

Ministère de l'éducation nationale**MENTION COMPLÉMENTAIRE****MAINTENANCE DES SYSTÈMES****EMBARQUÉS DE L'AUTOMOBILE**

DOMINANTE VEHICULES PARTICULIERS

SESSION 2008

Épreuve E1

Unité: U 1

ÉTUDE TECHNIQUE

S 11 , S 12 , S 21, S 31, S 32 , S 34 , S 41, S 43, S 44, C 1.C 2,C 3

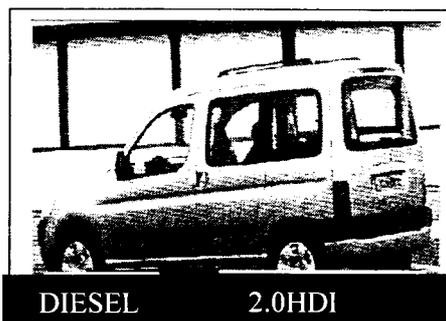
DOSSIER RESSOURCES*A rendre en fin d'épreuve avec le dossier travail.*

Présentation, spécifications générales	2
Consignes de sécurité	3
Constitution du système « Common Rail »	4
Schéma du circuit d'alimentation	5
Analyse fonctionnelle : mise en situation, actigramme A-0 et A0	6/7
Synoptique du calculateur	8
Régulateur de pression.....	9
Valeurs constructeur	10/11
Cartographie pression d'injection.....	12
Tableau des modes dégradés.....	13
Dessin d'ensemble du régulateur.....	14/15
Tableau des écarts	16

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 1 sur 16

Présentation :

Peugeot Partner d'octobre 2002
 Moteur de 2.0 HDI
 Kilomètre au compteur : 43672
 Véhicule : VP
 Calculateur : SIEMENS SID 801

**Gamme**

Motorisation	Types Mlnes / puissance fiscale	
	VP	VU
1.1	-	GBHFXB / 6
1.4	GJKFWB / 6	GBKFWB / 8
1.6 16v	GJNFUB / 7	-
1.9 D	GJWJYB / 5	G*WJYB / 7
2.0 HDi	GJRHYB / 6	G*RHYB / 8

- Moteur 4 temps, 4 cylindres en ligne placé transversalement au dessus de l'essieu avant.
- Culasse en alliage léger à conduit d'air tourbillonnant (SWIRL).
- 8 soupapes commandées par l'arbre à cames par l'intermédiaire de linguets à rouleaux et de poussoirs hydrauliques.
- Distribution assurée par courroie crantée entraînant, l'arbre à cames, la pompe d'injection et la pompe à eau.
- Lubrification sous pression assurée par pompe à huile entraînée par chaîne en bout de vilebrequin. Refroidissement assuré par un circuit fermé de circulation d'eau avec vase d'expansion réglé par thermostat et activé par une pompe à turbine.
- Pompe à carburant haute pression.
- Système d'injection directe à haute pression commandée par un calculateur électronique.
- Bougie de préchauffage commandée par le calculateur d'injection.
- Suralimentation par turbocompresseur.
- Pot catalytique et système de recyclage des gaz d'échappement (EGR)

Spécifications générales

Moteur	1,9 D	2,0HDI
Type moteur	DW8B	DW10TD
Type réglementaire	WJZ	RHY
Cylindrée (cm ³)	1868	1997
Alésage (mm)	82,2	85
Course (mm)	88	88
Rapport volumétrique	23/1	17,6/1
Puissance maxi :		
• KW	51	66
• Ch	70	90
Régime à la puissance maxi (tr/min)	4600	4000
Couple maxi (daN.m)	12,5	20,5
Régime au couple maxi (tr/min)	2500	1900

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 2 sur 16

CONSIGNES DE SECURITE

L'utilisation de produits avec additifs dans le carburant tels que
" nettoyant circuit carburant / remétallisant " est strictement interdite.

Introduction :

Toutes les interventions sur le système d'injection doivent être effectuées par un personnel spécialisé connaissant et respectant les consignes de sécurité et les précautions à prendre. Conformément aux prescriptions et réglementations :

- des autorités compétentes en matière de santé,
- de prévention des accidents,
- de protection de l'environnement.

Avant d'intervenir sur le système, il est nécessaire de :

- s'assurer que la zone de travail est propre et dégagée.
- effectuer le nettoyage du circuit sensible :
 - pompe haute pression carburant,
 - rampe d'alimentation,
 - conduites haute pression carburant,
 - injecteurs.
- porter une tenue vestimentaire propre.
- obturer immédiatement après le démontage tous les raccords du circuit haute pression avec des bouchons pour éviter l'entrée d'impuretés dans le circuit haute pression (ref kit : 9780-18),
- les pièces en cours de réparation doivent être stockées à l'abri de la poussière,
- respecter les couples de serrage du circuit haute pression : (tubes, raccords injecteurs, rail), à l'aide d'une clé dynamométrique régulièrement contrôlée.

Pendant l'intervention sur le système

Compte tenu des pressions très élevées (jusqu'à 1500 bars) qui peuvent régner dans le circuit carburant, il est nécessaire de respecter les consignes suivantes :

- interdiction absolue de fumer à proximité immédiate du circuit haute pression lors d'une intervention ;
- éviter de travailler à proximité d'une flamme ou d'étincelles,
- après arrêt du moteur, attendre 30 secondes avant toute intervention.

Moteur tournant

- ne pas intervenir sur le circuit haute pression carburant,
- tenez-vous toujours hors de portée d'un éventuel jet de carburant, il peut occasionner de sérieuses blessures.
- n'approchez pas les mains, la peau ou les yeux d'une fuite sur le circuit haute pression carburant.
- ne débranchez pas les connecteurs des injecteurs et du calculateur contrôle moteur.

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 3 sur 16

Constitution

L'ensemble du système « **Common Rail** » comprend :

➤ ***une partie commande***

Celle ci est constituée :

- d'un calculateur et de différents capteurs (régime, température.)

➤ ***une partie opérative***

Celle ci est constituée:

* **d'un circuit basse pression composé :**

- de la pompe d'alimentation électrique, de canalisations, d'un réchauffeur, d'un filtre à gazole

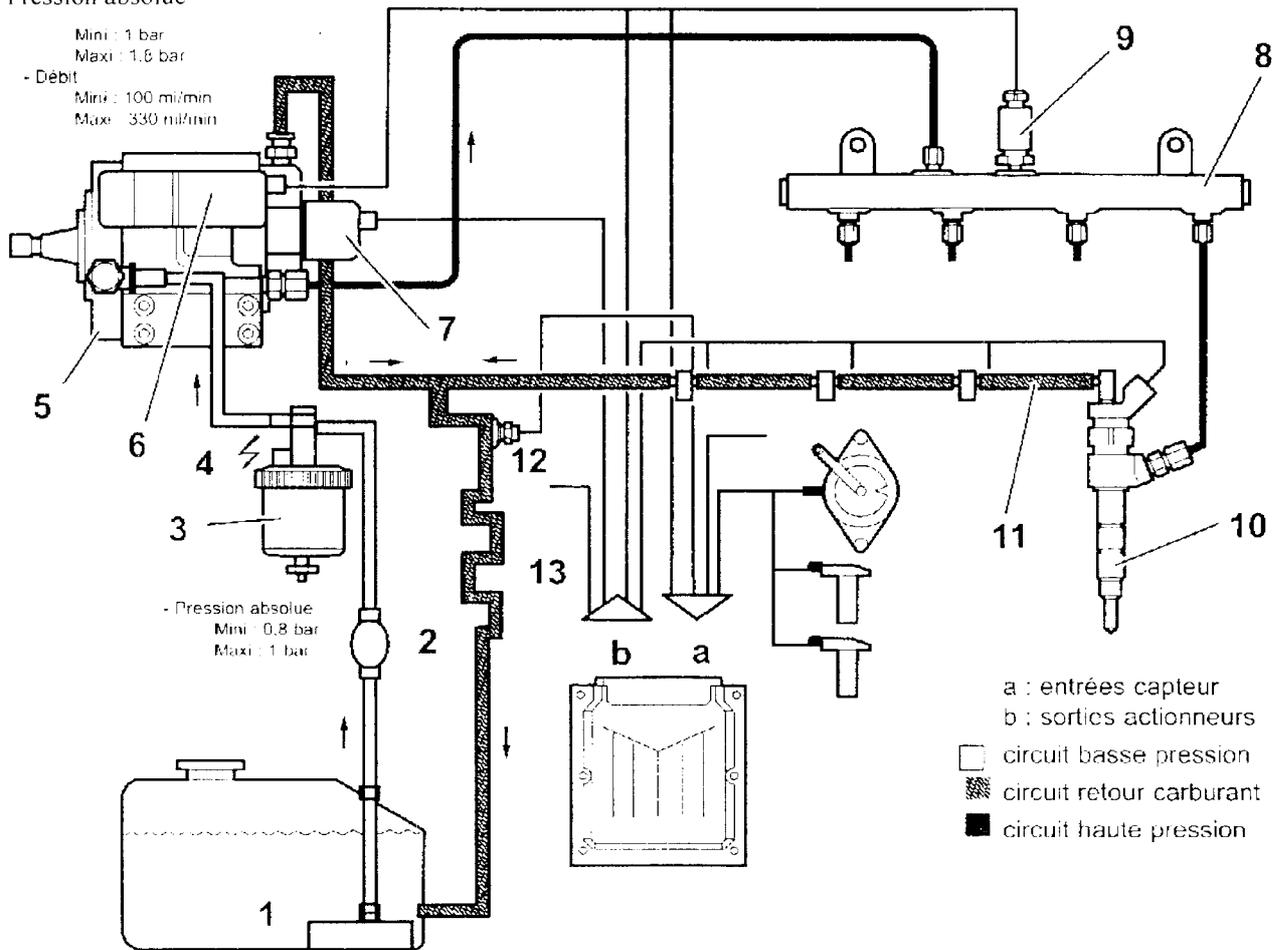
* **d'un circuit haute pression composé :**

- d'une pompe haute pression entraînée par le moteur, celle ci délivre un débit de carburant aux injecteurs par l'intermédiaire du Rail. La pression de service varie entre 200 et 1400 bars.
- Moteur à l'arrêt, il ne subsiste pas de pression résiduelle dans le circuit HP car le RCC = 0 %, le régulateur de pression est ouvert.
- d'un régulateur haute pression : celui ci est commandé par le calculateur et adapte la pression suivant les conditions de fonctionnement du moteur.
- du « Rail » ou accumulateur : celui ci stocke le carburant et amortit les pulsations de pression
- des injecteurs à commande électrique : ils sont alimentés en carburant sous pression par le « Rail » et leurs ouvertures sont gérées par le calculateur.

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 4 sur 16

Pendant le démarrage
Pression absolue

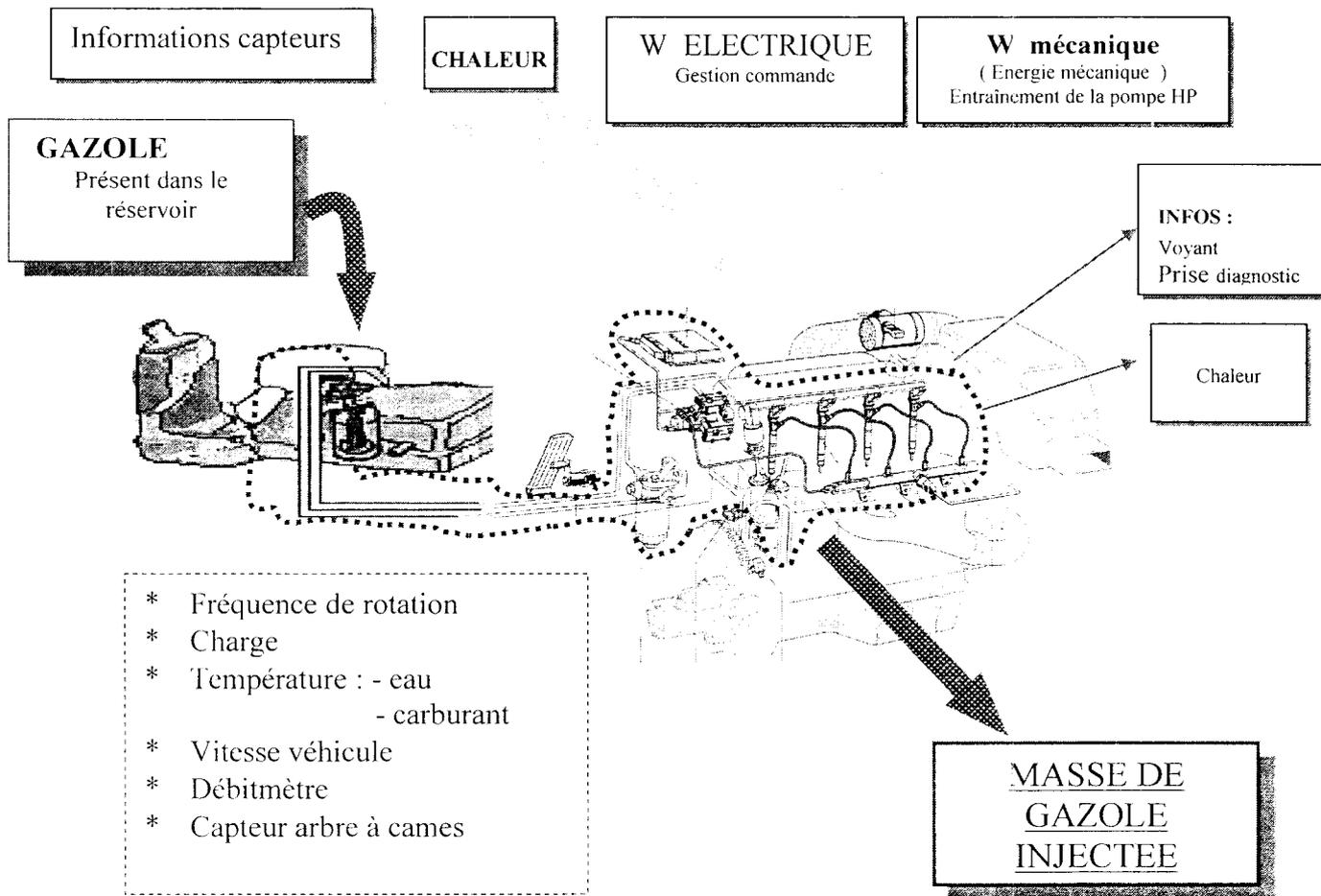
Mini : 1 bar
Maxi : 1,6 bar
- Débit
Mini : 100 ml/min
Maxi : 330 ml/min



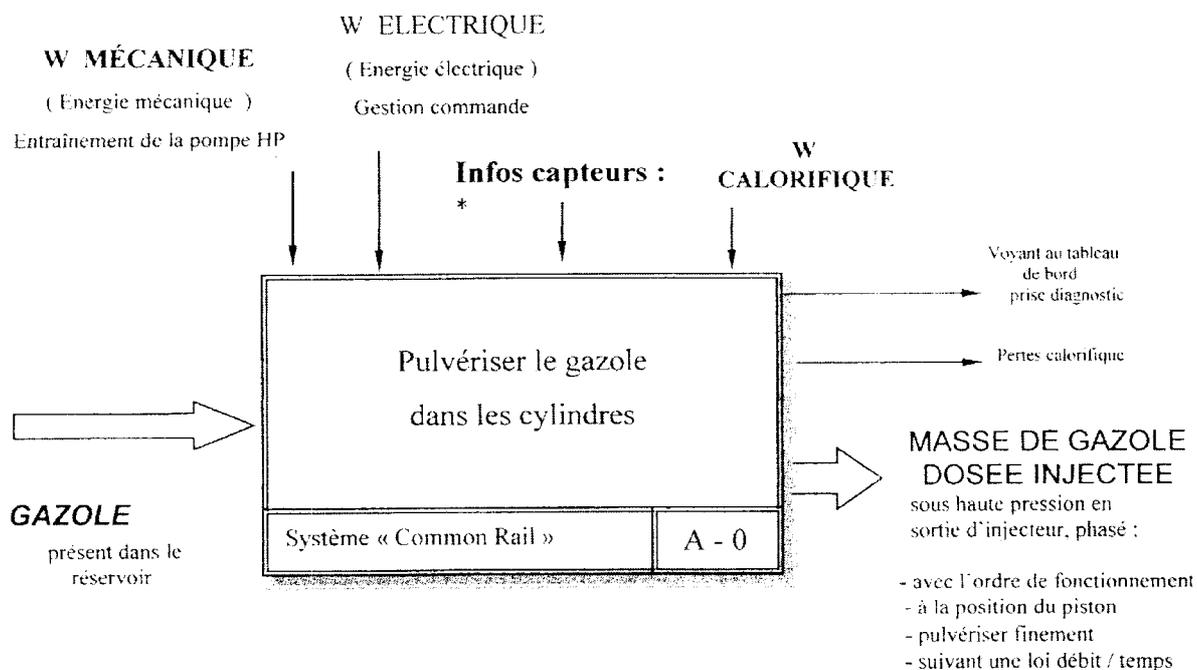
a : entrées capteur
b : sorties actionneurs
□ circuit basse pression
▨ circuit retour carburant
■ circuit haute pression

Repère schéma	Désignation	Numéros de pièces dans le schéma électrique
1	préfiltre + jauge à carburant	-
2	pompe d'amorçage	-
3	filtre à carburant	-
4	réchauffeur à carburant	1276
5	pompe haute pression + pompe d'alimentation	-
6	régulateur de débit carburant	1277
7	régulateur de pression carburant	1322
8	rail	-
9	capteur haute pression	1321
10	injecteurs	1331 à 1334
11	circuit de retour carburant	-
12	capteur de température carburant	1310
13	refroidisseur de carburant	-

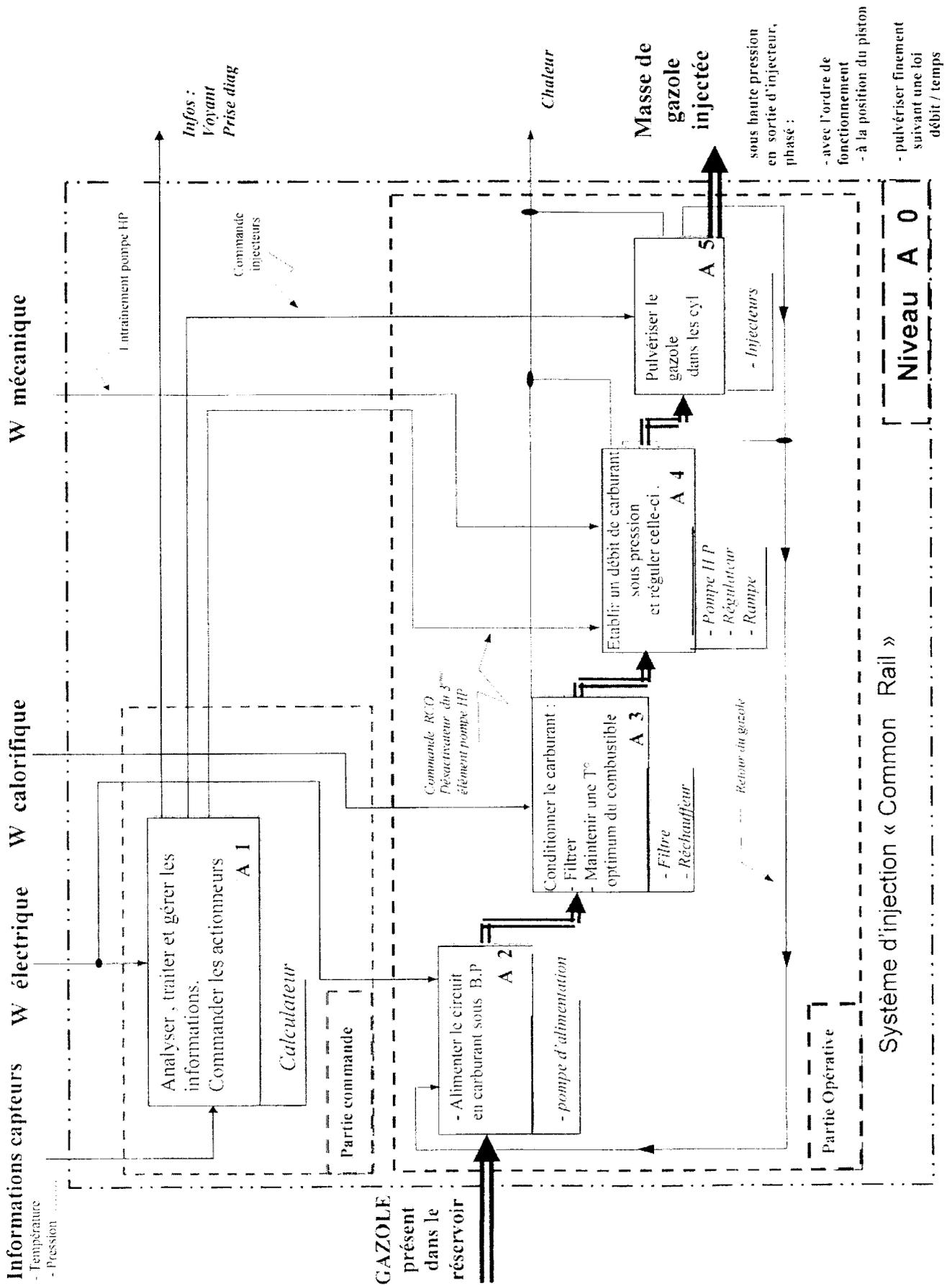
Isolement : Entrées et sorties du système



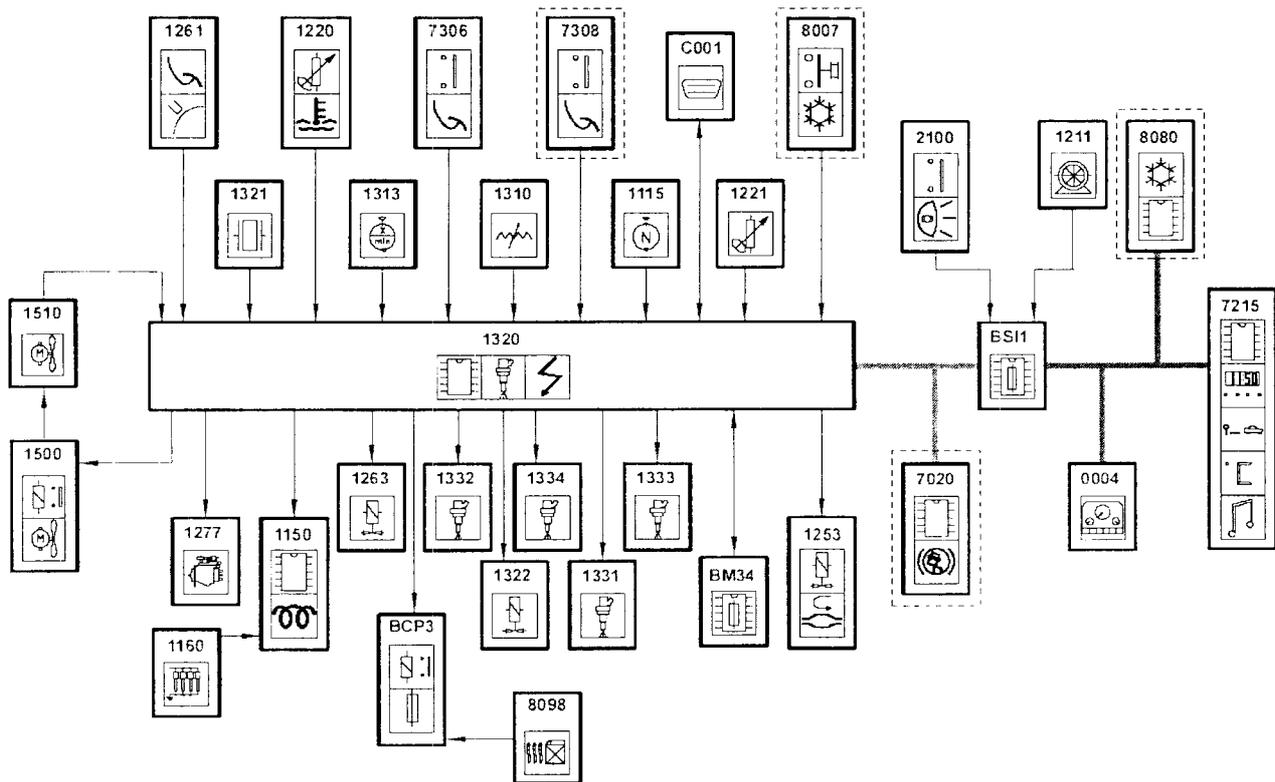
Fonction globale



Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 6 sur 16



Synoptique des entrées et des sorties calculateur



BCP3 boîtier commutation protection 3 relais

BS11 boîtier de servitude intelligent (BSI)

C001 connecteur diagnostic

0004 combiné

1115 capteur référence cylindre

1150 boîtier de préchauffage

1160 bougies de préchauffage

1211 jauge à carburant

1220 capteur température eau moteur

1221 thermistance gazole

1253 électrovanne de vanne (EGR)

1261 capteur position pédale accélérateur

1263 électrovanne de papillon EGR

1277 régulateur de débit

1310 débitmètre air

1313 capteur régime moteur

1320 calculateur moteur

1321 capteur haute pression gazole

1322 régulateur haute pression gazole

1331 injecteur cylindre n° 1

1332 injecteur cylindre n° 2

1333 injecteur cylindre n° 3

1334 injecteur cylindre n° 4

1500 relais moto-ventilateur (GMV)

1510 moto-ventilateur (GMV)

2100 contacteur de stop

7020 calculateur antiblocage de roue

7215 écran multifonctions

7306 contacteur de sécurité du régulateur de vitesse (embrayage)

7308 contacteur de sécurité du régulateur de vitesse (frein)

8007 pressostat

8098 chauffage additionnel

8080 calculateur de climatisation

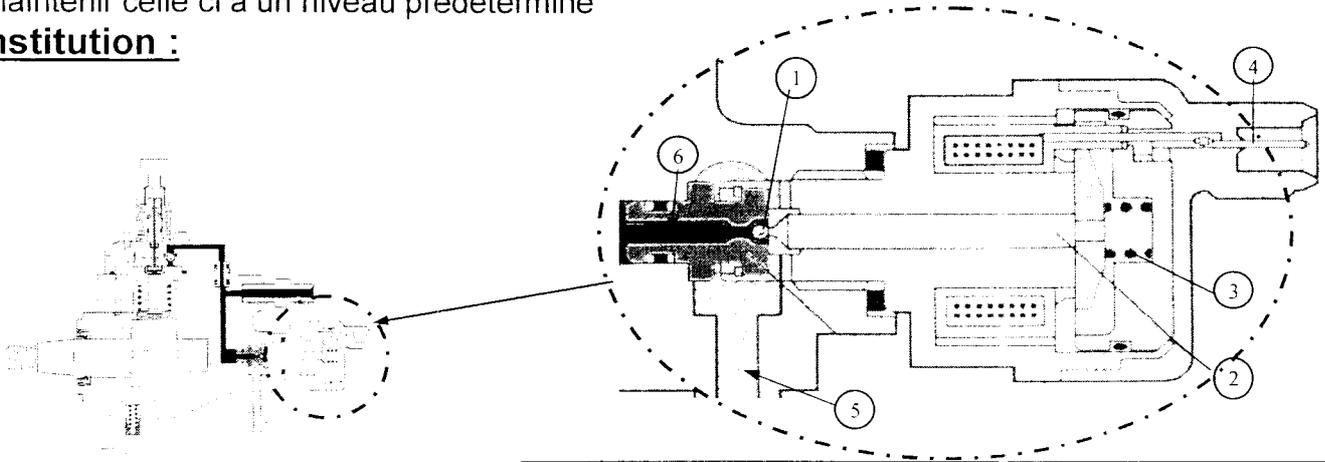
BM34 boîtier servitude moteur

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 8 sur 16

Le régulateur de pression

Le régulateur permet de moduler la pression dans le rail en fonction de l'état de charge du moteur et de maintenir celle-ci à un niveau prédéterminé

Constitution :



1	Clapet à bille	4	Connexion électrique
2	Tige de poussée (induit)	5	Retour au réservoir
3	Ressort	6	Circuit haute pression

Principe de fonctionnement :

L'action d'un électro-aimant et d'un ressort sur un clapet à bille permet de mettre le circuit HP en communication avec le circuit de retour. L'alimentation du régulateur de pression par le calculateur s'effectue par un rapport cyclique d'ouverture variable (RCC)

Le régulateur HP comprend deux circuits de contrôle de la pression :

- * **Le circuit électrique :** le calculateur détermine la valeur de la pression et gère celle-ci en commandant l'électro-aimant du régulateur.
- * **Le circuit mécanique :** il permet d'assurer une pression minimum et d'amortir les pulsations.

PHASE A : pilotage mécanique

La haute pression, qui règne dans le rail ou à la sortie de la pompe, est appliquée à l'orifice d'entrée du régulateur de pression.

L'électro-aimant n'étant pas alimenté, seule la poussée du ressort s'oppose à l'ouverture du clapet à bille. Le tarage du ressort est déterminé pour obtenir une pression d'environ 10 MPa.

PHASE B : pilotage électrique

⇒ situation augmentation de pression :

L'électro-aimant est alimenté, celui-ci crée un champ magnétique qui va déplacer la tige de poussée. La force magnétique assiste la force exercée par le ressort et assure la fermeture du clapet à bille. La valeur de disjonction du régulateur augmente.

⇒ situation diminution de la pression : le calculateur réduit le RCC fourni à la bobine du régulateur haute pression : la force magnétique agissant sur la tige de poussée diminue. Le clapet à bille s'ouvre.

La valeur de disjonction du régulateur baisse.

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 9 sur 16

Valeurs constructeur

Capteur de pression de gazole

Calculateur branché Contact mis	Calculateur débranché Contact coupé	Moteur au ralenti
U = 0.25 V	R = 1000 à 1300 Ω	U = 1.3 V (+ ou - 0.2 V)

Actuateur de pression (Régulateur de pression)

Calculateur débranché, contact coupé, **R = 15 Ω** (+ ou - 10)

Moteur en fonctionnement à l'atelier

Régime	HP	RCC
Ralenti	300 bars	15 à 18 %
2000 T/mn	400 bars	18 à 20 %
3000 T/mn	500 bars	21 à 22 %
4000 T/mn	600 bars	22 à 25 %

Capteur de T° de gazole

Calculateur branché, contact mis, U = 5 V

Calculateur débranché contact coupé

T° gazole	Résistance
0 °C	8k Ω
25 °C	2.3 k Ω
80 °C	273 Ω

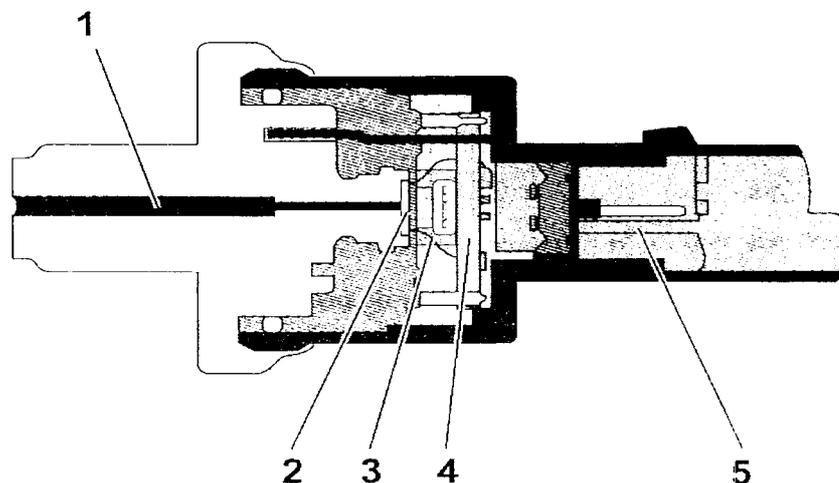
Alimentation basse pression

Pression d'alimentation **2.5 bars**. Débit de retour **50 Lh**. Pression de retour **0.7 bar**

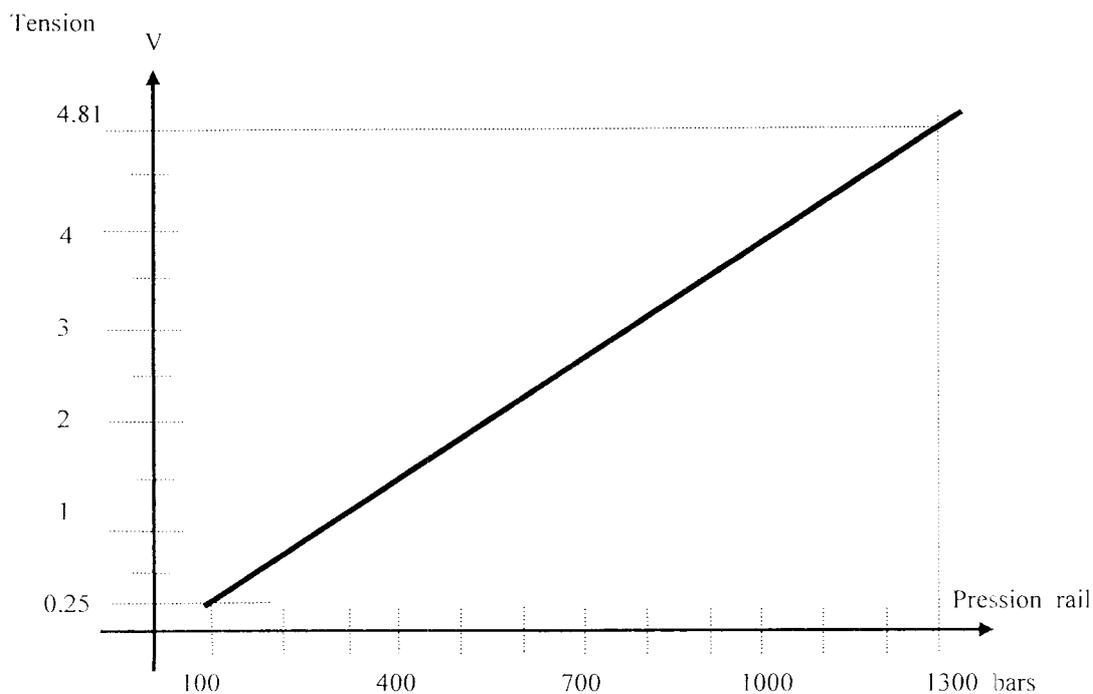
Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 10 sur 16

CAPTEUR HAUTE PRESSION GAZOLE

Il permet de déterminer la pression de carburant qui règne dans la rampe d'injection.
 C'est un capteur de pression absolue de type piézorésistif se composant principalement de jauges de contrainte reliées à un pont de mesure.
 Ces jauges de contrainte se déforment sous l'action de la pression, et il en résulte un signal de tension proportionnel à cette pression.

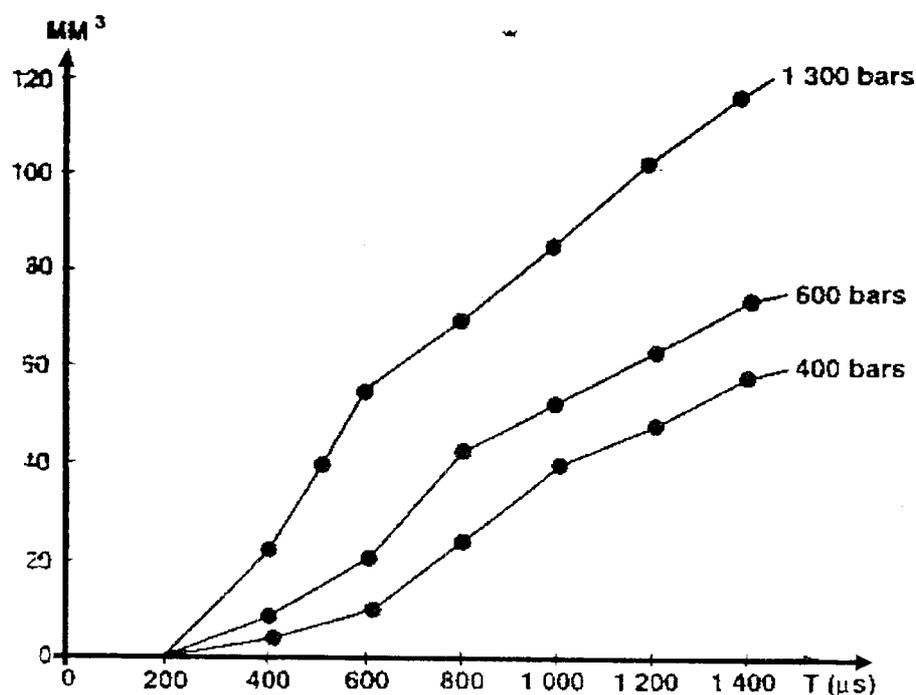


- 1 - conduit d'arrivée HP
- 2 - élément du capteur sur membrane acier
- 3 - fils de raccordement de l'élément du capteur
- 4 - circuit intégré avec électronique d'exploitation des données
- 5 - connecteur

Graphe de la tension de sortie du capteur de pression gazole.

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 11 sur 16

«CARTOGRAPHIE» D'UN INJECTEUR



PRINCIPE DE LA LEVÉE D'AIGUILLE D'UN INJECTEUR

La haute pression délivrée par la pompe haute pression (pression rail) pénètre dans l'injecteur par le raccord, un filtre laminaire intégré au raccord empêche le passage d'éventuelles impuretés.

Schéma de principe de levée

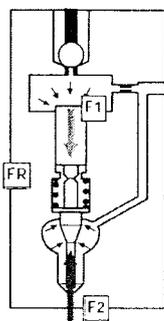
L'aiguille d'injecteur est soumise à trois efforts :

F1 = Effort exercé sur le piston de commande par la pression régnant dans le volume de commande.

F2 = Effort exercé sur la section de l'aiguille d'injecteur par la HP rail.

FR = Tarage du ressort de rappel de l'aiguille d'injecteur (constant).

De l'équilibre de ses trois forces dépend la position de l'injecteur.



Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 12 sur 16

EXEMPLE MODES DEGRADES GERES PAR LE SYSTEME SID801

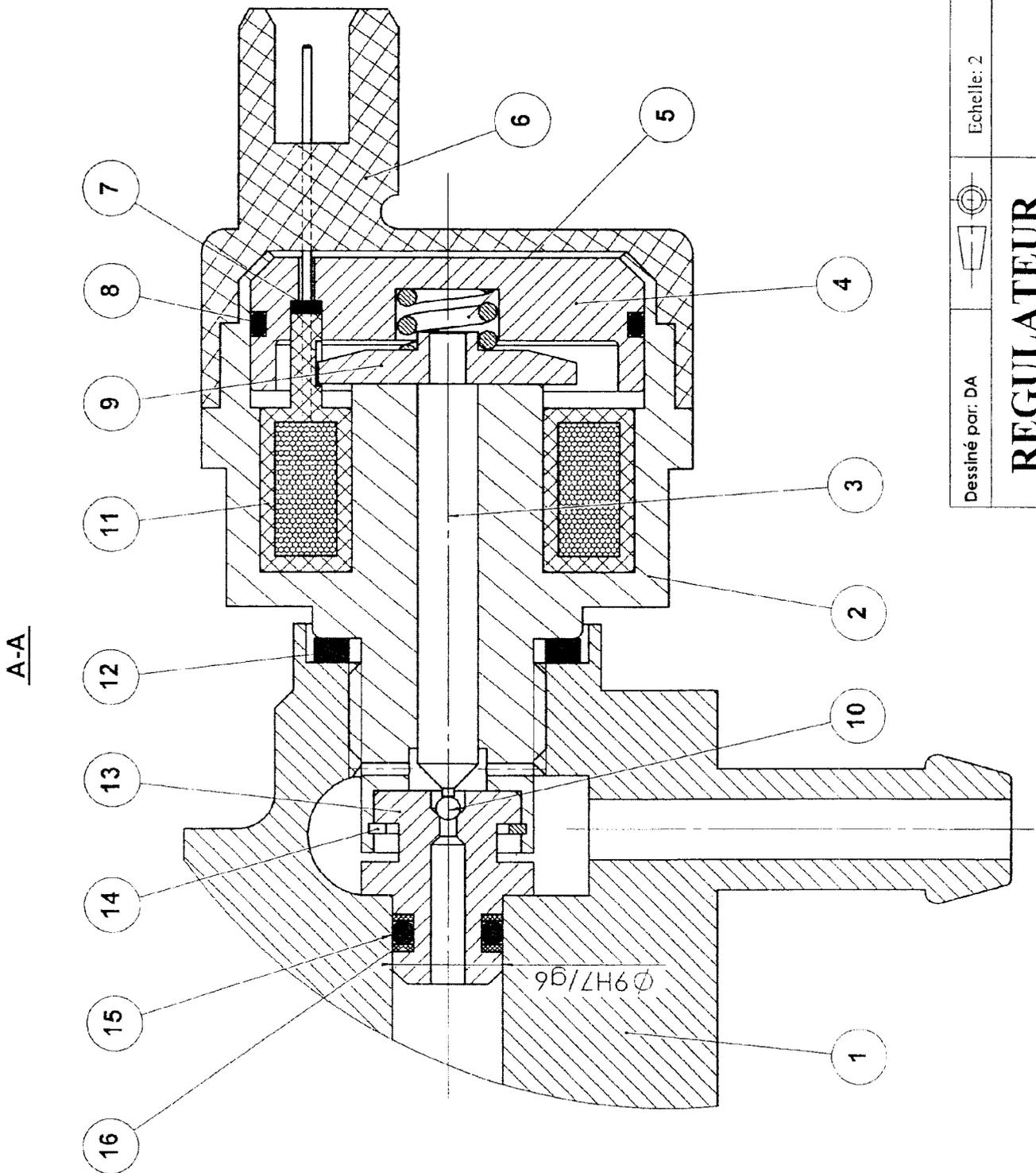
Elément ou fonction en cause	Defaut remonté par Diag 2000	Voyant	Debit réduit	Limp home	Stratégie de secours	Commentaires	Condition retrait stratégie de secours
Capteur régime moteur	- Cohérence				- Dans l'ordre 1 Coupure Injection 2 Re-synchronisation (si Echec Arrêt moteur) 3 Injection - Commande PCV = 0% - Commande VCV = 0% - Debit réduit (limitation de couple)	- Plausibilité signal - Position, absence dent longue - Sur régime	
	- Absence de signal					- Signal non disponible ou CO ou cc	
	- Circuit ouvert						
Capteur arbres a cames	- Cohérence				- Si : Signal invalide avant synchronisation alors démarrage moteur impossible.	- Signal hors fenêtre - Position et sens des fronts	Key off
	- Absence non disponible					- Signal non disponible - Circuit ouvert, court-circuit	Key off
Capteur de pression rail	- CC+ ou CC- ou CO	X	X		- Commande PCV en Boucle Ouverte. - Adaptation VCV désactivée - Consigne pression rail comprise entre : - 350 bars et 800 bars - Valeur de remplacement = f (regime, débit) Exemple : - au ralenti 344 bars	- Seuil : 1800 bars ou 4.81 volts 0 bar ou 0.19 volts	Reprise des performances suivant une rampe dès la disparition du défaut
	- Cohérence d'évolution de la pression					- Gradient de pression rail trop élevé (400 bars / PMH)	
	- Pression rail trop haute sous+APC					- Sauf sur 307	
Surveillance haute pression gazole	- Controleur de pression en butée	X	X		- Commande PCV à son maximum - Commande PCV en boucle ouverte (à son minimum) - Arrêt moteur impossible	- P ² rail trop faible	
	- Regulateur de debit en butée					- P ¹ rail trop faible	
						- Débit carburant insuffisant	
Tension batterie	- Tension trop faible					- Valeur trop basse (6.8V)	
	- Tension trop haute					- Valeur trop haute (18V)	
Capteur de température d'eau	- CC à la masse				- Coupure EGR *Commande vanne et papillon EGR à 6% *Consigne = valeur mesurée - Coupure compresseur climatisation. - GMV grande vitesse. - Voyant alerte T ^e eau. - Valeurs de remplacement : *Si avant défaut T ^e < à 90° dernière valeur mesurée prise en compte *Si avant défaut T ^e > à 90° T ^e gazole + rampe (0.5C°/s).	- Seuil 150°C ou 0.1 volts)	- Dès le retour dans les tolérances
	- CC+ ou CO					- Seuil -50°C ou 4.97 volts)	
	- Cohérence					- Test de plausibilité : t ^e < 30°C et augmentation t ^e < 5°C/20min - Test sur gradient :10°C/s	
Capteur de température carburant	- CC+ ou CO				90°	- Seuil 150°C ou 0.1 volts) ou Seuil -50°C ou 4.92 volts	- Dès le retour dans les tolérances.
	- CC à la masse					- Test sur gradient :	
Régulateur de pression carburant (PCV)	- CC+	X	X		- Commande PCV = 12.8% - Commande VCV en Boucle Ouverte - Adaptation VCV désactivée - Consigne pression rail comprise entre : - 400 bars et 1400 bars	- CC+ ou CC bobinage	- Reprise des performances suivant une rampe dès la disparition du défaut
	- CC à la masse. - CO					- Plausibilité consommation courant Surintensité > à 2 A	

CO : circuit ouvert
 CC : court circuit
 PCV : régulateur de pression
 VCV : régulateur de

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 – 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 13 sur 16

Nomenclature du régulateur de pression

16	2	Bague anti-extrusion		
15	1	Joint torique		
14	1	Circlips		
13	1	Embout clapet		
12	1	Joint cuivre		
11	1	Bobine		
10	1	Bille		
9	1	Flasque		
8	1	Joint torique		
7	1	Joint spécial		
6	1	Couvercle		
5	1	Ressort		
4	1	Coupelle		
3	1	Poussoir		
2	1	Corps		
1	1	Pompe		
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations



Echelle: 2



Dessiné par: DA

**REGULATEUR
DE PRESSION**

Ministère de l'éducation nationale	Session : 2008	Code : 010 - 25507 R
Examen : M.C. Maintenance des Systèmes Embarqués de l'Automobile - Dominante : Véhicules Particuliers		
Épreuve : E1 Etude technique		
RESSOURCES	Durée : 3h	Coefficient : 3
		Page 15 sur 16

Tableau des écarts limites pour arbres et alésages

ECARTS POUR ARBRES – EXTRAIT ISO 286-2

Écarts (es) et (ei) en micromètre (1 µm = 0,001 mm)
En fonction des dimensions nominales en mm

au-delà de	-	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
à (inclus)	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
dg	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-230
	-45	-60	-76	-93	-117	-142	-174	-207	-245	-285	-320	-350	-385
d10	-20	-30	-40	-50	-65	-80	-100	-120	-145	-170	-190	-210	-230
	-60	-78	-98	-120	-149	-180	-220	-260	-305	-355	-400	-440	-480
e8	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-135
	-28	-38	-47	-59	-73	-89	-106	-126	-148	-172	-191	-214	-232
e9	-14	-20	-25	-32	-40	-50	-60	-72	-85	-100	-110	-125	-135
	-39	-50	-61	-75	-92	-112	-134	-159	-185	-215	-240	-265	-290
f6	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	-12	-18	-22	-27	-33	-41	-49	-58	-68	-79	-88	-98	-108
f7	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	-16	-22	-28	-34	-41	-50	-60	-71	-83	-96	-108	-119	-131
f8	-6	-10	-13	-16	-20	-25	-30	-36	-43	-50	-56	-62	-68
	-20	-28	-35	-43	-53	-64	-76	-90	-106	-122	-137	-151	-165
g6	-2	-4	-5	-6	-7	-9	-10	-12	-14	-15	-17	-18	-20
	-8	-12	-14	-17	-20	-25	-29	-34	-39	-44	-49	-54	-60
h6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-6	-8	-9	-11	-13	-16	-19	-22	-25	-29	-32	-36	-40
h7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-10	-12	-15	-18	-21	-25	-30	-35	-40	-46	-52	-57	-63
h8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-14	-18	-22	-27	-33	-39	-46	-54	-63	-72	-81	-89	-97
h9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-25	-30	-36	-43	-52	-62	-74	-87	-100	-115	-130	-140	-155
h10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-40	-48	-58	-70	-84	-100	-120	-140	-160	-185	-210	-230	-250
js6	±3	±4	±4,5	±5,5	±6,5	±8	±9,5	±11	±12,5	±14,5	±16	±18	±20
js7	±5	±6	±7,5	±9	±10,5	±12,5	±15	±17,5	±20	±23	±26	±28,5	±31,5
j6	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+12	+13	+14	+16	+16	+18	+20
	-2	-2	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-16	-18	-20
j7	+6	+8	+10	+12	+13	+15	+18	+20	+22	+25	+26	+29	+31
	-4	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-15	-18	-21	-26	-28	-32
k6	+6	+9	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+28	+33	+36	+40	+45
	0	+1	+1	+1	+2	+2	+2	+3	+3	+4	+4	+4	+5
m6	+8	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	+63
	+7	+4	+6	+7	+8	+9	+11	+13	+15	+17	+20	+21	+23
n6	+10	+16	+19	+23	+28	+33	+39	+45	+52	+60	+66	+73	+80
	+4	-8	+10	+12	+15	+17	+20	+23	+27	+31	+34	+37	+40
p6	+12	+20	+24	+29	+35	+42	+51	+59	+68	+79	+88	+98	+108
	+6	+12	+15	+18	+22	+26	+32	+37	+43	+50	+56	+62	+68

ECARTS POUR ALESAGES – EXTRAIT ISO 286-2

Écarts (ES) et (EI) en micromètre (1 µm = 0,001 mm)
En fonction des dimensions nominales en mm

au-delà de	-	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
à (inclus)	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
D10	+60	+78	+98	+120	+145	+180	+220	+260	+305	+355	+400	+440	+480
	+20	+30	+40	+50	+65	+80	+100	+120	+145	+170	+190	+210	+230
E9	+39	+50	+61	+75	+92	+112	+134	+159	+185	+215	+240	+265	+290
	+14	+20	+25	+32	+40	+50	+60	+72	+85	+100	+110	+125	+135
F9	+31	+40	+49	+59	+72	+87	+104	+123	+143	+165	+185	+202	+223
	+6	+10	+13	+16	+20	+25	+30	+36	+43	+50	+56	+62	+68
G8	+16	+22	+27	+33	+40	+48	+56	+66	+77	+87	+98	+107	+117
	+2	+4	+5	+6	+7	+9	+10	+12	+14	+15	+17	+18	+20
H7	+10	+12	+15	+18	+21	+25	+30	+35	+40	+46	+52	+57	+63
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H8	+14	+18	+22	+27	+33	+39	+46	+54	+63	+72	+81	+89	+97
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H9	+25	+30	+36	+43	+52	+62	+74	+87	+100	+115	+130	+140	+155
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H10	+40	+48	+58	+70	+84	+100	+120	+140	+160	+185	+210	+230	+250
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H11	+60	+75	+90	+110	+130	+160	+190	+220	+250	+290	+320	+360	+400
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H12	+100	+120	+150	+180	+210	+250	+300	+350	+400	+460	+520	+570	+630
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H13	+140	+180	+220	+270	+330	+390	+460	+540	+630	+720	+810	+890	+970
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JS7	±5	±6	±7,5	±9	±10,5	±12,5	±15	±17,5	±20	±23	±26	±28,5	±31,5
J7	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+18	+22	+26	+30	+36	+39	+43
	-6	-6	-7	-8	-9	-11	-12	-13	-14	-16	-16	-18	-20
K7	+0	+3	+5	+6	+6	+7	+9	+10	+12	+13	+16	+17	+18
	-10	-9	-10	-12	-15	-18	-21	-25	-28	-33	-36	-40	-45
M7	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	-12	-12	-15	-18	-21	-25	-30	-35	-40	-46	-52	-57	-63
N7	-4	-4	-4	-5	-7	-8	-9	-10	-12	-14	-14	-16	-17
	-14	-15	-19	-23	-28	-33	-39	-45	-52	-60	-66	-73	-80
P7	-6	-8	-9	-11	-14	-17	-21	-24	-28	-33	-36	-41	-45
	-16	-20	-24	-29	-35	-42	-51	-59	-68	-79	-88	-98	-108