Bosch de type HDEV5 (ci-dessous) qui sont capables de supporter jusqu'à 150 bars sur l'EP6DT et 200 bars sur le moteur EP6DTS (moteur des 207 RC).

Une des caractéristiques principale de ces injecteurs est de proposer un jet qui varie en angle et en forme en fonction de la pression.

De plus ces injecteurs sont prévus pour supporter une tension de boost (en phase d'ouverture) de 65V et sont capable de 7 jets par injection.

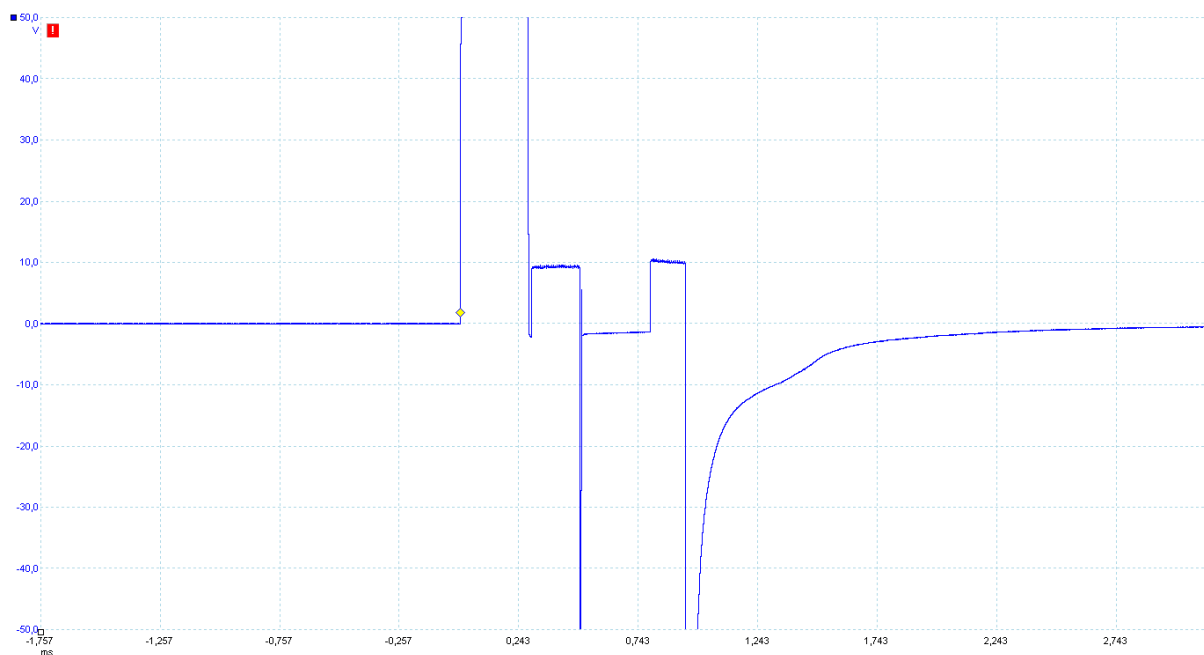
Le débit de cet injecteur étant élevé, il peut s'adapter sur des moteurs très différents de 1l de cylindrée jusqu'à des gros V8 suralimenté.

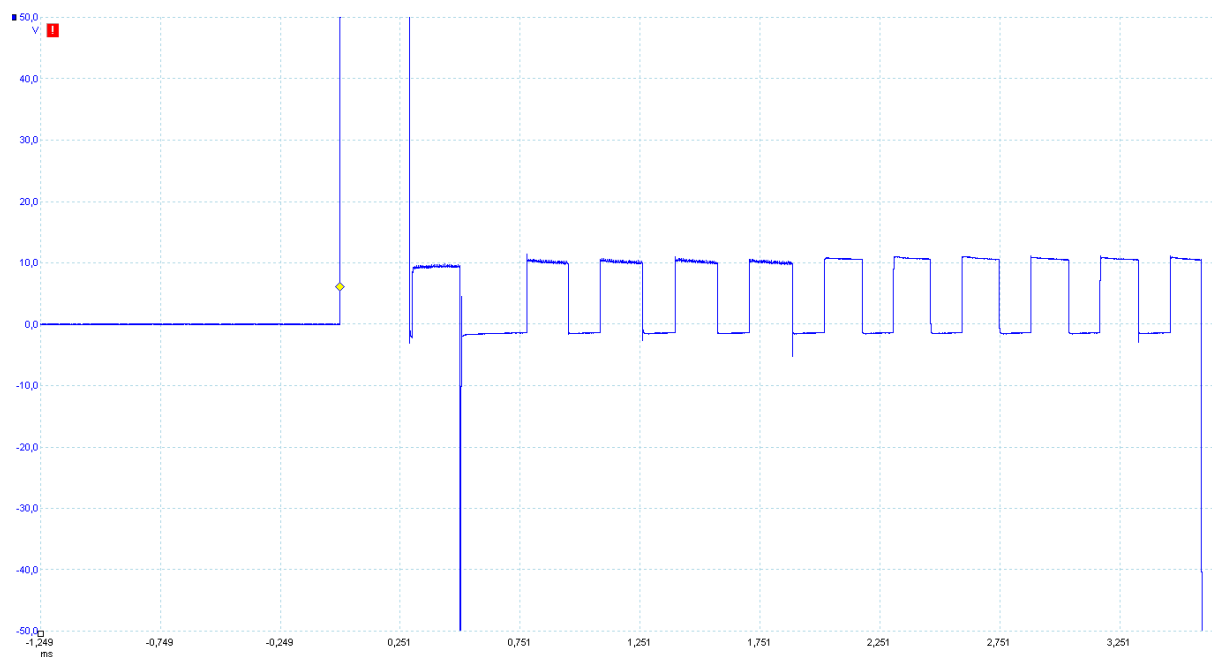


A gauche, l'injecteur tel qu'il est dans un montage en position centrale et à droite tel qu'il est dans un montage en position latérale.

Pour information : ce même injecteur existe en plusieurs versions. En effet, selon le moteur (position latérale ou centrale, atmosphérique ou suralimenté, forme des pistons, pression maximum admissible...) la buse de diffusion est interchangeable (elle dispose de 8 orifices sur l'EP6DT).

De plus, il existe des injecteurs piézo-électrique pour injection directe d'essence (montage Mercedes sur le CLS 350 CGI par exemple).



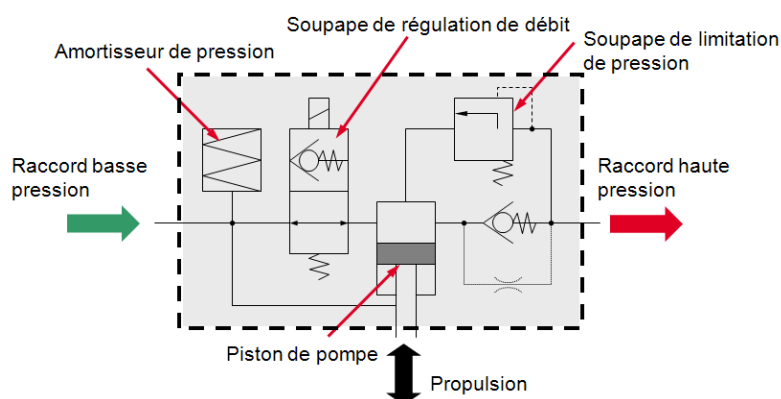


On s'aperçoit ici des biens faits de l'injection directe. En effet, il est possible d'injecter plusieurs fois par cycle (comme sur les diesel common rail classique) Cette pratique permet donc de doser le mélange au plus fin et cela avec une excellente réactivité.

La pompe HP (1279) :

Il s'agit d'une pompe monocylindre à débit réglé (max : 0.75cm^3 par tour d'arbre à cames). La pompe est entraînée directement par l'arbre à cames d'admission. Sa pression varie entre 50 et 150 bars en fonction du régime moteur. La régulation de débit permet d'éviter les pertes (et donc minimise la consommation de carburant) ainsi que de s'affranchir d'un circuit de retour carburant puisque celui-ci est intégré à la pompe.

On donne son principe de fonctionnement à l'aide du schéma hydraulique ci-dessous :



Le débit est réglé par une soupape de régulation pilotée électriquement en RCO (appelée soupape MSV). La nouveauté principale de cette soupape tient dans le fait qu'elle refoule le carburant côté admission et non plus côté haute pression.

La haute pression est régulée en faisant varier le moment du début de refoulement grâce à la soupape pilotée par l'électrovanne de MSV.

Principe de fonctionnement de l'électrovanne MSV (régulation de débit) :

L'électrovanne MSV reçoit un faible courant. Le carburant peut passer par la soupape et rentre dans le cylindre sous l'aspiration de la descente du piston. Lorsque le débit est jugé suffisant, l'électrovanne est pilotée pour recevoir un fort courant et la soupape se ferme.

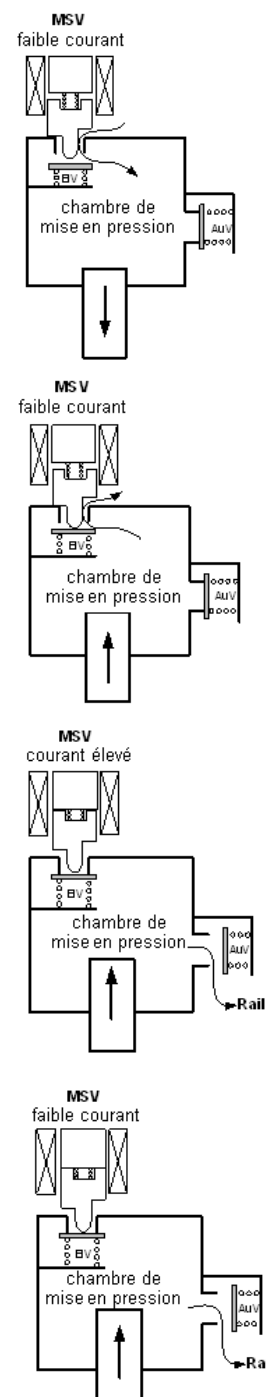
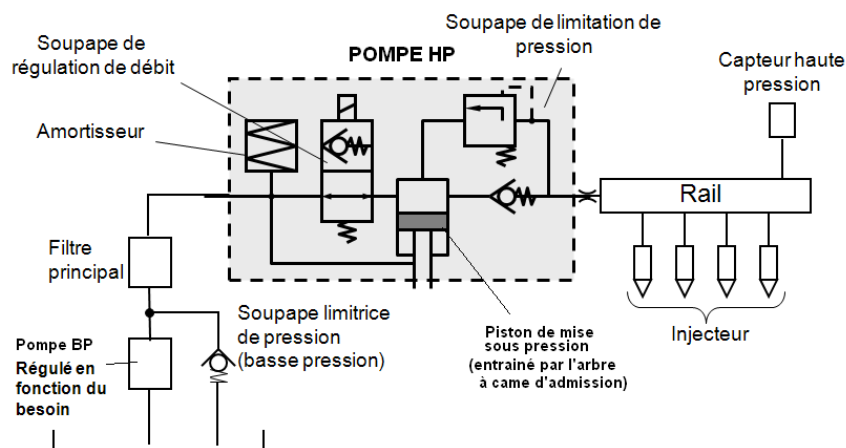
Le piston remonte. En fonction du pilotage de l'électrovanne, la soupape sera plus ou moins ouverte afin de refouler le carburant au dessus de la soupape (côté admission) ce qui fera, si besoin, chuter la pression.

Le piston monte, la soupape est complètement fermée. Sous la montée en pression, le clapet s'ouvre et laisse le carburant partir vers le rail.

Malgré la fin de pilotage de l'électrovanne la soupape ne s'ouvre pas. En effet, la soupape est soumise à la HP + ressort du coté cylindre et à la BP. Par conséquent, la soupape ne peut s'ouvrir que si la pression dans le cylindre a chutée (fin de refoulement, piston en descente).

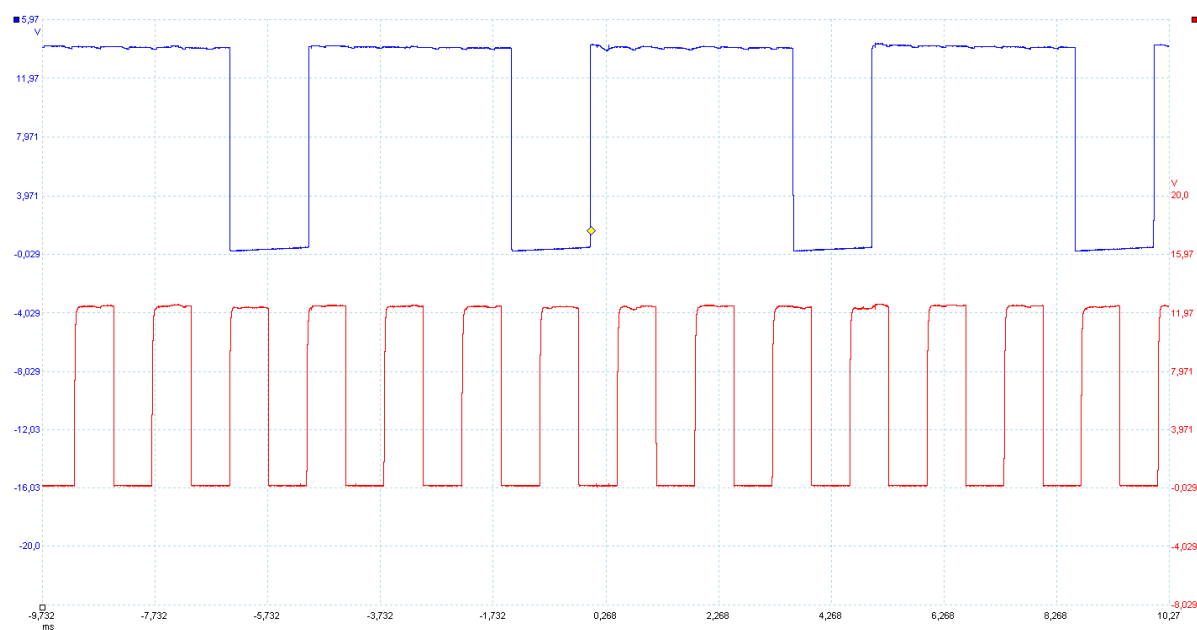
Note : A tout moment, une soupape de limitation de pression en sortie de pompe et le rail permet de faire chuter la pression en refoulant dans le cylindre.

On donne l'intégralité du circuit de carburant :



En bleu, pilotage de l'électrovanne de MSV.

En rouge, régime moteur.



Le capteur de référence cylindre (1116) :

C'est un capteur à effet Hall qui fournit un signal logique permettant au CMM de déterminer le cylindre en compression (primordial lors du démarrage). Il est monté en bout d'arbre à cames d'admission.



Le capteur de régime moteur :

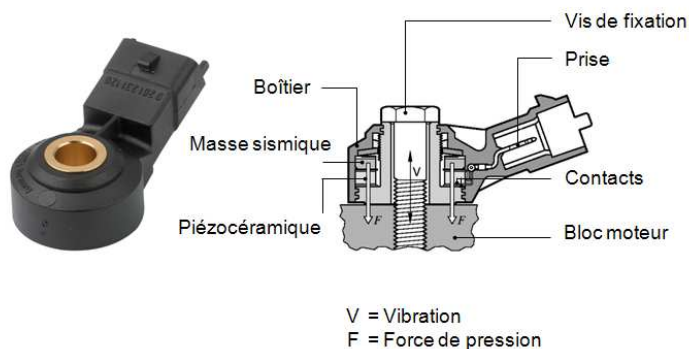
Ce capteur permet de déterminer le régime moteur et la position du vilebrequin. C'est un capteur à effet Hall.

Le capteur pression tubulure

Ce capteur mesure en permanence la pression dans le collecteur d'admission (avant le turbo). Il dispose d'une électronique qui lui permet d'amplifier le signal et de compenser les variations de température. 3V 4R 1aop p 1312



Le capteur de cliquetis

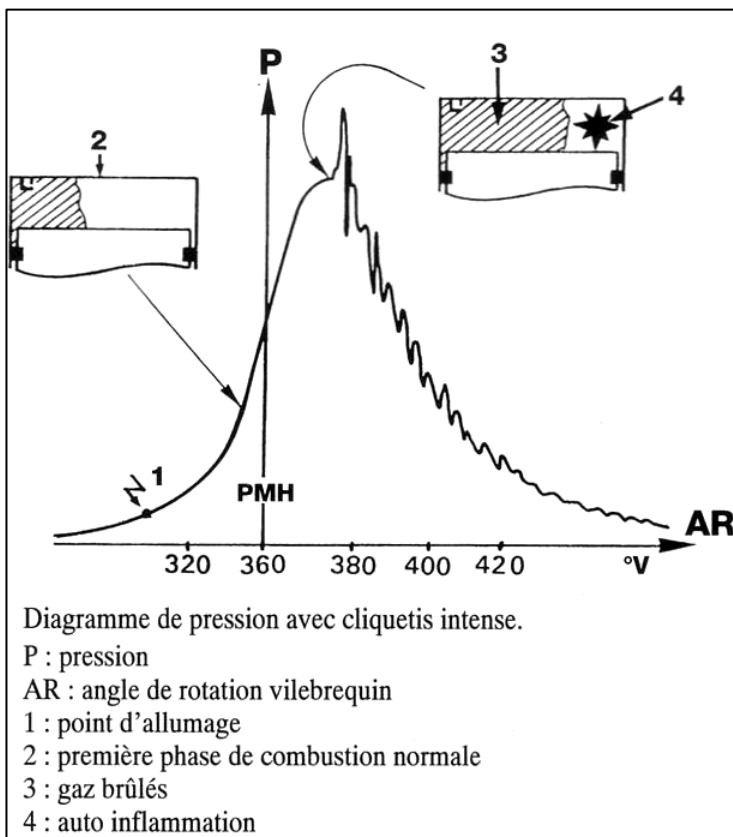


Le capteur de cliquetis de type piézo-électrique est monté sur le bloc moteur côté échappement et centré.

Nature du phénomène :

Il s'agit d'une auto inflammation *instantanée et en masse d'une partie de la charge* non encore brûlée et portée à température et pression élevées par le mouvement du piston et par le dégagement d'énergie dû à la propagation du front de flamme. Il en résulte une augmentation locale de pression suivie de vibrations de la masse gazeuse qui réalisent l'égalisation de la pression dans la chambre de combustion, et créent ainsi le bruit caractéristique du cliquetis. Du fait de la dispersion cyclique, ce phénomène ne se produit pas à chaque cycle.

La figure à droite montre un diagramme de pression relevé dans des conditions de cliquetis : on distingue d'abord une phase de combustion normale, puis à un instant donné une apparition d'intenses vibrations qui se poursuivent pendant une partie de la détente. Le bruit caractéristique du cliquetis, correspondant à une fréquence de l'ordre de 5000 à 10000 Hz, peut être décelé aisément par un utilisateur averti. Toutefois, dans certaines conditions de fonctionnement, notamment à vitesse de rotation élevée, ce bruit devient très difficile à distinguer de celui émis normalement par le moteur ou le véhicule. Il faut alors faire appel à des méthodes physiques de détection : examen du diagramme de pression, montage de détecteurs de vibration.



Le cliquetis ne présente pas de conséquences néfastes s'il se produit de façon épisodique et s'il n'intéresse qu'une faible fraction de la masse gazeuse.

Par contre, un cliquetis intense et prolongé entraîne, outre une perte de puissance inacceptable, des contraintes thermiques et mécaniques anormalement élevées (pressions locales très élevées atteignant 180 bars) conduisant à une détérioration du moteur.

Les différents incidents que l'on peut rencontrer en présence de cliquetis destructif (obtenu en pleine charge et à haut régime) sont dans l'ordre d'apparition et donc de gravité :

- érosion de la chambre de combustion (par cavitation)
- détérioration ou rupture du joint de culasse
- rupture des cordons de pistons
- grippage des pistons voire fusion des pistons en présence de cliquetis violents, dans ce cas, le phénomène d'emballement du cliquetis apparaît.

Condition d'apparition :

Le cliquetis se produit si les gaz frais sont susceptibles de subir une auto inflammation avant d'être absorbés par le front de flamme au cours de sa propagation. Le facteur temps joue par conséquent un rôle essentiel.

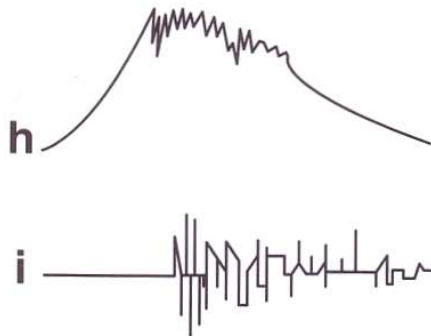
Le domaine d'inflammation dépend de la nature du combustible et de la composition du mélange. La température d'auto inflammation est d'autant plus élevée que la pression est plus faible. Le délai d'auto inflammation décroît rapidement pour des valeurs de pression et température élevées.

Fonctionnement sans cliquetis :



La courbe (h) est le reflet de l'évolution de la pression dans un cylindre.
Le capteur cliquetis émet un signal (i) correspondant à la courbe (h).

Fonctionnement avec cliquetis :



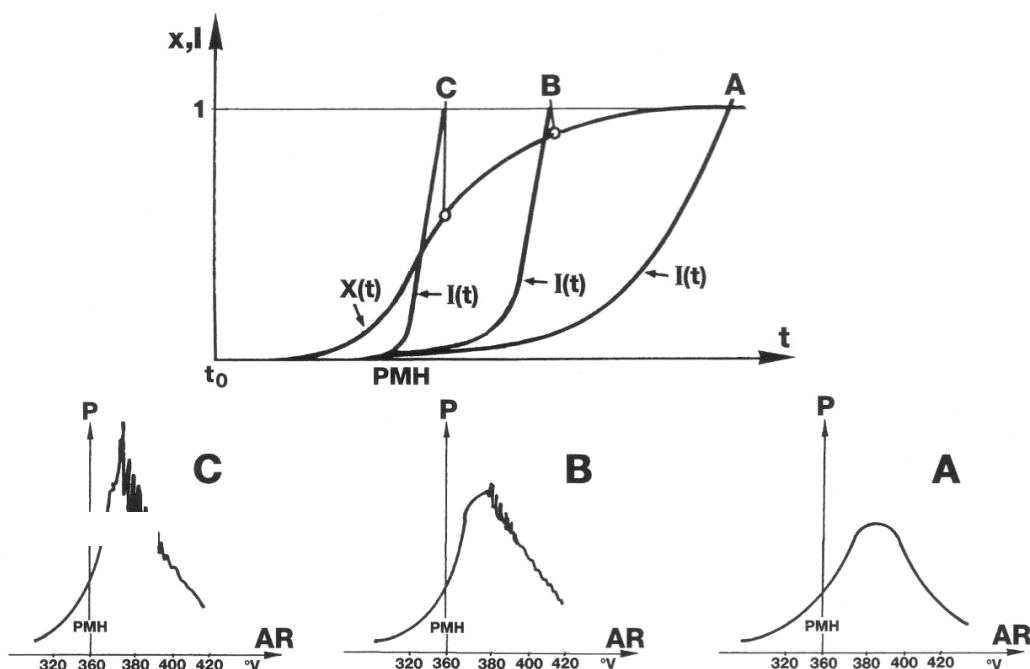
Le signal (i) du capteur est plus élevé en intensité et en fréquence.

Caractérisation de la tendance au cliquetis, moyens possibles :

- mesure de la quantité d'énergie libérée par auto inflammation : complexité des moyens de mesure.
- variation relative d'un paramètre (rapport volumétrique, avance à l'allumage) exerçant une action prépondérante sur le cliquetis.
- modification de la composition du carburant conduisant au cliquetis (notion d'indice d'octane)

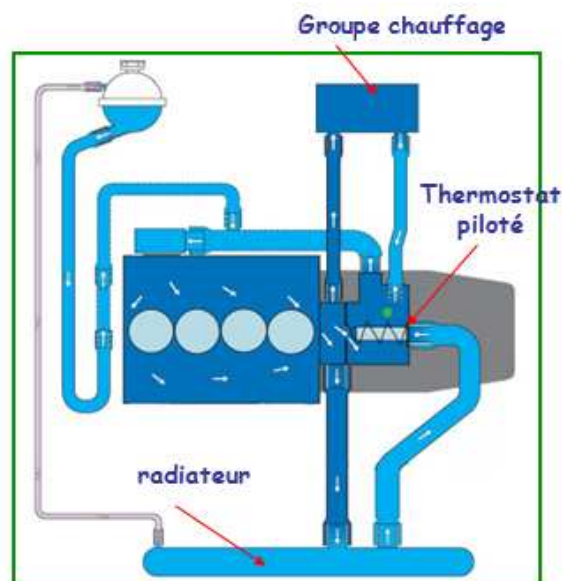
Ce capteur délivre une tension correspondant aux vibrations du moteur. Après réception de cette information, le calculateur procède à une diminution de l'avance à l'allumage du ou des cylindres concernés de 7°. La ré-incrémentation se fera progressivement (0,5° tous les 120 PMH environs).

Parallèlement à ce retrait d'avance, il est appliqué un enrichissement du mélange air/carburant, afin d'éviter une élévation trop importante des gaz d'échappement, qui pourrait entraîner la destruction du catalyseur. Cet enrichissement n'est appliqué qu'à haut régime.



Le thermostat piloté (1380) :

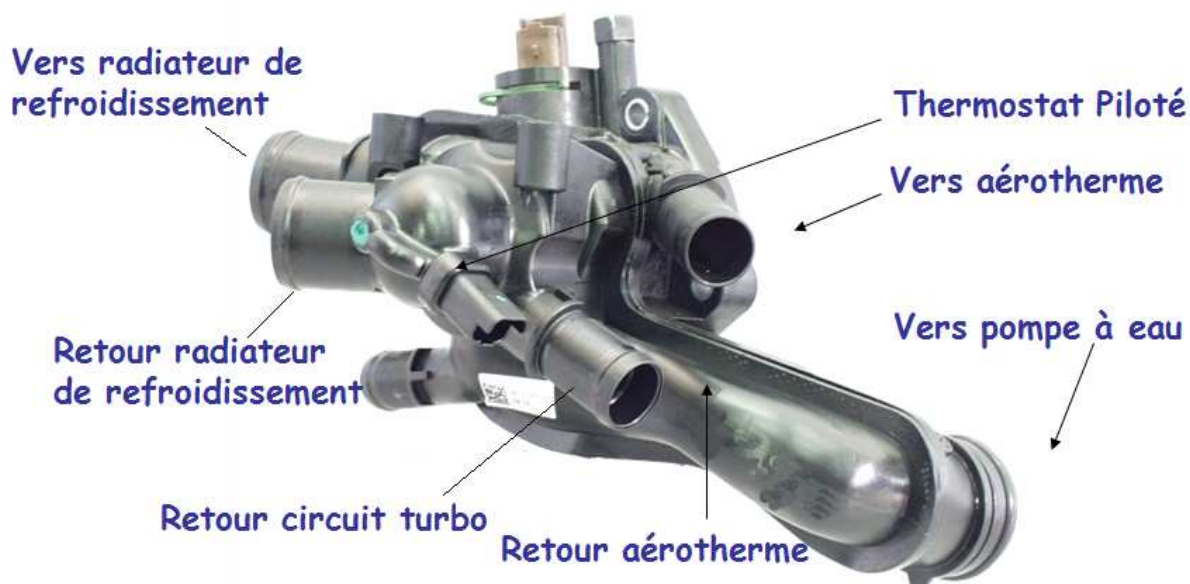
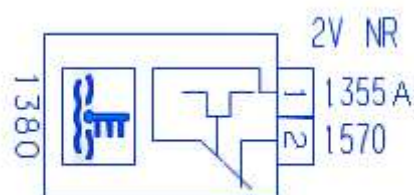
C'est un thermostat classique qui est fermé en dessous d'une température d'eau afin que l'eau circule dans un circuit court et monte rapidement en température de fonctionnement. Passé ce seuil le thermostat s'ouvre et fait circuler l'eau dans tout le circuit afin d'éviter la surchauffe du moteur.



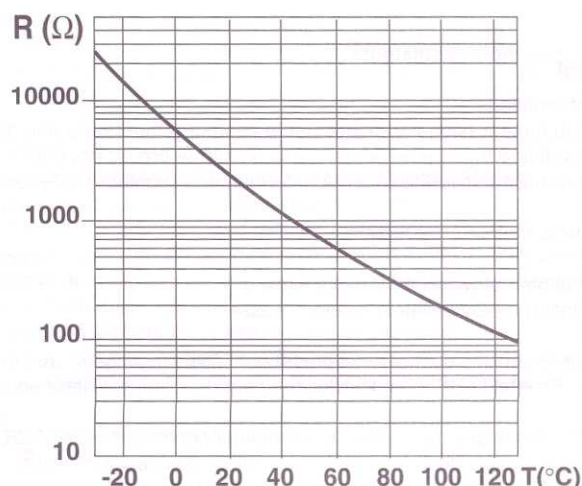
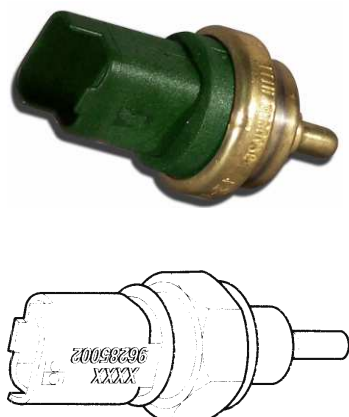
La particularité de ce système tient dans le fait que le thermostat dispose d'une résistance commandée en RCO par le CMM. Cela permet de chauffer l'eau dans le thermostat et donc d'ouvrir le thermostat avant la température prévue si les conditions de roulage le nécessitent.

Voie 1 : Alimentation de la résistance

Voie 2 : commande en RCO



Le capteur de température d'eau



Implanté sur le boîtier de sortie d'eau, le capteur température eau moteur est alimenté en 5 V par le calculateur.

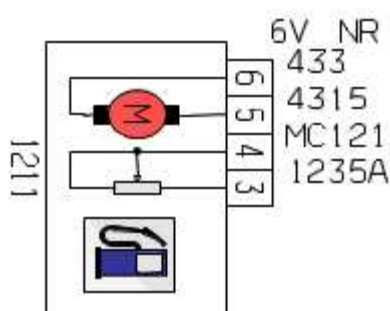
Cette thermistance informe le calculateur de la température d'eau régnant dans le circuit de refroidissement donc de l'état thermique du moteur.

La résistance électrique de cette sonde CTN (coefficient de température négatif), diminue lorsque la température augmente (graphique ci-dessus).

Note : le refroidissement du turbo n'est pas représenté sur ce schéma (voire : pompe à eau de turbo)

La pompe à carburant :

La pompe à carburant achemine l'essence jusqu'à la pompe HP à une pression variable pouvant monter jusqu'à 6 bars (3 à 3,5 bars sur les systèmes classiques).



Voie 3 : alim 12V

Voie 4 : masse directe de la pompe

Voie 5 : masse directe de la jauge

Voie 6 : information jauge

Note : Sur la maquette, pour une simplification du système, une pompe classique est montée. Elle est suffisante puisque le moteur ne travaille pas en charge.

Le capteur de pression de rail (1325) :

Capteur de pression carburant (1325)

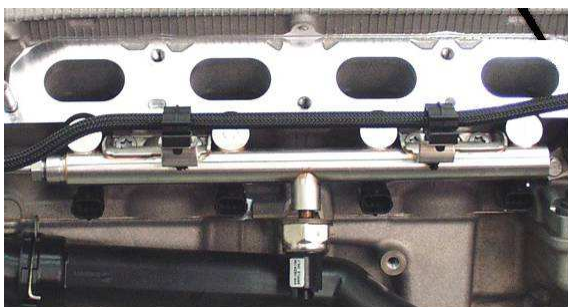


Arrivée du carburant
sous haute pression

Sortie de carburant vers les injecteurs



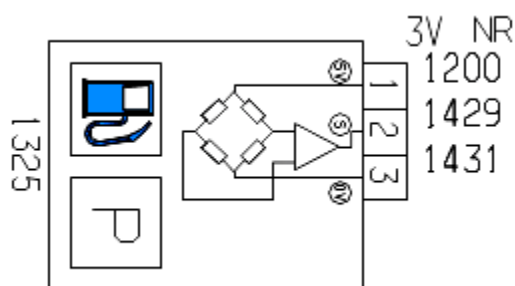
Ce capteur est sur le rail, au centre.



Le rail, lui, est disposé sous le collecteur d'admission.

Comme pour le capteur de cliquetis, ce capteur utilise l'effet piézo-électrique. En effet, la variation de pression crée une variation de la compression du quartz qui va entraîner une variation du signal de sortie.

Voie 1 : signal du capteur
Voie 2 : masse
Voie 3 : alimentation



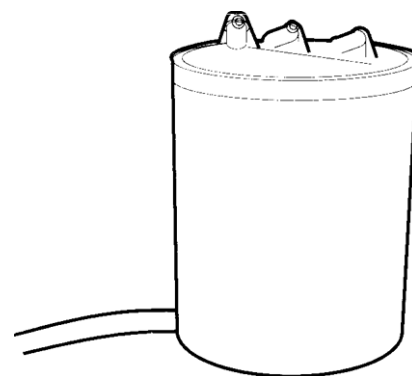
L'électrovanne de purge canister (1215) :

Le canister est un récipient à l'intérieur duquel se trouve un filtre de charbon actif. Il est placé entre le réservoir et l'électrovanne de purge canister.

Les vapeurs de carburant régnant dans le réservoir sont absorbées par le charbon actif.

Cette absorption a pour but d'éviter :

- les montées en pression du réservoir,
- la dispersion des vapeurs dans l'atmosphère (grâce à son recyclage par le moteur).



L'électrovanne :

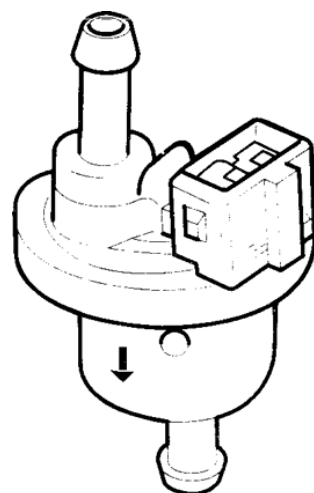
L'électrovanne purge canister est située entre le canister et le Boîtier papillon. Elle est alimentée en 12 volts et pilotée par le calculateur, l'électrovanne purge canister permet le recyclage des vapeurs de carburant contenues dans le réservoir canister, et ce en fonction des conditions d'utilisation du moteur, par exemple :

- pleine charge, la purge est effectuée,
- en décélération, la purge n'est pas effectuée (évite ainsi un effet de Dash Pot trop important).

La commande de l'électrovanne est du type RCO (Rapport Cyclique d'Ouverture). C'est une électrovanne dite "normalement fermée", ce qui signifie qu'elle est fermée lorsqu'elle n'est pas alimentée.

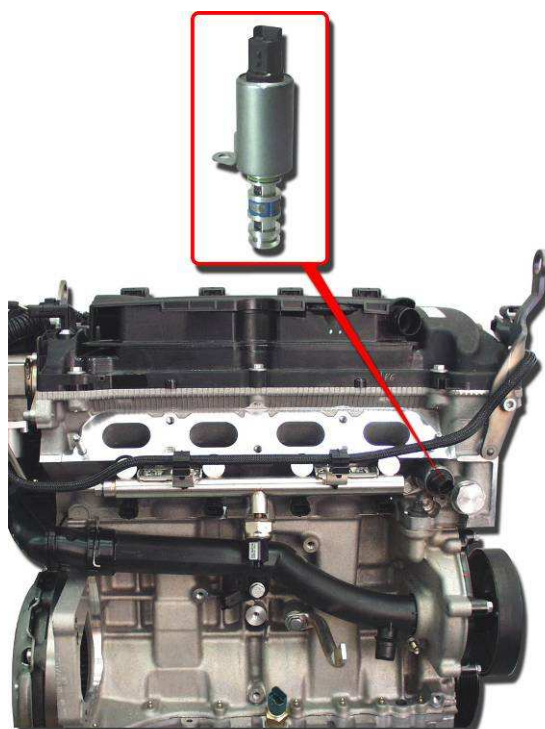
Ce type d'électrovanne permet de respecter la norme d'environnement SHED, cette norme vise à limiter le taux d'émission des vapeurs de carburant dans l'atmosphère, véhicule à l'arrêt (moteur arrêté).

Le recyclage des vapeurs de carburant contenu dans le canister, s'effectue en aval du papillon.



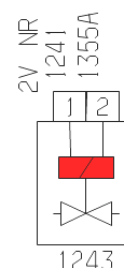
L'électrovanne de déphasage d'arbre à cames d'admission (1243) :

L'électrovanne de déphasage d'arbre à cames permet de piloter le système mécanique qui fera varier l'épure de distribution (Voire chapitre Le VVT dans « Présentation du moteur »). Elle est implantée sous le collecteur d'admission.

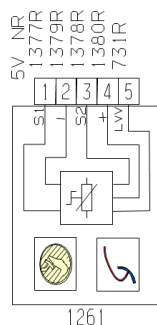


Cette électrovanne est commandée en RCO pour une meilleure continuité et une bonne vitesse d'exécution.

Voie 1 : pilotage RCO par mise à la masse
Voie 2 : alim 12V



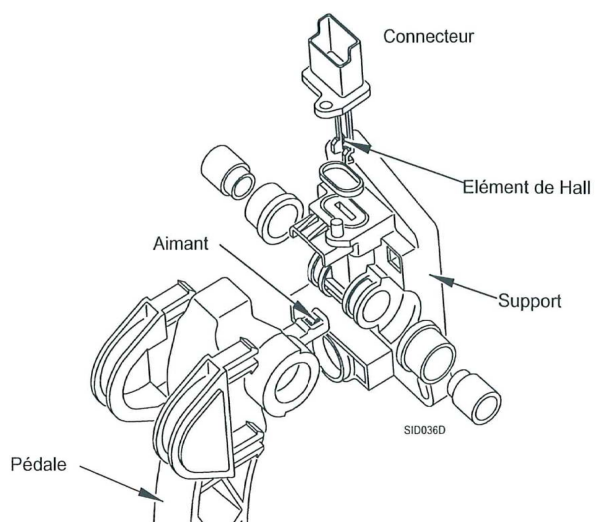
Le capteur de position pédale d'accélérateur avec contacteur de point dur intégré (1261) :



Son fonctionnement repose sur un principe magnétique, comprenant 2 potentiomètres sans contact.

De type à effet hall, il transmet la position de la pédale d'accélérateur sous forme de 2 tensions variables reflétant l'enfoncement de la pédale d'accélérateur.

En fonction des informations délivrées par les différents capteurs constituant le système d'injection, le calculateur va gérer : le ralenti, l'accélération, la décélération, la coupure d'injection, les régimes transitoires.



Remarque : Il est alimenté en 5 volts par le calculateur d'injection.

Un étage électronique amplifie et met en forme la tension hall de manière à délivrer 2 signaux linéaires

Les informations provenant de chaque potentiomètre sont constamment comparées entre elles et aux relevés d'autres capteurs afin de détecter un éventuel défaut.

S1 et S2 sont tels que $S2 = S1/2$

Pour que les valeurs ne soit pas considérées comme invalides, les tensions de sorties doivent se situées entre deux valeurs :

$$0,4v \leq S1 \leq 4v$$

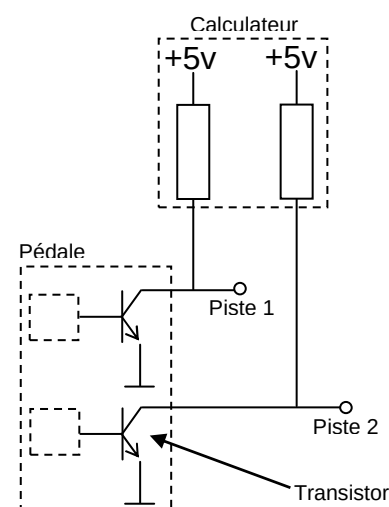
$$0,2v \leq S2 \leq 2v$$

Aussi, lors de la variation de régime, le calculateur va recevoir les 2 tensions et calculer le rapport : $\frac{S1}{S2}$

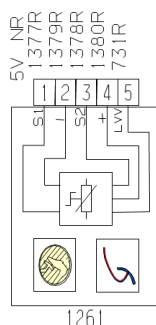
Ce rapport doit être égal à 0,5 à +/- 10%.

La commande des 2 tensions de sortie de la pédale est une commande par transistor.

Si le coefficient n'est pas situé comme suit $0,45 \leq S1/S2 \leq 0,55$ le calculateur passe en mode LIMP HOME et donne l'ordre d'allumer le voyant témoin d'injection sur le combiné.



Pour finir, ce capteur dispose d'un contacteur à point dur qui envoie au calculateur l'information pied à fond.



Voie 1 : signal 1 du capteur de position

Voie 2 : masse du capteur

Voie 3 : signal 2 du capteur de position

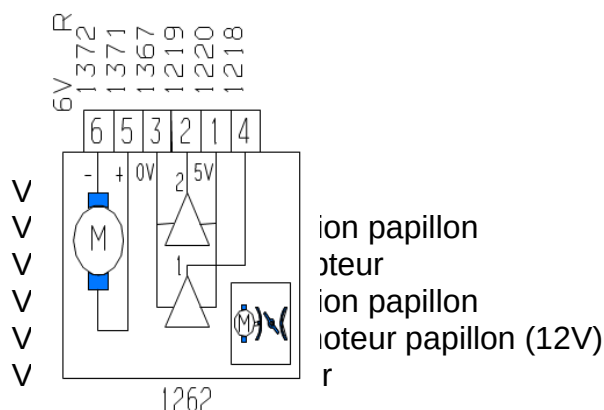
Voie 4 : alim 5V

Voie 5 : signal point dur pédale

Boitier papillon motorisé (1262)



Le papillon est actionné par un moteur électrique à courant continu alimenté en 12V. Le moteur est commandé par un signal RCO venant du CMM. Un double capteur magnéto-résistif positionné sur l'axe du papillon permet au CMM de connaître la position exacte de ce dernier. Ce double capteur est alimenté en 5V.



L'électrovanne de régulation de turbo (1223)

Egalement appelée Waste Gate, son principe consiste à éviter que le turbo ne souffle trop fort dans les conduits d'admission. En effet, une trop forte pression de suralimentation peut provoquer une détérioration des éléments moteurs.

A l'origine, la waste gate est un poumon soumis à la pression d'admission d'un côté et a un ressort de l'autre. Lorsque la pression d'admission, dite de suralimentation, dépasse la force du ressort, le poumon pousse une tige qui permet au gaz d'échappement de passer par un circuit parallèle sans entrainer la turbine du turbo.

Sur l'EP6DT cette soupape est actionnée par une électrovanne pilotée en RCO ce qui permet plus de souplesse.



1 électrovanne de régulation pression de suralimentation pilotée en RCO

2 Conduite de commande pneumatique

3 compresseur

4 turbine

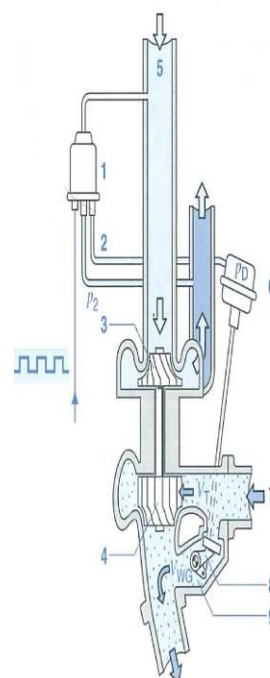
5 flux d'air aspiré

6 régulateur de pression de suralimentation

7 gaz d'échappement

8 Soupape de décharge

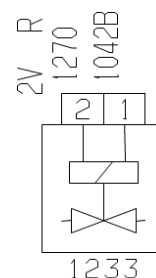
9 canal de dérivation



Avec :

Voie 1 : alim venant du CMM

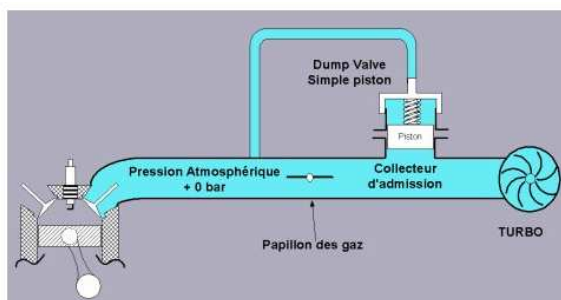
Voie 2 : Masse en RCO venant du CMM



L'électrovanne de décharge turbine compresseur (1295)



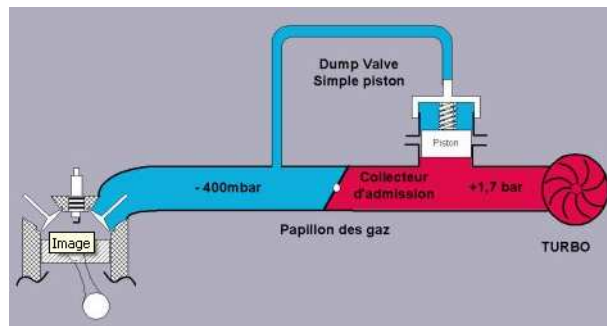
Rôle de la soupape à décharge : Cette soupape doit permettre à la pression de suralimentation de s'échapper lorsque le papillon des gaz se referme.



Exemple lors d'un changement de rapport :

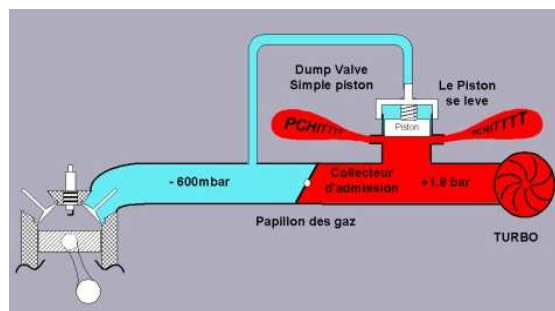
- phase d'accélération : le turbo tourne de plus en plus vite et donc monte en pression grâce à des gaz d'échappement de plus en plus rapide, le papillon est ouvert
- lâcher de l'accélérateur débrayage : durant cette phase les gaz d'échappement ralentissent et entraîne donc une forte diminution de la pression de turbo, le papillon étant fermé il se crée une surpression dans l'admission (en rouge) qui ralentit soudainement la turbine qui prend un choc

- lors de l'embrayage et de la remise des gaz : la remontée en régime est rapide, le turbo remonte en pression doit recombattre son inertie pour « coller » au régime suite à sa perte de vitesse.



La soupape de décharge (également appelée dump valve en anglais ou encore bang bang dans le rallye) permet d'échapper la surpression dans l'admission au moment de la coupure des gaz. On peut ainsi dire que le turbo tourne dans le vide : il ralentit simplement à cause de la chute des gaz d'échappement et tourne sur son inertie puisque rien ne le freine. Le recollage est donc rapide et doux.

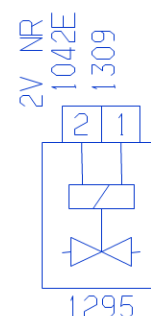
A la remise des gaz, la soupape se ferme pour permettre une remontée de pression de suralimentation. Grâce à ce système il n'y a pas de « choc » puisque le turbo tourne encore rapidement. Le fonctionnement est donc plus doux ce qui représente un avantage double : douceur de fonctionnement améliorant considérablement la longévité du turbo, et un temps de réponse plus court pour l'utilisateur (recollage du turbo quasi-instantané puisque faible perte de vitesse du turbo)



On note que l'air peut être échappé soit dans l'air ambiant (comme sur le schéma, bruit caractéristique, simplicité du circuit) soit dans l'admission juste après la mesure d'air (on connaît précisément la quantité d'air passant dans le moteur)
Sur l'EP6DT cette soupape est commandée en RCO par le CMM.

Voie 1 : commande

Voie 2 : alimentation



Ci-dessous, les signaux de la gestion de suralimentation :

Gestion turbo :

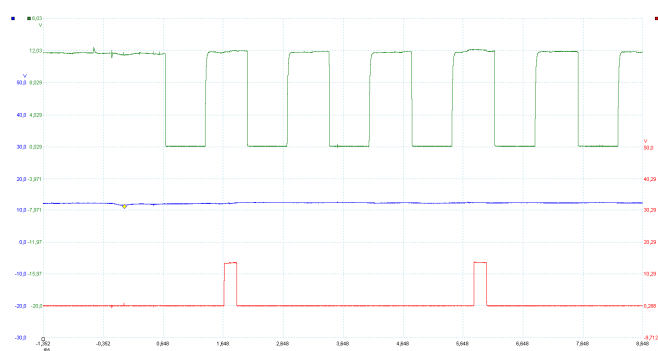
Pour les schémas ci-dessous :

En vert : information régime moteur

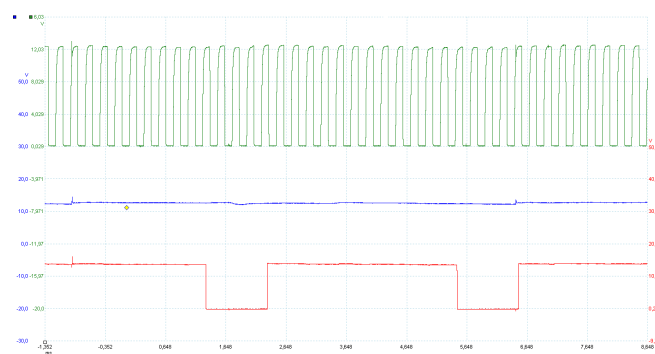
En bleu : commande électrovanne décharge turbine (dump valve)

En rouge : commande électrovanne de régulation de suralimentation (waste gate)

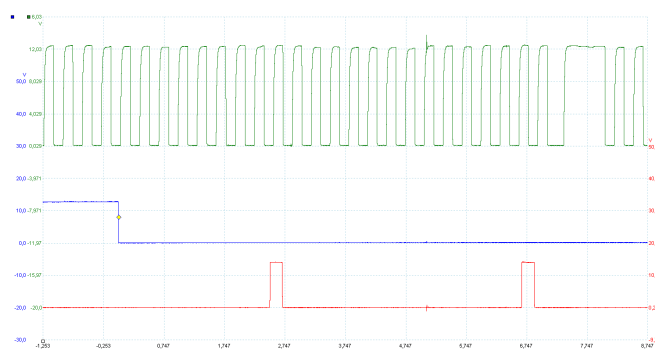
Gestion turbo ralenti



Gestion turbo 4000trs/min

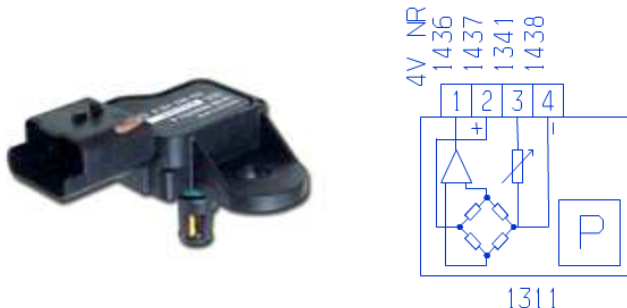


Gestion turbo coupure des gaz



Le capteur de surpression turbo (1311) :

Ce capteur de type CTN est implanté sur la tubulure d'admission. Il combine les capteurs température d'air d'admission et pression air admission aval turbo (amont papillon) en un seul. Ce capteur est de type piezo-résistif, alimenté en 5V il restitue une tension proportionnelle à la pression mesurée.



- Voie 1 : signal pression air
- Voie 2 : alimentation 5V
- Voie 3 : signal température air
- Voie 4 : masse capteur

Le capteur de pression tubulure d'admission (1312) :

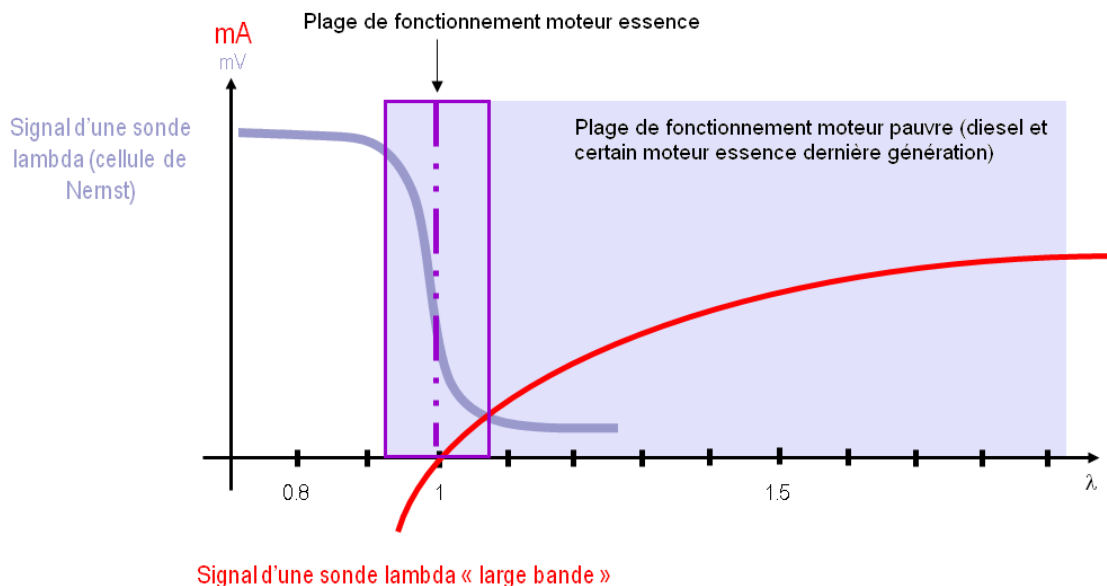
Ce capteur de type piezo-résistif alimenté en 5V délivre en permanence une tension proportionnelle à la pression mesurée dans la tubulure d'admission en aval du papillon.

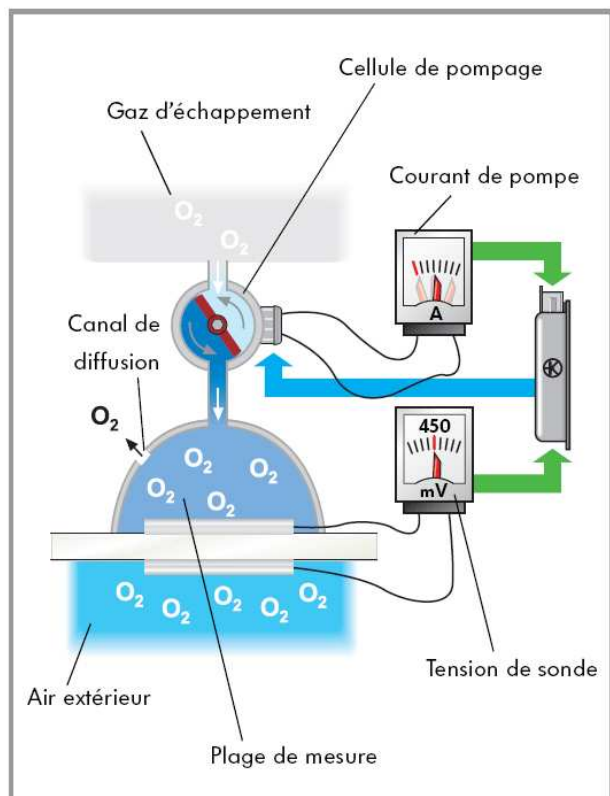


- Voie 1 : signal pression air
- Voie 2 : masse capteur
- Voie 3 : alimentation 5V

La sonde à oxygène proportionnelle amont (1357) :

Avec les normes de dépollution de plus en plus drastique, les ingénieurs se sont penché sur un système permettant de réguler la richesse avec toujours plus de vitesse et de précision. Avec les moteurs à mélange pauvre (essences modernes et diesel) est apparu le besoins d'une mesure sur une plus grande plage de lambda. En effet, une sonde « large bande » est plus adaptée en cas d'extension de la plage de mélange pauvre car elle est proportionnelle.





Dans la sonde lambda proportionnelle (dite encore sonde lambda large bande), il se produit une tension par le biais de 2 électrodes (comme pour une sonde classique). Cette tension résulte de la différence de teneur en oxygène.

La différence entre les deux sondes réside dans le fait que dans la sonde proportionnelle la tension des deux électrodes est constante. Ce processus est obtenu grâce à une cellule de pompage (pompe miniature) qui alimente l'électrode côté échappement avec une quantité d'oxygène permettant de maintenir la tension à une valeur constante de 450 mV. L'appareil de commande du moteur convertit la consommation électrique de la pompe en une valeur lambda

A l'inverse de la sonde classique (dite à saut de tension) représentée ci-dessous à droite, la sonde à large bande donne donc pour un lambda, une courbe de I quasiment linéaire.

Exemple :

Le mélange air/carburant s'appauvrit, ce qui signifie que la teneur en oxygène des gaz d'échappement et qu'à puissance égale de la pompe, la cellule pompe davantage d'oxygène dans la plage de mesure qu'il ne peut s'échapper du canal de diffusion. Ce processus a pour effet de modifier la proportion d'oxygène par rapport à l'air extérieur et d'entraîner une baisse de tension entre les électrodes.

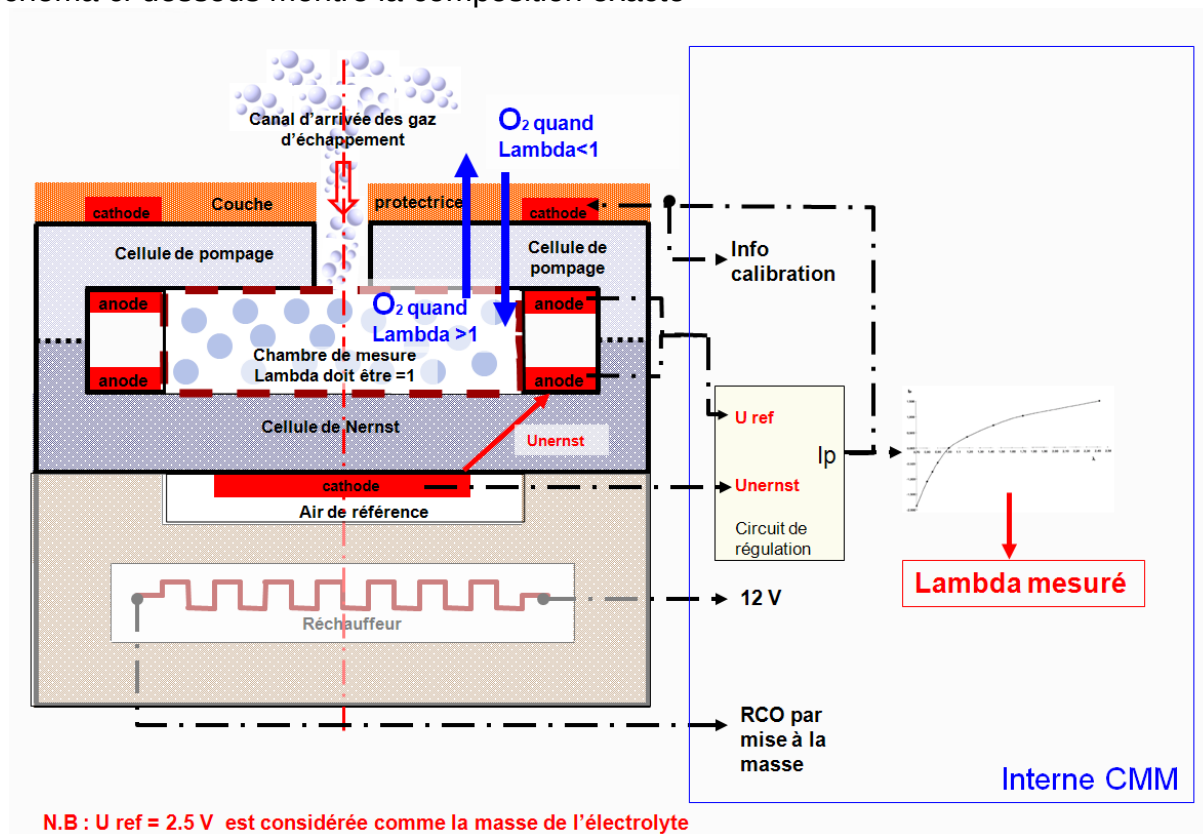
Afin qu'une tension de 450mV puisse de nouveau être atteinte entre les deux électrodes, il est nécessaire de réduire la teneur en oxygène côté échappement. Pour ce faire la cellule doit pomper une quantité moindre d'oxygène dans la plage de mesure. La puissance de la pompe est ainsi réduite jusqu'à ce qu'une tension de 450mV soit de nouveau atteinte.

Le calculateur moteur convertit la consommation électrique de la pompe en une valeur de régulation lambda et modifie en conséquence le mélange.



Le fonctionnement de la cellule de pompage consiste en un processus purement physique ne faisant intervenir aucun élément mécanique. La cellule de pompage ci-dessus est représentée de manière symbolique. Grâce à une tension positive au niveau de la cellule de pompage, des ions d'oxygène négatifs sont attirés par l'élément céramique perméable à l'oxygène.

Le schéma ci-dessous montre la composition exacte



Il s'agit de la combinaison d'une « **cellule de concentration de Nernst*** » (qui mesure le λ) et d'une cellule à courant limite appelée « **cellule de pompe** » (qui transporte les ions d'oxygène afin de retrouver un $\lambda = 1$ après mesure).

cellule de concentration de Nernst* » A température élevée, la conductivité électrique de l'électrolyte augmente de façon à faire apparaître entre les 2 électrodes de la sonde, une tension galvanique caractéristique de la teneur en oxygène par comparaison de l'air de référence (cathode) avec les gaz d'échappement (anode).

Galvanique : Électricité qui se développe par le contact de deux corps hétérogènes (différents des éléments auxquels il est lié)

Cellule de pompe : la sonde est traversée par un courant limite (provenant du CMM) proportionnel à la différence de concentration d'oxygène entre les deux côtés de la sonde. Ce courant provoque, suivant sa polarité, la migration d'atomes d'oxygène d'un sens ou d'un autre. Un circuit de régulation électronique fait en sorte que la cellule de pompe prélève des gaz d'échappement et les envoie à la sonde de concentration à travers la chambre de mesure très fine, juste la quantité d'oxygène nécessaire pour qu'il règne $\lambda = 1$ au niveau de la sonde. Il y a donc prélèvement d'oxygène en cas de mélange pauvre et apport d'oxygène par inversion du courant de pompe quand le mélange est trop riche.

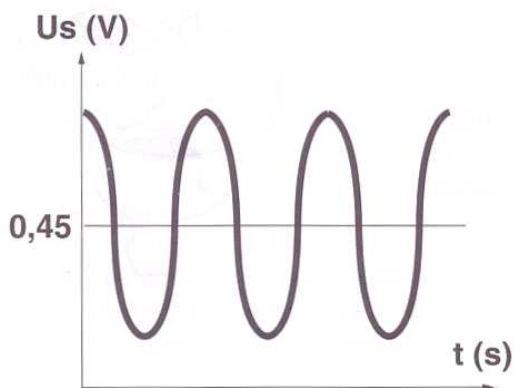
Le courant de pompe constitue le signal de sortie.

La couche protectrice limite l'afflux de molécules d'oxygène provenant des gaz d'échappement par le « **canal d'arrivée** ».

La sonde à oxygène avale (1352) :

Ces sondes sont implantées sur l'échappement, à la sortie du catalyseur et délivrent en permanence au calculateur une tension signalant la teneur en oxygène des gaz d'échappement (qualité de la combustion).

Ces tensions, analysées par le calculateur, permettent après comparaison avec la sonde amont de conclure sur l'état du catalyseur. Le signal varie de 0,1 Volt à 0,9 Volt pour un fonctionnement normal.



(Us) : tension sortie

(t) : temps

Mélange riche :

- tension sonde : environ 0,9 Volt.

Mélange pauvre :

- tension sonde : environ 0,1 Volt.

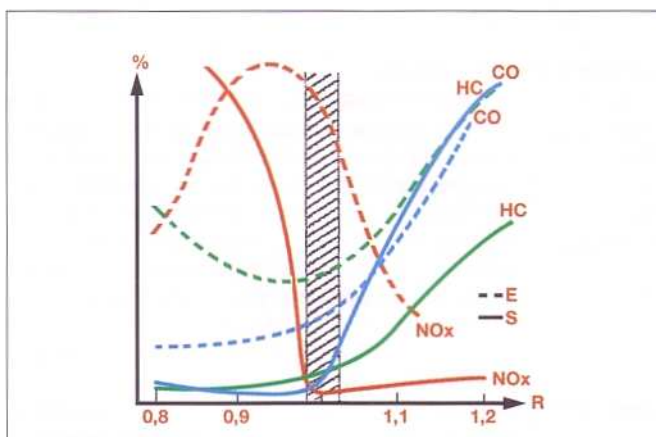
Un dispositif de réchauffage interne permet à la sonde d'atteindre rapidement sa température de fonctionnement, en l'occurrence supérieure à **350°C**.

La résistance de réchauffage est pilotée par le calculateur dans le but de contrôler sa température. Pour une température des gaz d'échappement supérieure à 800°C, le pilotage de la sonde à oxygène est interrompu.

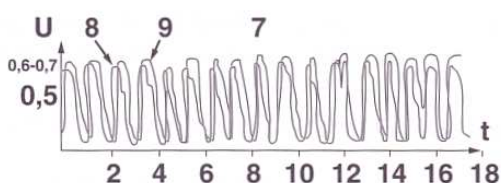
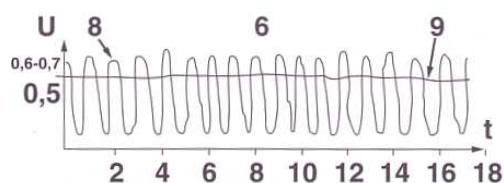
Exemple de signaux avec deux sondes utilisant la même technologie (zirconium) :

Pour un fonctionnement normal le signal doit très peu varier

Pour un fonctionnement normal le signal doit très peu varier.



VUE DES DIFFÉRENTS GAZ BRÛLÉS AU COURS DE LA CATALYSE



(t) : temps.

(U) : tension (continue et "alternative").

(6) : pot catalytique en bon état.

(7) : pot catalytique détruit.

(8) : signal sonde amont.

(9) : signal sonde aval.

Voie 1 : alimentation chauffage de la sonde (même sortie calculateur que la sonde proportionnelle sur sa voie 4, voie 29)

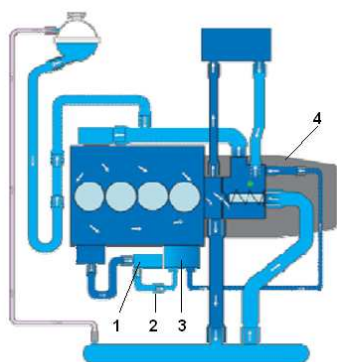
Voie 2 : commande chauffage sonde lambda aval

Voie 3 : signal sonde -

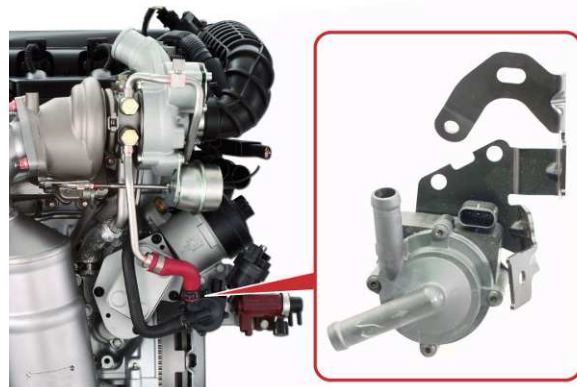
Voie 4 : signal sonde +

La pompe à eau de refroidissement de turbo (1550) :

Le moteur EP6DT est doté d'une pompe à eau électrique qui permet de refroidir le turbo même lorsque le moteur est à l'arrêt. Cette pompe électrique est commandée par



- 1 échangeur thermique eau/huile
- 2 Pompe électrique
- 3 turbo
- 4 thermostat piloté

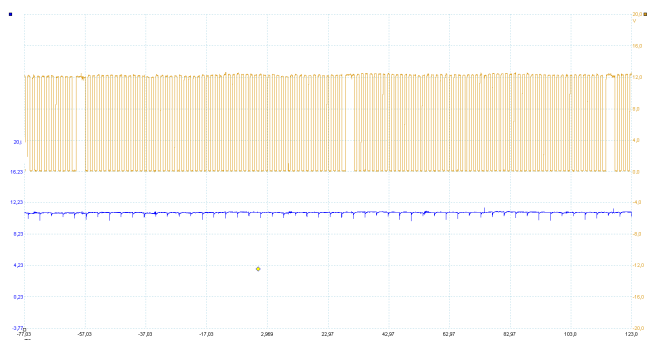


Cette pompe électrique reçoit une alimentation, une masse ainsi qu'un pilotage en RCO via le CMM. Le mouvement de la pompe est dû à un moteur pas à pas dont la carte électronique de gestion est intégrée à la pompe.

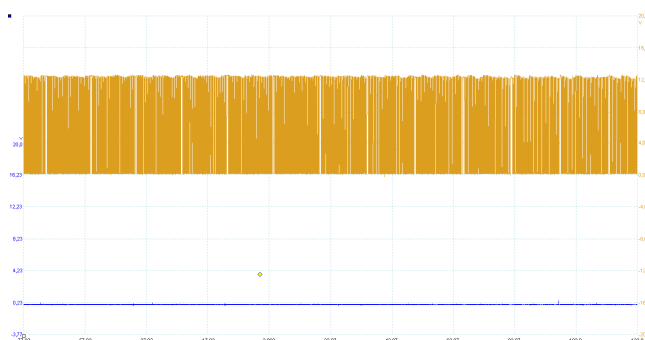
En orange : régime moteur (D2 du connecteur 32 voies)

En bleu : commande de refroidissement turbo voie 48 du connecteur 53 voies marron

Au régime de ralenti



A 3500trs/min

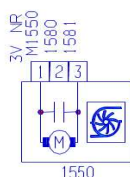


Grace au relevé ci-dessus, on s'aperçoit que la pompe n'est plus alimentée au dessus 3500trs/min. En effet, à ce régime là, le constructeur considère que la pompe à eau classique suffit à refroidir le turbo.

Voie 1 : masse

Voie 2 : alimentation 12V

Voie 3 : commande



Un diagnostic est effectué lors de chaque mise en mouvement de la pompe. En effet, en cas de sur surintensité lors d'une phase de démarrage (pompe bloquée par le gel ou autre) le CMM stoppera immédiatement la commande.

Le contacteur d'embrayage (7306) :

Ce contacteur est implanté sur le pédalier. Il a pour but, lorsque le conducteur débraye, d'en informer le CMM afin que celui-ci adapte le couple moteur au changement de rapport et coupe la régulation de vitesse.

Le contacteur de pédale de frein (2120) :

Ce contacteur est double. Le signal principal est utilisé par le système de freinage alors que le signal redondant est utilisé par le système d'injection/allumage.

Le capteur de niveau d'huile (4100) :

Situé sur la partie basse du bloc moteur, ce capteur envoie au CMM qui la transmet au BSI et c'est la BSI qui transforme cette tension en information de niveau d'huile.

Le manocontact d'huile (4110) :

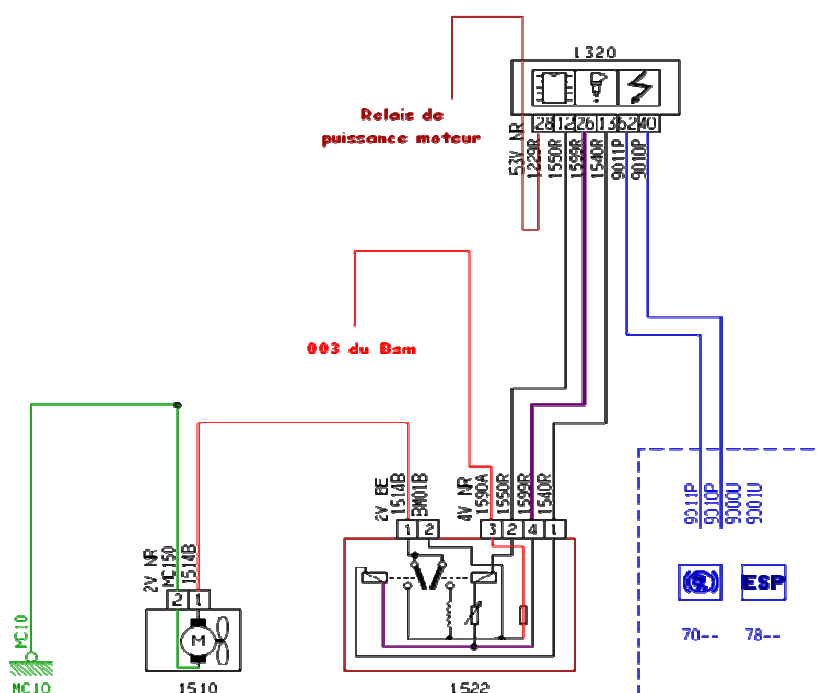


Placé sur le bloc côté volant moteur il donne l'information de la pression d'huile (présente ou non). Il dispose d'une masse directe sur le moteur. Lorsqu'il n'y a pas de pression (moteur à l'arrêt) la masse le traverse et remonte au CMM (voire le schéma électrique). A la montée en pression, il y a une rupture de masse, le CMM ne reçoit donc plus la masse.

Comme pour le capteur de niveau d'huile, cette tension est envoyé par le CMM au BSI qui lui la transforme en information « pression huile.

Le motoventilateur :

Le motoventilateur est piloté par le boîtier électronique de commande GMV lui-même piloté par le CMM en RCO.



2. Dossier d'utilisation :



L'accès à l'intérieur de la maquette est réservé seulement à du personnel qualifié et autorisé.

2.1. NOTICE D'UTILISATION ET D'INSTRUCTIONS :

Installation et mise en route du support moteur MT-MOTEUR-E.

En fonction des organisations internes au lycée, le support moteur est situé dans la zone des moteurs et véhicules. Ce type de système est considéré comme une machine avec des éléments tournants ainsi que des parties chaudes.

Avant tout démarrage, il est impératif de : débrancher la maquette de la prise secteur, vérifier le bon raccordement au système d'extraction des fumées, ainsi que la fermeture du capot.

Mettre le coupe circuit général en position on, ensuite sur le pupitre tourner la clé de contact en position démarrage. Le moteur démarre, vous pouvez visualiser les paramètres sur le combiné d'instrument ainsi que sur l'écran intégré.

Environnement d'utilisation :

Le support moteur s'utilise sur une surface plane installé dans un endroit sec et à l'abri de la poussière, de la vapeur d'eau et des fumées de combustion.

La machine nécessite un éclairage d'environ 400 à 500 Lux.

La machine peut être placée dans une salle de TP, son fonctionnement ne dépasse pas les 70 décibels.

Les commandes du support moteur sont protégées contre les erreurs éventuelles des futurs utilisateurs.

Etalonnage et entretien du support moteur :

Pour la structure du support moteur :

Etalonnage : réglage d'usine

Périodicité d'entretien : néant

Nettoyage : au chiffon propre et doux avec du produit pour le nettoyage des vitres

Vérification : tous les mois du fonctionnement de la serrure
tous les ans du fonctionnement des vérins

Pour le moteur :

Vidange et remplacement du filtre à huile tous les 2 ans ou toutes les 200 heures. (L'huile et le filtre usagés devant être retraités par un organisme compétant)

Remplacement liquide de refroidissement tous les 5 ans. (Le liquide usagé devant être retraité par un organisme compétant)

Vérification des niveaux tous les mois.

Vérification visuel des durites (eau, carburant) tous les mois.

Pour la vidange des liquides :

Conditions préalables d'interventions : Le moteur doit être froid, le frein du support moteur doit être bloqué, la prise secteur doit être débranchée, la clé de contact doit être sur la position Stop et le coupe circuit en position OFF.

- L'huile moteur : accès du bouchon de vidange par la trappe situé sur le bac de rétention des liquides. Un passage plus aisé est prévu sous le banc coté distribution. Le remplissage s'opère par le bouchon au sommet du moteur. (capacité en huile : 3,80 litres, qualité de l'huile : 5w30)

- Le liquide de refroidissement : la vidange s'opère en démontant la durite située en bas du radiateur de refroidissement. La récupération du liquide se fait par la trappe située sur le bac de rétention des liquides. Lors du remplissage effectuer la purge du circuit. (capacité : ≈ 6 litres)

L'accès au vase d'expansion : il est situé sous la trappe jaune. L'ouverture de celle-ci se fait capot fermé, puis desserrer la vis de maintien pour déverrouiller la trappe, enfin faite pivoter la celle-ci. Il est important de remettre la trappe sur son emplacement d'origine et de verrouiller celle-ci.

Pour le carburant :

Le remplissage du réservoir ne doit être pratiqué que par le professeur.

Avant tout remplissage, mettre la clé de contact sur la position St, enlever le raccordement 230V et mettre le coup circuit en position OFF. Vérifier l'absence de courant en mettant la clé de contact en position démarrage, si rien ne se produit, c'est qu'il n'y a plus de courant. N'utiliser que du sans plomb 95 comme carburant.

Nombre de postes, position de l'utilisateur :

Le support moteur est considéré comme un seul poste de travail.

L'utilisateur du support moteur restera debout tout le long de son TP.

Mode opératoire de consignation :

Mettre la clé de contact sur la position Stop.

Enlever le raccordement 230V sauf si le professeur veut recharger la batterie.

Mettre le coup circuit en position OFF.

Vérifier l'absence de courant en mettant la clé de contact en position démarrage, si rien ne se produit, c'est qu'il n'y a plus de courant.

Enlever la clé de contact, et la mettre dans une armoire fermant à clé.

Vérifier la position du capot en position fermé.

Laisser le professeur manipuler le support moteur.

Mettre sur le pupitre du support moteur l'affichage d'un écriteau intitulé "Matériel Consigné".

Risque résiduel :

Seul le professeur effectuera le plein de carburant avec les règles convenables.

L'élève restera tout le temps de son TP sur la partie avant de la maquette didactique.

L'accès à l'intérieur du pupitre de commande est réservé seulement à du personnel qualifié et autorisé.

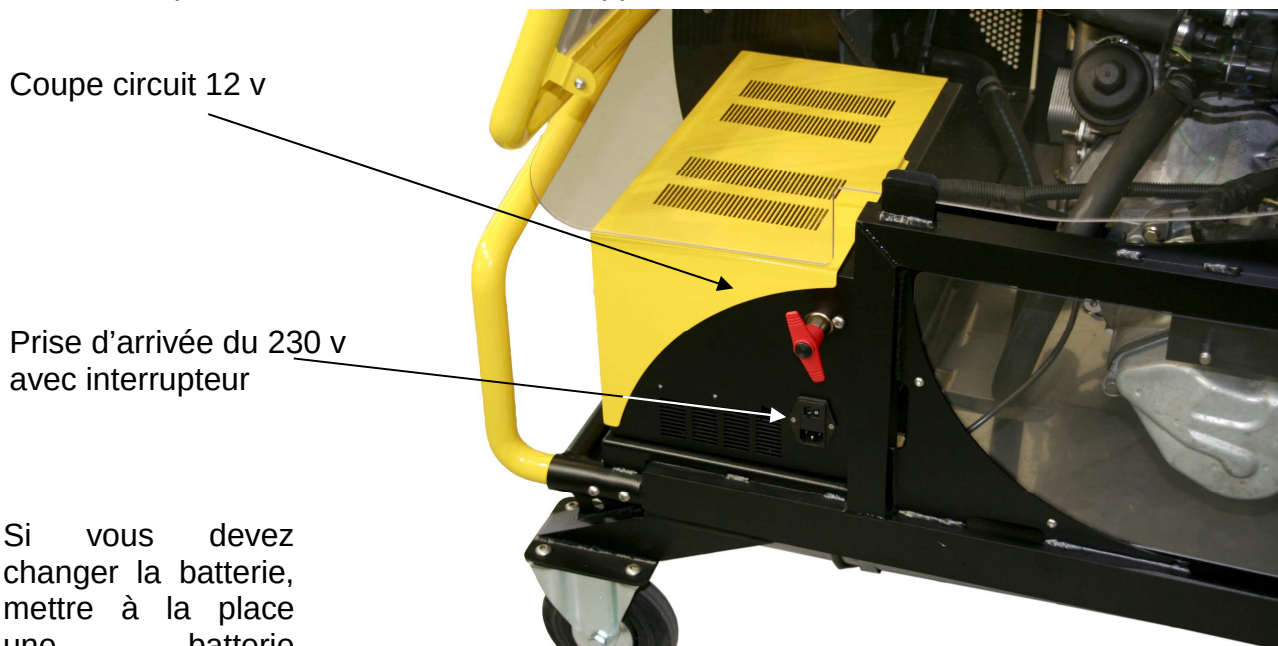
Transport du support moteur :

Le transport de la maquette se fait après l'avoir éteinte et consignée (voir notice de consignation). Attention ne rien laisser sur les tablettes.

Seul le professeur peut bouger le support moteur dans l'atelier.

2.2. Partie électrique 230V / 12V

Photo de la partie alimentation 230v du support moteur :



Coupe circuit 12 v

Prise d'arrivée du 230 v
avec interrupteur

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

Chargeur 230v /12v intégré dans le compartiment batterie du support moteur :



INSTALLATION

MISE EN PLACE

Le chargeur peut être installé horizontalement ou verticalement.
En milieu marin, où les ruissellements d'eau sont fréquents, nous recommandons d'installer le chargeur verticalement (fils vers le bas).
Une zone d'environ 15 cm doit rester libre tout autour du coffret.
Cela permet un refroidissement optimal du système par circulation d'air.
- Prévoir : une arrivée d'air froid en partie basse et un départ d'air chaud en partie haute.
De façon à prévenir toute surchauffe anormale, le chargeur régule automatiquement le courant de sortie.
En cas de surchauffe critique (> 60°C), le chargeur est protégé et sa puissance se limite automatiquement de façon à compenser la hausse de température.

CONNEXION DES BATTERIES : (suivant le modèle)

Connecter la borne positive de la batterie au cordon rouge

et la borne négative au cordon noir

Faire de même avec la deuxième

batterie pour un chargeur 2 sorties.

Prendre soin de brancher le chargeur au secteur après la connection des batteries.

ATTENTION : bien vérifier le serrage assurant la liaison des câbles batterie sur la batterie (risque d'échauffement important en cas de mauvais serrage).

CONNEXION AU SECTEUR : (suivant le modèle)

Par cordon avec prise SCHUKO surmoulée ou par prise CEI (type informatique, voir photo).

AFFICHAGE

Le fonctionnement du chargeur est indiqué par la LED comme suit :

□ Led rouge

"Charge". Cette led est allumée tant que la batterie n'est pas complètement chargée.

□ Led verte

"100%". Cette led est allumée lorsque la batterie est chargée.



Méthode de calcul simplifiée du courant de charge nécessaire :

Tenir compte :

- De la capacité batterie (A/h)
 - D'un coefficient moyen de consommation de 1.2
 - d'une durée de charge conventionnelle de 10 h.
- capacité batterie * 1.2 / 10 = COURANT CHARGEUR (BOOST)

Modèle	Tension	Courant de boost	DIMENSIONS LTP (mm.)	POIDS	CAPACITE BATTERIE (Ah)
M1205 xxxxxx...	12V	06A	150 x 110 x 55	850Grs	40 à 80 Ah
M1210 xxxxxx...	12V	10A	150 x 110 x 55	850Grs	80 à 120 Ah
M2405 xxxxxx...	24V	05A	150 x 110 x 55	850Grs	35 à 75 Ah

COURBES DE CHARGE :

Modèle	Position switch	Type de batterie	12 V		24 V	
			U BOOST	U FLOAT	U BOOST	U FLOAT
1 courbe		Plomb ouvert	14,2V	13,3V	28,4V	28,6V
		Gel	14,4V	13,8V	28,8V	27,6V
2 courbes	B	Plomb ouvert	14,2V	13,3V	28,4V	28,6V
	A	Gel	14,4V	13,8V	28,8V	27,6V

POUR LES MODELES 2 COURBES, LE CHARGEUR EST REGLE EN USINE SUR LA COURBE B



ATTENTION

Le chargeur peut devenir chaud pendant la phase de « BOOST », NE PAS TOUCHER LE BOITIER PENDANT LA CHARGE.



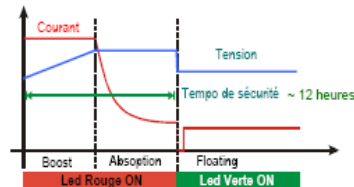
En cas d'inversion des connexions batterie (fil + et fil -), LE FUSIBLE SAUTE ! Le remplacer avec le même calibre.

GARANTIE 2 ANS.

La garantie de cet appareil est de 2 ans, pièces et main d' œuvre comprises, sauf dans le cas d'une utilisation ou d'une installation non conforme.

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

Tension d'entrée 230V ~ - 15% / + 10% Fréquence 50/60Hz
Tension de sortie U bat +/- 2% Courant de sortie I bat +/- 10%
Indice de protection IP 54 Ventilation naturelle
Température de fonctionnement -10/+45°C
Température de stockage -20°C/+70°C
Sécurité de l'utilisateur EN 60335-1 et EN 60335-2-29
Certifié CE EN50081-1, EN50082-1, EN55022-classe A.
ATTENTION : Cet appareil est un appareil de classe A. Dans un environnement résidentiel, cet appareil peut provoquer des perturbations radioélectriques. Dans ce cas il peut être demandé à l'utilisateur de prendre des mesures appropriées.



Allure générale de la courbe de charge 3 états

COURANT DE CHARGE :

Le courant nominal annoncé est le courant max. délivré par le chargeur. Il peut être utilisé en permanence.

SECURITE :

- PROTECTION ELECTRONIQUE CONTRE :
 - courts-circuits en sortie
 - décharge de la batterie en cas d'absence secteur
- PROTECTION PAR FUSIBLE CONTRE :
 - inversion de polarité batteries (fusible extérieur)
- ANTICORROSION : coffret en aluminium anodisé.
- ANTI-CHOC : résistance aux chocs lors d'une utilisation courante

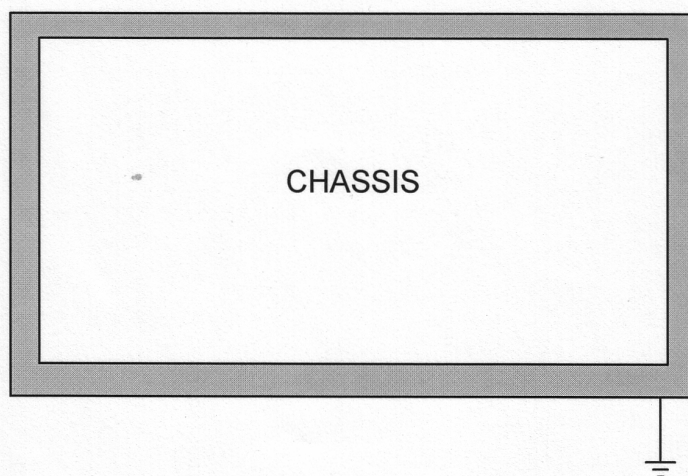
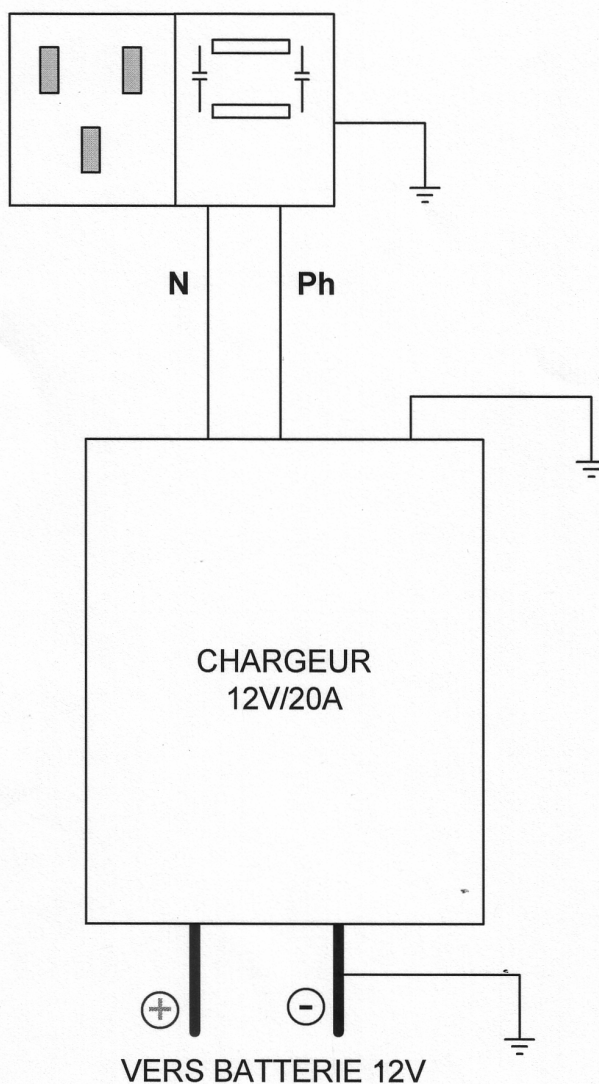
SELECTION DE LA COURBE DE CHARGE (en option sur la version 12V/10A)

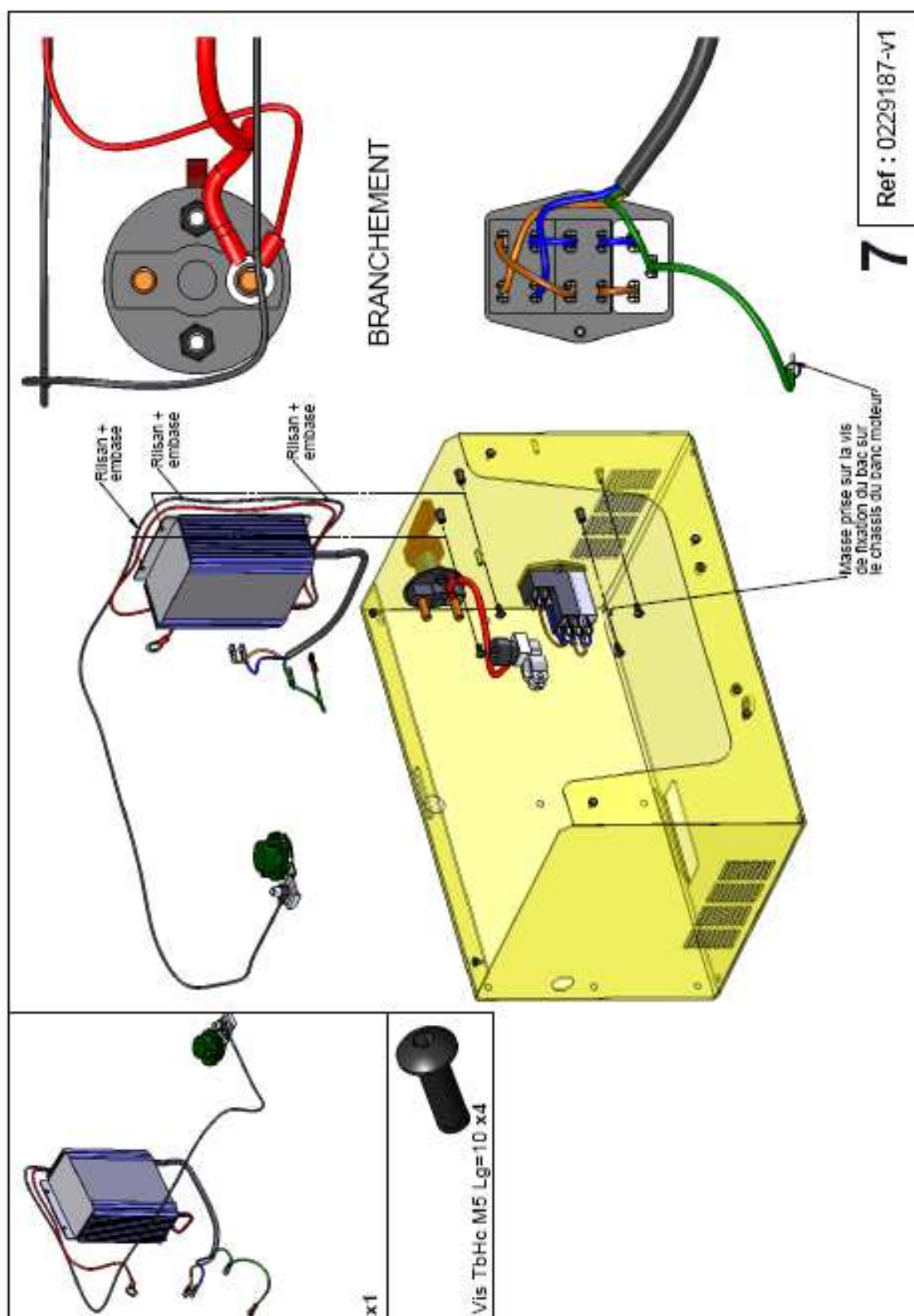
Retirer le capuchon en plastique transparent (indiqué « curve select » sur l'image à gauche) et faire coulisser à l'aide d'un petit tournevis la glissière sur la position souhaitée :

A = batteries étanches/GEL UBoost = 14.4V (28.8V) / UFloat = 13.8V (27.6V)
B = batteries plomb ouvert UBoost = 14.2V (28.4V) / UFloat = 13.3V (26.6V)

Schéma électrique de la partie 230V

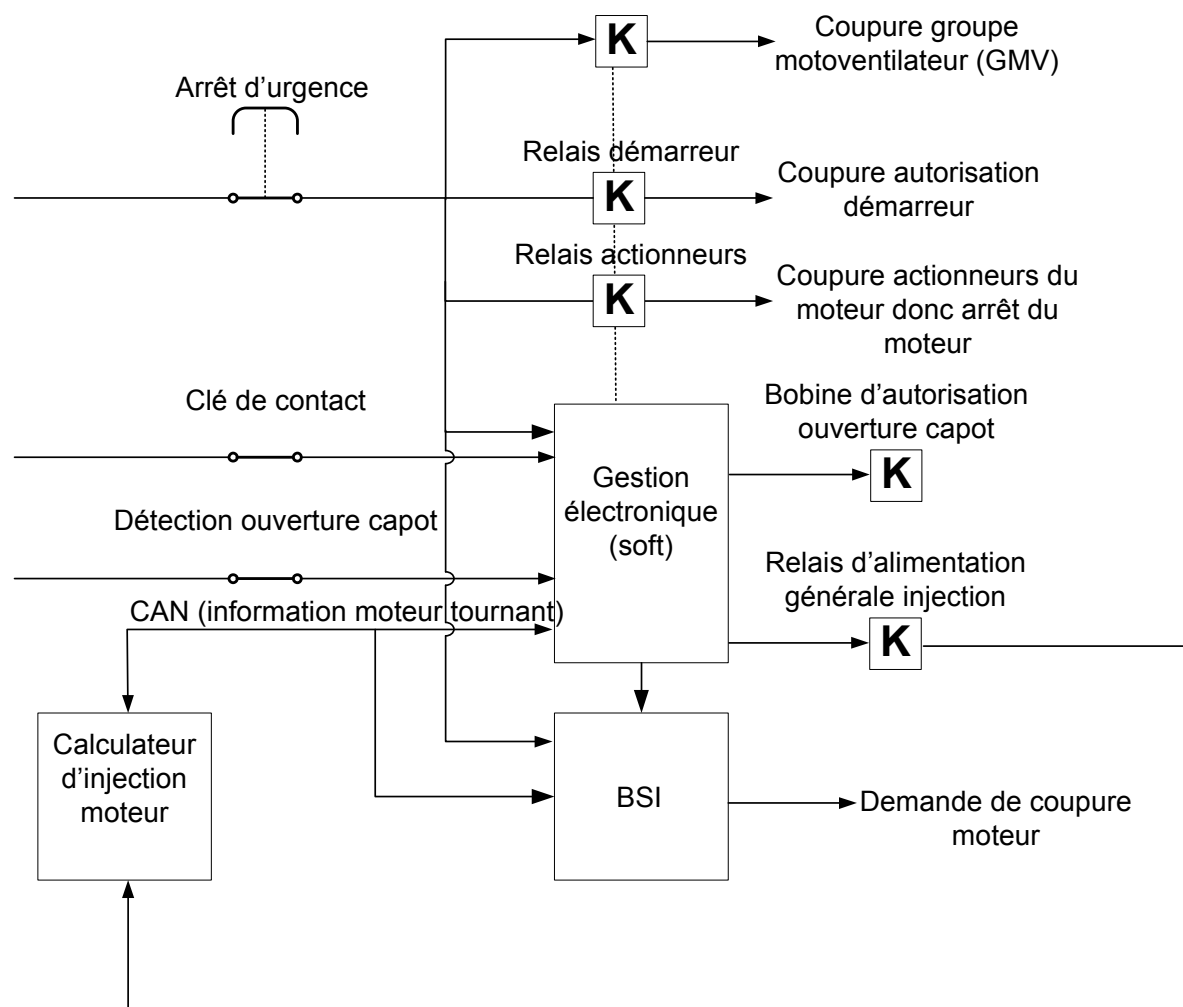
Embase + filtre/inter
FN 388-2/21 2A





2.3. L'arrêt d'urgence :

L'arrêt d'urgence est mis en œuvre par un système d'arrêt coup de poing. L'interrupteur coup de poing coupe le circuit des actionneurs moteurs (donc arrêt moteur), du groupe motoventilateur, d'autorisation démarreur, du relais d'alimentation de l'injection et demande la coupure moteur au BSI.(voir schéma ci-après)



2.4. Le support moteur :



L'outil de diagnostic CL500 est livré avec le support moteur



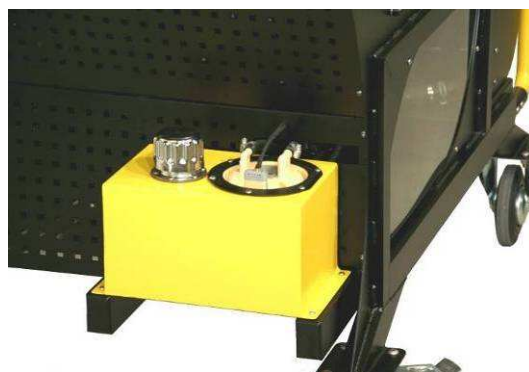
Le moteur :

Moteur essence EP6-DT provenance PSA : cylindrée de 1600 cm³, injection directe BOSCH MED 17.4

Périodicité pour l'entretien du moteur : voir notice d'instruction.

Alimentation en carburant :

L'alimentation en carburant est assurée par le système de pompe et jauge immergé du véhicule.
Indication de niveau au tableau de bord.
Bouchon de remplissage avec système anti-siphon.
Opération de remplissage dans la notice d'instruction.

**Le système électrique :**

Tous les faisceaux sont conformes aux exigences des constructeurs automobiles.

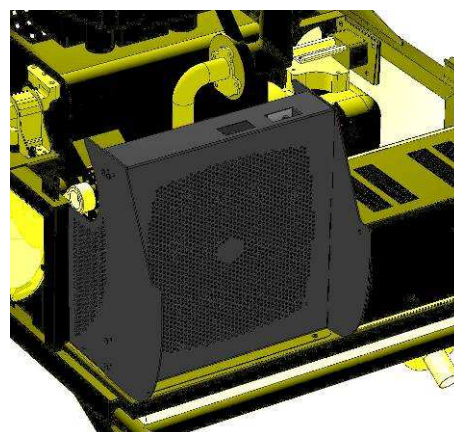
L'alimentation électrique est placée dans un caisson fermé à l'avant du châssis pédagogique, on retrouve :
La batterie du véhicule ;
Un coupe-batterie ;
Un chargeur de batterie automatique ;
La prise 230v pour l'alimentation du chargeur.



Premier moteur à intégrer un chargeur intelligent 230v/12v.

Le refroidissement :

Identique à celui du véhicule et placé sur l'avant du support, le système de refroidissement comprend le radiateur, le moto-ventilateur, les différentes durits ainsi qu'un vase d'expansion.



Frein de stationnement :

Il n'y en a qu'un situé sur la roue arrière droite, il doit être actionné lors du stockage ou de l'utilisation du support moteur.

**La sécurité :**

Le moteur sur châssis pédagogique est un organe du véhicule sorti de son environnement, il est considéré comme une machine.

Dans le respect de la 'Directive Machine', EXXOTEST protège les parties tournantes et parties chaudes (supérieures à 55°C).

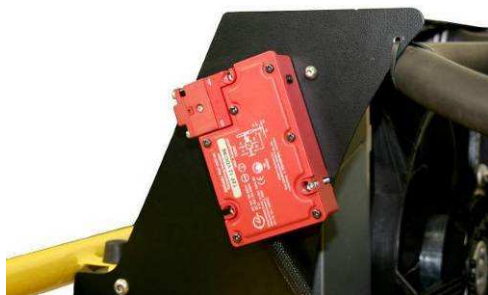
Le capot transparent recouvre la totalité du moteur, il est articulé et supporté par des vérins. La position fermée permet une sécurité maximale lors du fonctionnement du moteur tout en conservant une visibilité complète.

La position ouverte offre un large accès au moteur et facilite les différentes interventions. Le verrouillage est assuré par une serrure électrique pilotée par le pupitre de commande.

Le système d'alimentation électrique est protégé par un capot démontable.

Un bac de rétention des liquides est prévu en cas de fuite ou de mauvaise manipulation.

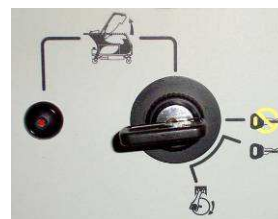
Un arrêt coup de poing permet l'arrêt d'urgence du moteur en cas d'incident.

La serrure :

Serrure de porte sécurisée, système électrique d'ouverture, fermeture manuelle.

Procédure de désengagement :

Positionner la clé de contact sur le mode ouverture capot, puis appuyer deux secondes sur le bouton avec le voyant rouge, le voyant s'éteint. Enfin positionner vous devant le capot, appuyer dessus et accompagner l'ouverture de celui-ci.



Important : L'ouverture de cette serrure électrique est réaliser par autorisation du pupitre de commande, si le moteur est à l'arrêt chaud (>90°C), une temporisation n'autorise l'ouverture qu'après un abaissement de la température d'eau moteur en dessous de 90°C.

Capot :

Capot transparent avec ouverture et fermeture aisée avec vérins.

**Le châssis :**

Robuste et léger, le châssis au design EXXOTEST, est en aluminium haute résistance revêtu d'une peinture époxy.

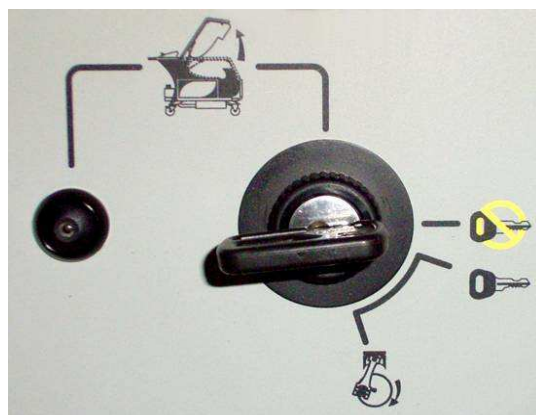
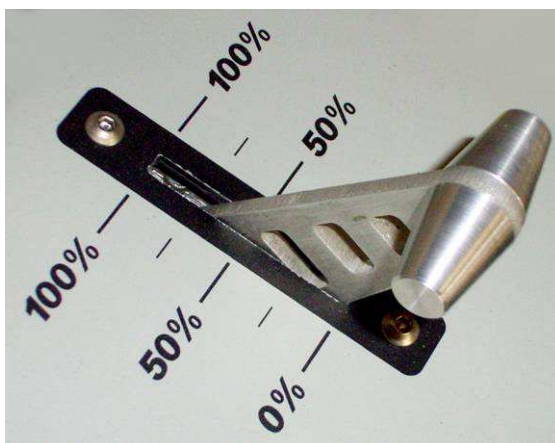
L'ensemble repose sur des roulettes de Ø160 mm (2 fixes et 2 directionnelles freinées) pour un déplacement aisé.

Conception sous Solidwork®



Pupitre de commande :**Contacteur à clé :**

Avec les positions : 0, contact, démarrage et position demande d'ouverture capot.

**Arrêt coup-de-poing :****Le levier d'accélérateur :**

Indicateurs analogiques, le combine d'instrument du véhicule avec : compte-tours, température d'eau, niveau de carburant, témoins, horodateur.

Prise de diagnostic 16 voies pour le branchement du CL500 fourni mais aussi d'un outil de diagnostic.



Ecran haute résolution pour l'affichage des informations moteur du réseau CAN et des capteurs optionnels...



ANNECY ELECTRONIQUE
DECLARATION 'CE' DE CONFORMITE



Fabricant : Annecy Electronique S.A.S.

Adresse : Parc Altaïs – 1, rue Callisto 74650 CHAVANOD

Déclare que le produit suivant

Marque : EXXOTEST

Modèle : MT-MOTEUR-D, MT-MOTEUR-E, MT-MOTEUR-IDT ou MT-MOTEUR-EV

est conforme aux exigences des directives européennes suivantes:

- ☐ **Directive Basse tension 73/23/CEE du 19 février 1973 :**
- ☐ **Directive Machine 98/37/CEE du 22 juin 1998 :**
- ☐ **Directive Compatibilité Electromagnétique 89/336/CEE du 3 mai 1989, amendée par 92/31/CEE et 93/68/CEE :**

et satisfait aux exigences des normes harmonisées le concernant:

NF EN 61326-1 de 07/1997 + A1 de 10/1198 + A2 de 09/2001

Matériels électriques de mesures, de commande et de laboratoire, prescriptions relatives à la C.E.M.

selon les spécifications suivantes :

NF EN55022 : 2003 : Classe B.
CEI 801-2 : 1991 : Sévérité 3.
CEI 801-3 : 1984 : 3 V/m.
CEI 801-4 : 1988 : Sévérité 2.

Fait à Chavanod, le 19/01/2009

Stéphane SORLIN
Président

