



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

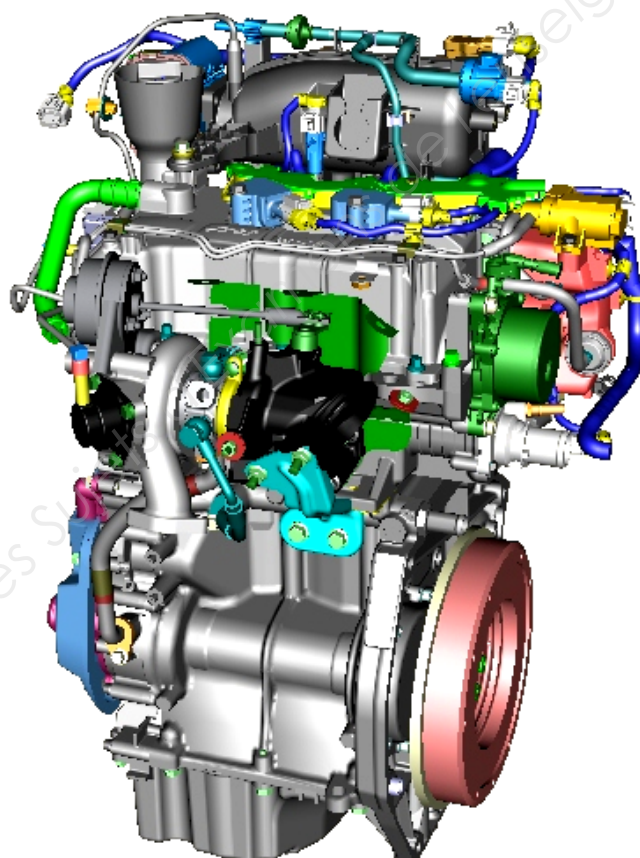
**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.**

Ministère de l'Éducation Nationale  
**MENTION COMPLÉMENTAIRE**  
**MAINTENANCE DES SYSTÈMES EMBARQUÉS DE L'AUTOMOBILE**

Dominante : Véhicules Particuliers  
SESSION 2018  
Épreuve E1 - ÉTUDE TECHNIQUE UNITE U1

**DOSSIER RESSOURCES**



<b>Examen</b> : M.C. Maintenance des systèmes Embarqués de l'automobile Dominante VP	1806-MC5 MSEA E1 VP	Session 2018	RESSOURCES
EPREUVE: E1 – Etude technique	Durée : 3h	Coefficient : 3	Page 1 / 21

## Caractéristique véhicule

Véhicule : Alfa Roméo  
 Modèles : Mito  
 VIN : ZAR95500001159405  
 VERSION : 0.9 twin air  
 COULEUR : JAUNE  
 TYPE CARROSSERIE : BERLINE  
 Année 2016

Code moteur	199A6.000
Nombre de cylindres	2
Cylindrée	875 cm <sup>3</sup>
Rapport volumétrique	10/1
Puissance maxi	7KW ou 105ch
Couple maxi moteur en Nm	145
Système d'injection	Indirecte
Emission CO <sup>2</sup>	99
Nombres de soupapes	4/cyl
Levée de soupapes variables	oui
Type calculateur	Magneti Marelli 8GSF.H9
Taux de compression	10 bars

### Avant-propos

La technologie twinAir est prévue pour gérer le couple et du moteur, sans utilisation directe du boîtier papillon, mais en variant la levée des soupapes d'admission.

Les principales caractéristiques de cette application sont les suivantes :

- Arbre à cames unique ;
- Échappement avec culbuteur à rouleau et poussoirs hydrauliques ;
- Poussoirs d'admission intégrés dans le module TwinAir;
- Utilisation de la pompe à vide tant pour le circuit de freinage que pour la commande wastegate et soupape dump.

## Technologies TwinAir caractéristiques et avantages

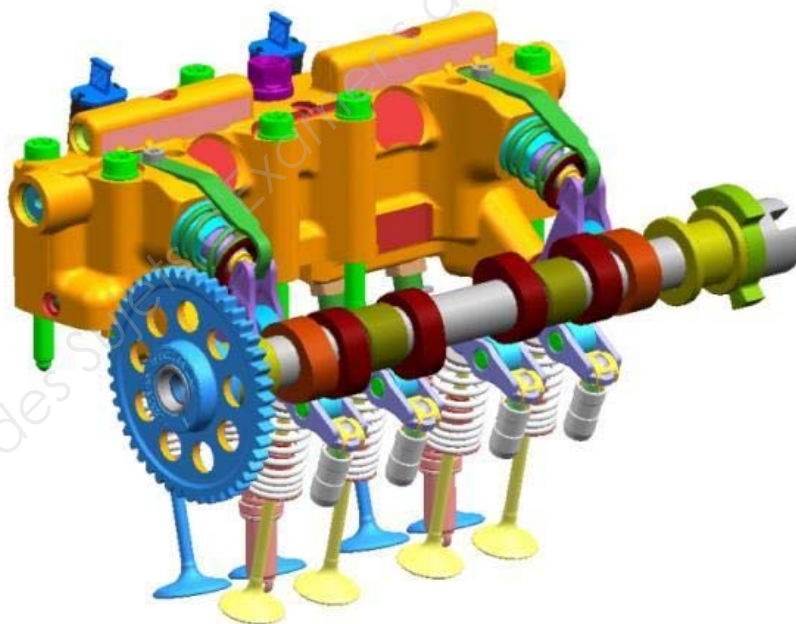
Les caractéristiques propres et la fonction principale du système TwinAir permettent, par rapport à un moteur traditionnel, un meilleur contrôle de la combustion et plus de rapidité de réponse aux demandes de couple.

Ceci se traduit concrètement par :

- Consommation de carburant réduite ;
- Réduction des émissions de CO<sub>2</sub> ;
- Augmentation de la puissance et du couple ;
- Sensation d'une plus grande maniabilité du véhicule ;
- Moins d'impact sur l'environnement (Euro 6 ready) ;
- Facilité de démarrage.

### Introduction

Le système TwinAir est constitué d'un composant mécanique hydraulique, intégré à l'intérieur du moteur TwinAir, et d'un système de composants électroniques, hardware et logiciel, intégrés dans la centrale moteur, de gestion du mouvement des soupapes d'admission moteur.



Le système TWINAIR permet de contrôler, à chaque cycle du moteur, la quantité de mélange air/essence introduite dans chaque cylindre grâce à une gestion appropriée du mouvement des soupapes d'admission.

### Description du système twinair

Ce type de commande des soupapes est techniquement appelé « Lost Motion » et se caractérise par sa simplicité, sa faible absorption, sa sécurité intrinsèque et ses coûts réduits.

## Concepts de base

L'unité de pompage supérieure et les soupapes d'admission sont reliées entre elles par une chambre d'huile dont le volume est contrôlé par une électrovanne ouverte/fermée (**la position de repos est la position ouverte**).

**Quand l'électrovanne se referme (excitée par une commande électrique fournie par la centrale) pour un cycle complet de came, les soupapes d'admission suivent le profil de la came).**

L'actionneur TWINAIR a été conçu afin d'obtenir une solution solide et un agencement simple du moteur. Les lignes directrices générales du projet ont été les suivantes :

- choix d'une huile de moteur standard pour l'actionnement des soupapes et introduction de variations minimales dans le circuit d'huile du moteur ;
- maîtrise des masses en mouvement et optimisation des absorptions mécaniques ;
- très faible dépendance des performances de l'actionneur par rapport à la viscosité de l'huile ;
- conception du système TWINAIR pour toute la durée de vie du moteur : aucun entretien du système n'est prévu.

Pour simplifier le système et maîtriser les coûts au maximum, l'architecture qui a été choisie est celle illustrée sur la figure. Les deux soupapes d'admission de chaque cylindre sont reliées au système de pompage supérieur par une seule chambre haute pression. Le volume d'huile des chambres de haute pression est contrôlé par une seule électrovanne.

## Architecture de l'actionneur

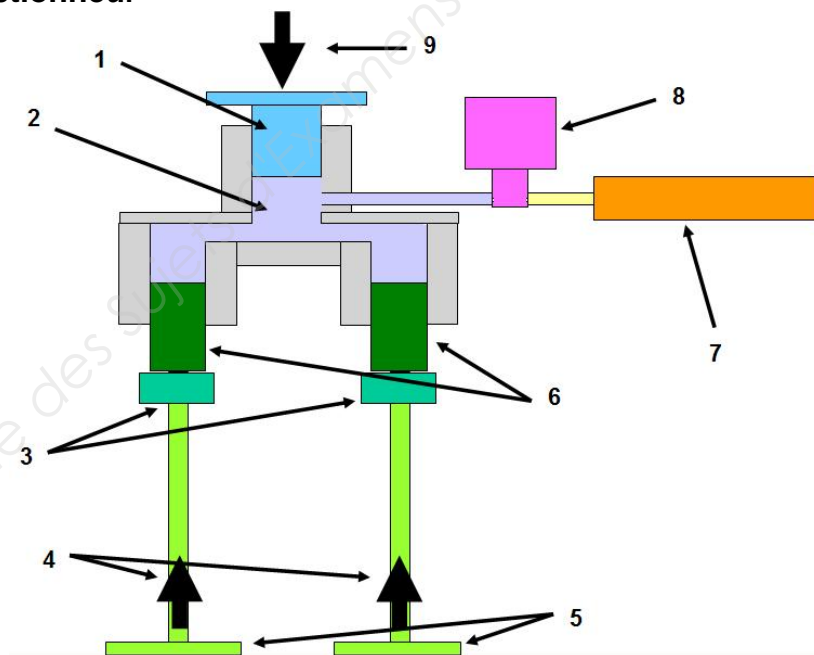


Fig. 3 Architecture de l'actionneur

1. Unité de pompage supérieure
2. Chambre d'huile
3. Poussoirs hydrauliques
4. Force des ressorts de soupape
5. Soupapes d'admission
6. Frein hydraulique
7. Accumulateur
8. Électrovanne (normalement ouverte)
9. Mouvement Came (doigt d'entraînement)

Pour garantir le bon fonctionnement de l'actionneur et une parfaite maîtrise des soupapes, il convient de vérifier en toutes circonstances la présence d'huile dans la chambre haute pression.

Certains phénomènes physiques entraînent des fuites d'huile hors de la chambre de haute pression, en particulier quand le moteur est arrêté :

- **pression d'alimentation** : une fois le moteur arrêté, une partie de l'huile contenue dans l'accumulateur est expulsée sous l'action du ressort ;
- **Contraction de l'huile** : durant son refroidissement, l'huile se contracte et subit une diminution de son volume ;
- **Position du profil de la came** : avec moteur arrêté, il y a toujours au minimum un cylindre dont le profil de came n'est pas sur le rayon base. L'unité de pompage supérieure est donc comprimée et le volume de la chambre de haute pression est plus petit ;
- **Fuites d'huile** : les fuites d'huile sont plus importantes lorsque la température est élevée et la viscosité de l'huile très faible.

Sur la figure 4 un schéma simplifié représente le circuit d'huile à l'intérieur de l'actionneur et décrit ce qui se passe quand on démarre le moteur. L'huile de la pompe moteur passe au travers du canal 2 et arrive dans la partie haute du « silos » placé à l'entrée de l'actionneur, et l'air éventuellement dissous est séparé et expulsé à l'extérieur par le trou de ventilation 1a. L'huile est prélevée au fond du silos 1 et, à travers une soupape de non retour 3, le circuit de moyenne pression de l'actionneur de chaque cylindre est alimenté. L'huile arrive dans un deuxième « silos » 4 où l'air éventuellement encore présent dans l'huile est expulsé par le trou de ventilation 4a. Le silos 4 communique par le canal 7 avec un accumulateur hydraulique 9 qui, par le piston 8 et l'action du ressort 10, assure le rétablissement du cycle successif du volume d'huile évacué de la chambre de haute pression durant l'actionnement normal des soupapes moteur.

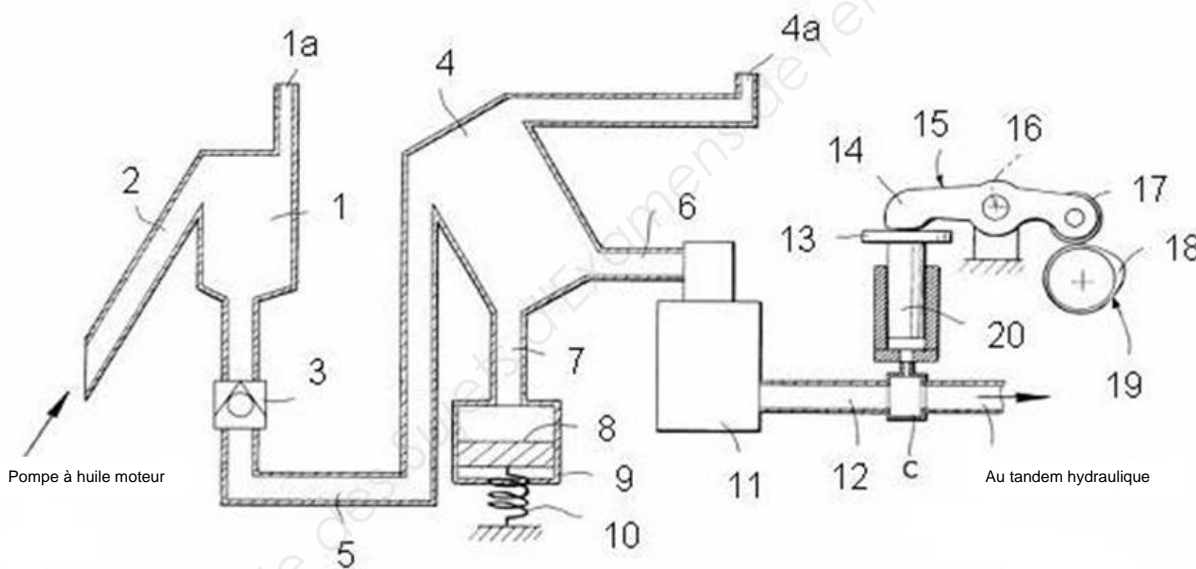


Fig. 4 Circuit d'huile intérieur TWINAIR

Depuis le fond du « silos » 4, l'huile est envoyée à la chambre de haute pression C par le raccordement 6 et l'électrovanne 11.

L'alimentation du module MULTIAIR est assurée par une ligne hydraulique dédiée partant du canal principal d'huile moteur et arrivant directement au « silos » 1.

Le circuit d'huile du moteur MULTIAIR n'est donc pas fermé : une quantité d'huile limitée et contrôlée circule à l'intérieur du module. Ceci est nécessaire pour garantir la désaération de l'huile et son renouvellement permettant de maintenir la température d'exercice des chambres de haute pression.

Le flux d'huile qui passe au travers du module a été l'objet d'une étude et d'un dimensionnement approfondis pour assurer la parfaite fonctionnalité du système dans n'importe quelle condition d'utilisation du moteur. Les limites fonctionnelles du système ont été fixées selon une plage de températures de l'huile,

dans la chambre de haute pression, allant de -30 °C à +150 °C : ces limites suffisent amplement pour n'importe quelle condition d'utilisation du moteur.

*REMARQUE : Afin de retarder le vidage du module twinAir suite à des périodes d'arrêt prolongées du moteur, les tolérances d'usinage du module ont été corrigées et des joints toriques plus épais ont été ajoutés sur les actionneurs des soupapes d'admission.*

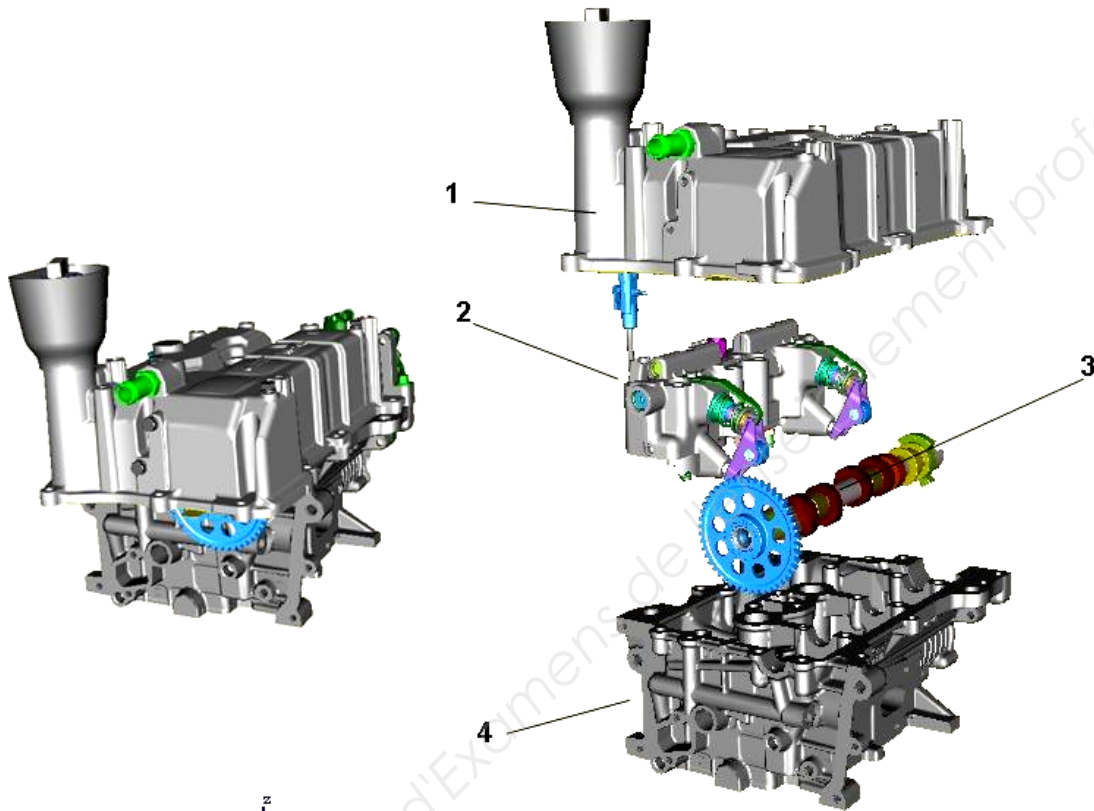


Fig. 5 architecture du système TwinAir.

1. Cache-poussoirs
2. Module TwinAir
3. Arbre à cames
4. Culasse.

## Composants du système TWINAIR

Les schémas reprennent des images en transparence d'une partie du module TWINAIR qui permettent d'observer les principaux composants.

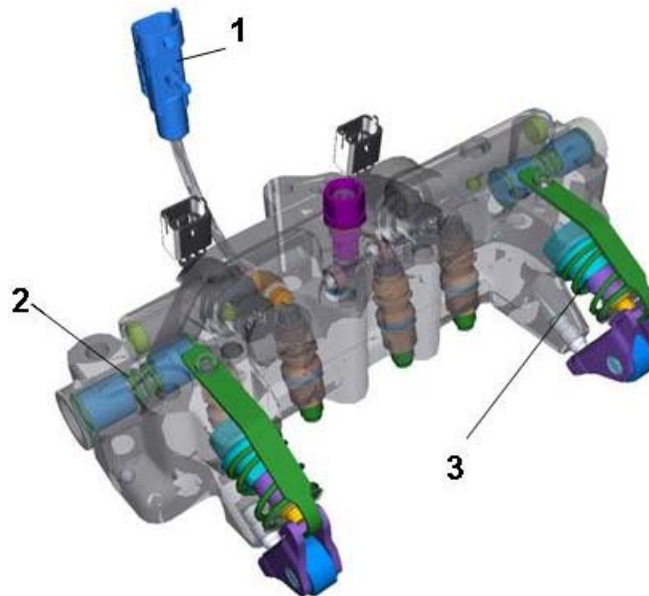


Fig. 7 Module en transparence (vue supérieure)

1. Connecteur sonde NTC température huile
2. Ressort réservoir accumulation d'huile.
3. Unité de pompage supérieure
4. Actionneurs des soupapes d'admission
5. Sonde de température huile
6. Électrovannes VVA

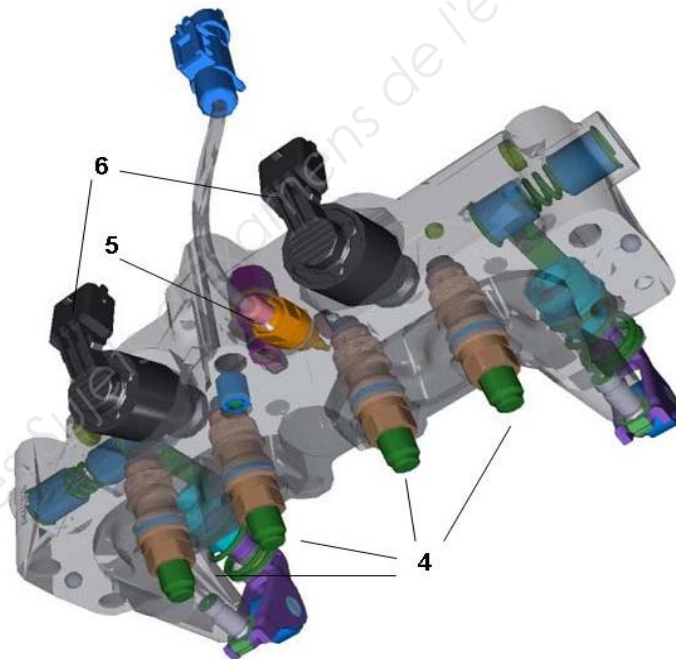


Fig. 8 module en transparence (vue inférieure)

*Ci-dessous, description succincte de chaque composant.*

### Groupe de pompage supérieur : 4 par module

**Fonction** : met sous pression la chambre d'huile haute pression de l'actionneur et est commandé par le profil de came grâce à un actionnement à rouleau.

**Composants** : élément pompant, bague, ressort.



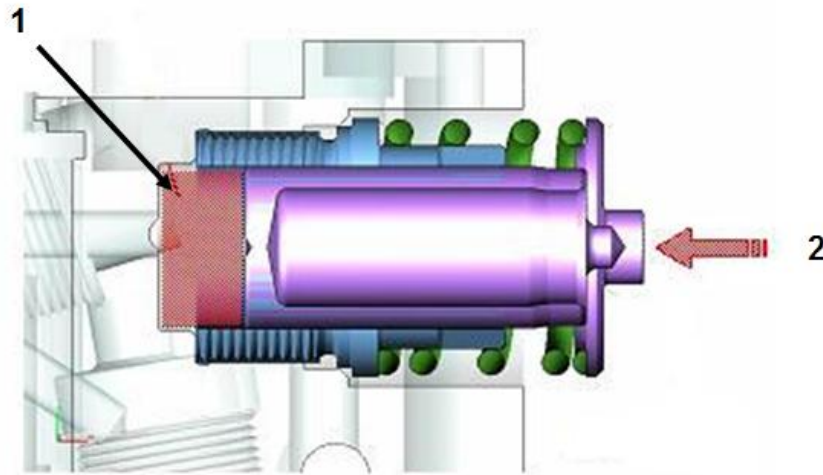


Fig. 9 Unité de pompage supérieure

1. Chambre haute pression d'huile
2. Entrée mouvement de came par culbuteur à rouleau.

### Unité de pompage frein : 4 par module

#### Fonctions :

- 1) Actionnement de la soupape du moteur (par pression de l'huile)
- 2) Rapprochement contrôlé soupape-siège de soupape
- 3) Rattrapage des jeux via le poussoir hydraulique

**Composants :** élément de pompage, bague, poussoir hydraulique (HLA), joint torique, régulateur de débit

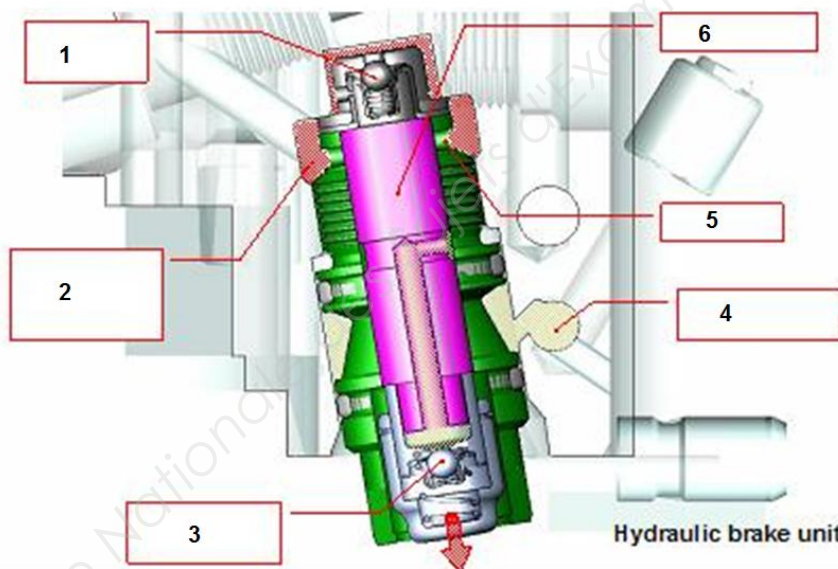


Fig. 10 Unité de pompage frein

1. Régulateur de débit
2. Chambre haute pression d'huile
3. Amortisseur du jeu de la soupape
4. Circuit basse pression de l'huile
5. Passage frein hydraulique
6. Frein hydraulique

## Électrovanne : 2 par module

**Fonction** : ouverture et fermeture du circuit chambre haute pression

**Type** : normalement ouverte, actionnement électro-magnétique

**Composants** : corps hydraulique et aimant, connecteur électrique.

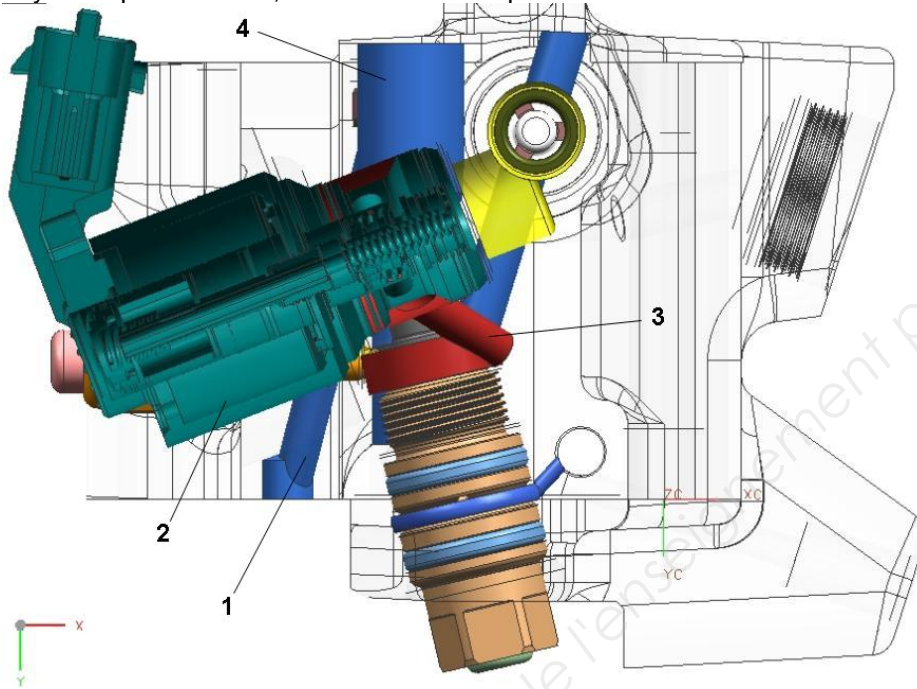


Fig. 11 Groupe électrovanne

1. Circuit alimentation d'huile
2. Électrovanne VVA
3. Canal d'huile haute pression de VVA au frein hydraulique.
4. Silos d'huile

## Sonde de température NTC : 1 par module

**Fonction** : mesure la température de l'huile de la chambre de haute pression de l'actionneur. Mesure utilisée pour évaluer la viscosité de l'huile moteur.

**Composants** : corps de la sonde, joint métallique et connecteur électrique.

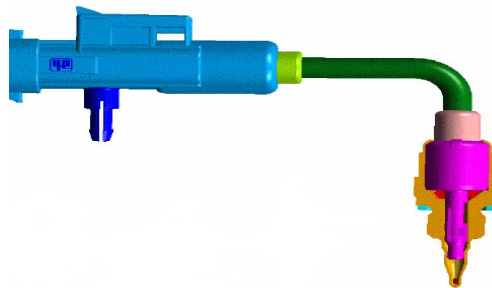


Fig. 12 Sonde de température NTC

## Accumulateur hydraulique : 1 par module

**Fonction** : accumulation d'huile durant le contrôle de la chute de la soupape et rapide réintégration dans la chambre de haute pression pour le cycle suivant.

**Composants** : piston, ressort, 2 coupelles ressort de retenue, bague métallique, joint torique

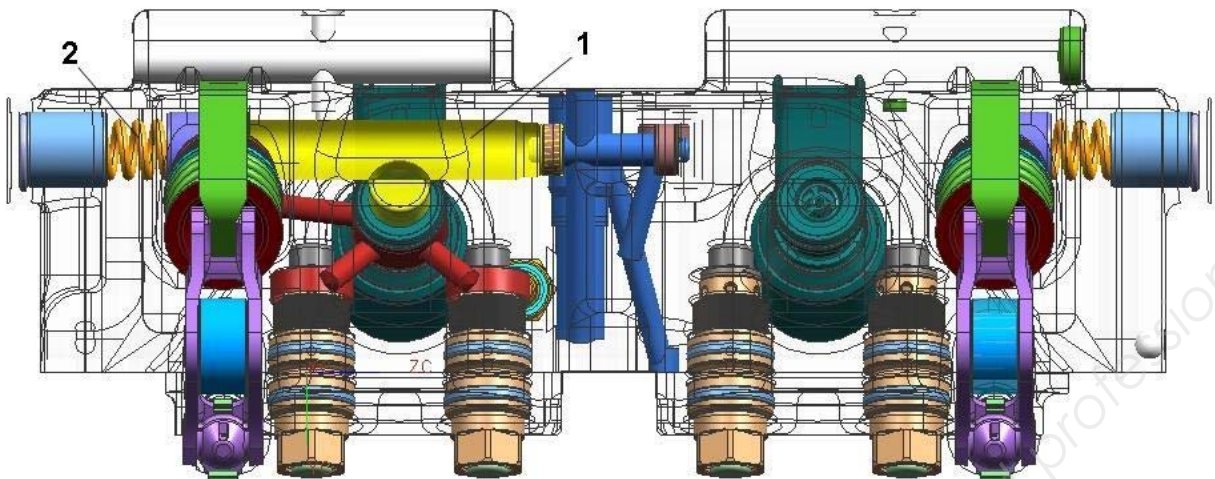


Fig. 13 Groupe accumulateur hydraulique

1. Réservoir d'accumulation d'huile (en jaune)
2. Ressort du réservoir d'accumulation.

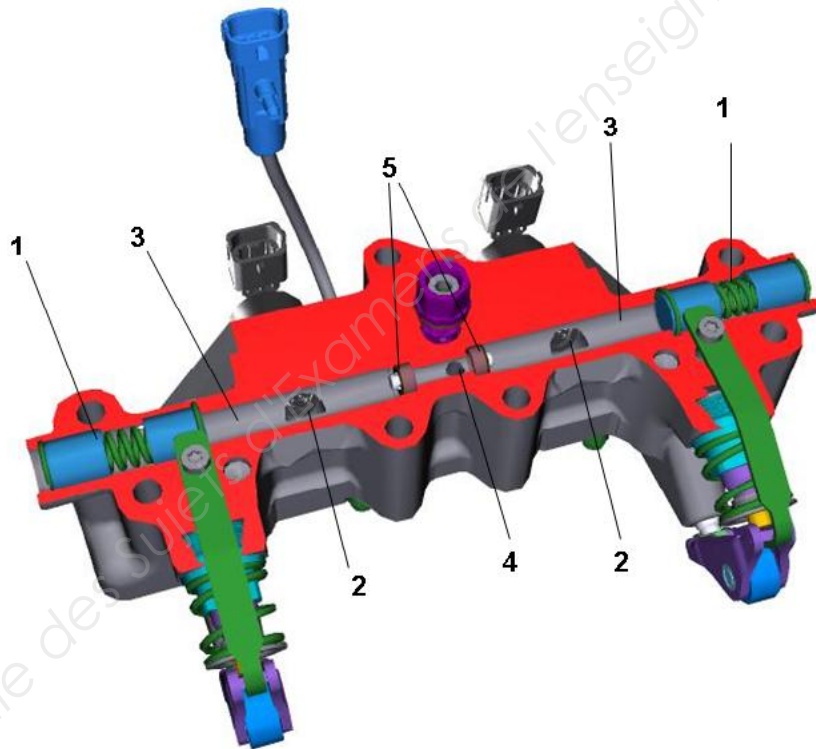


Fig. 14 – Module TwinAir vue sectionnée.

- 1 – Ressorts accumulateurs
- 2 – Passages d'huile électrovannes VVA.
- 3 – Accumulateurs d'huile
- 4 – Entrée d'huile module depuis la pompe.
- 5 – Clapets unidirectionnels.

### Procédure d'assemblage du nouveau module :

1. Remplacer le joint métallique et le replacer sur la culasse (8).
2. Utiliser un nouveau module TWINAIR. Pendant toutes les opérations, il ne faut jamais retourner le module.

3. Positionner le module TWINAIR (3) sur la culasse (8) en évitant soigneusement que les composants ne s'entrechoquent
4. Fixer le module TWINAIR (3) avec les 7 vis de fixation M8 serrées au couple prescrit par la norme
5. Monter le carter de culasse (2) en utilisant les 11 vis de fixation M6 serrées au couple prescrit par la norme
6. Retirer les capuchons en plastique des connecteurs électriques des deux électrovannes (1) et de la sonde de température NTC (1).
7. Brancher les connecteurs électriques des deux électrovannes (1) et de la sonde de température NTC (7) sur les embouts correspondants du câblage moteur.

**Avant de démarrer le moteur**, effectuer la première opération de remplissage en huile du module, en enlevant le bouchon du carter de culasse et en utilisant un outil approprié.

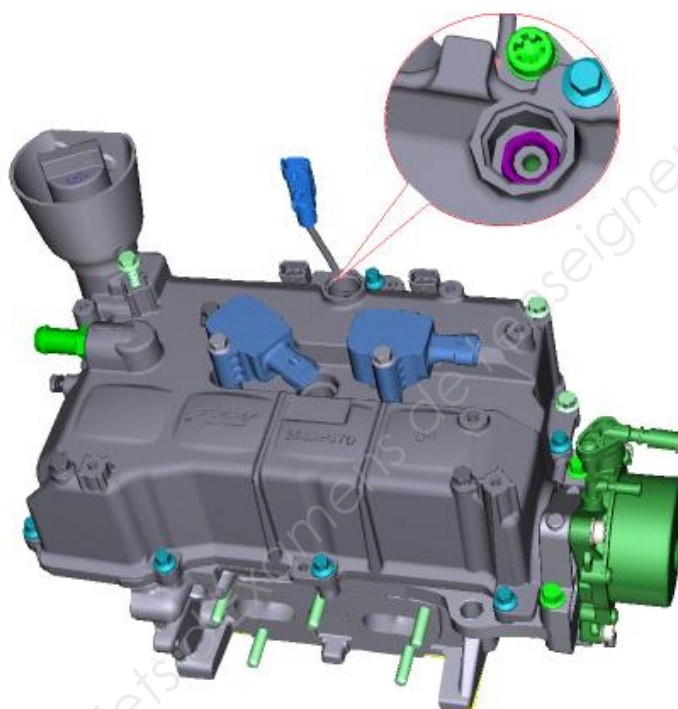


Fig. 18 soupape d'introduction d'huile pour le remplissage du module.

### Huile moteur et spécifications

Pour la phase de développement et de caractérisation fonctionnelle du système TWINAIR, c'est l'huile moteur FL Selenia 5W40 C3 qui a été utilisée.

Il est donc recommandé d'utiliser l'huile FL Selenia disponible dans le commerce sous le nom **Selenia K Pure Energy 5W40**.

Le système TWINAIR n'est garanti que si c'est l'huile moteur 5W40 conforme à la norme ACEA C3 qui est utilisée.

C'est uniquement en cas d'urgence qu'il est permis d'ajouter au maximum 0,5 l d'une huile 5W40 non conforme à la norme ACEA C3.

**N.B.** : la garantie du système TWINAIR est annulée en cas d'utilisation d'une huile moteur ayant un taux de viscosité différent, par exemple 0W30, 5W30, etc., car ceci peut entraîner une chute des performances du système, tout en risquant d'endommager le moteur.

### Commande électrovanne et spécifications

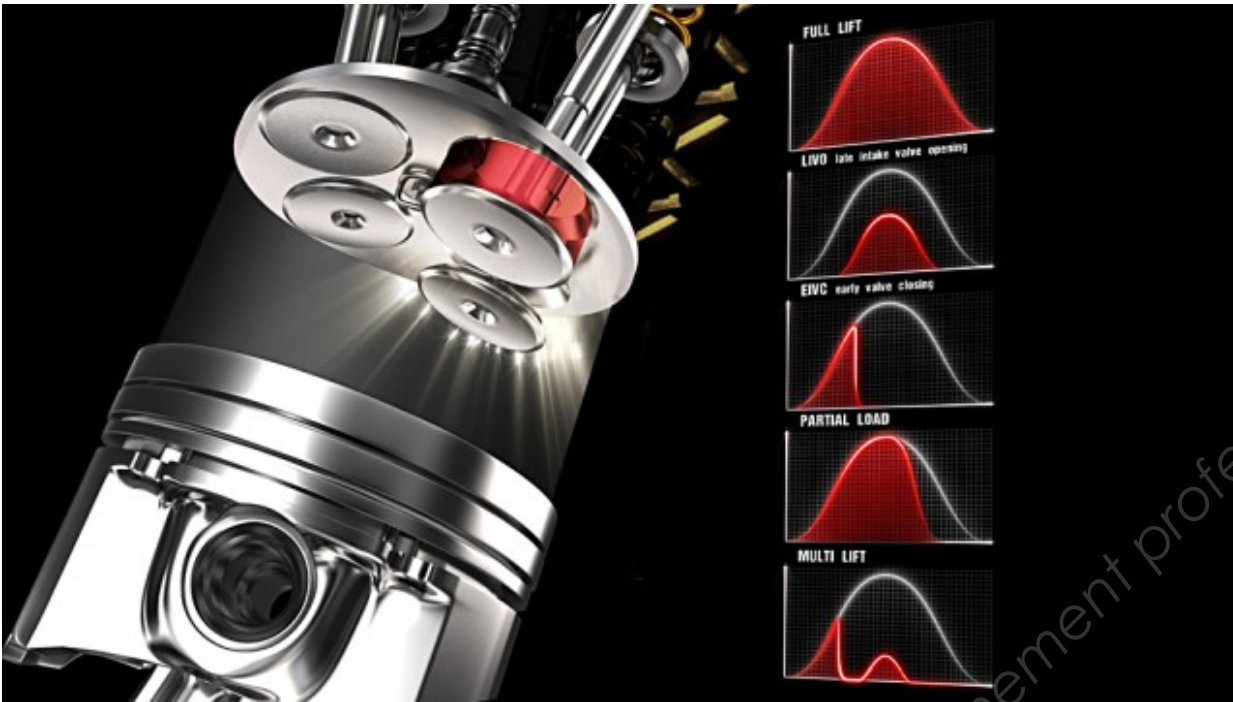


Fig. 24 stratégie TwinAir

Les électrovannes, qui permettent de contrôler la fermeture de la soupape mécanique, sont commandées à 2 états par un profil spécifique de courant reporté sur la figure 27, essentiellement formé de 3 phases : A, B et C. La commande est donnée par la centrale moteur Magneti Marelli 8GSF.H9, comme illustré sur la figure :

Fig. 25 centrale moteur.

Stratégie de commande :

- Le courant moyen au cours de la phase de pré-magnétisation (**A**) est 4 A.
- Le courant moyen au cours de la phase de pic (**B**) est 11 A.
- Le courant moyen au cours de la phase de maintien (**C**) est 5 A.
- 

La durée de la commande dépend de nombreux paramètres. Parmi les principaux, on compte en ordre d'importance :

- Régime du moteur
- Angle d'ouverture/fermeture de la soupape mécanique
- Température d'huile de l'actionneur
- Tension batterie

En moyenne, à 1 000 tours/min, une commande de chute complète (*full lift*) dure environ 30 ms, tandis que la phase de pic (à 80 °C) dure environ 2,5 ms

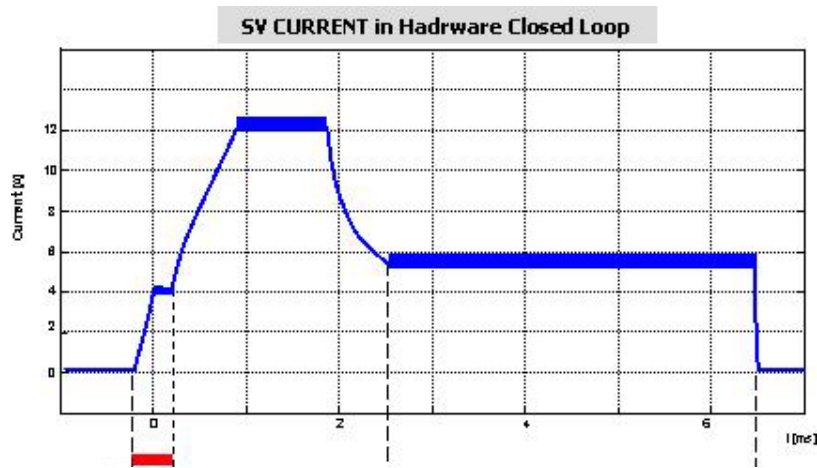


Fig. 27 Caractéristiques de commande de courant (boucle fermée)

Étant donné les fréquences élevées des commandes, pour les mesurer avec un oscilloscope, il faut utiliser une pince ampérométrique avec les caractéristiques suivantes :

Bande passante  $\geq 100$  kHz  
 Valeur minimum : 40 A Vbat < 12.

Toutes les anomalies électriques (par ex., les court-circuits, les contacts intermittents) et les déviations par rapport au fonctionnement normal (par ex., les délais de commutation des électrovannes) sont mesurées et diagnostiquées par la centrale de contrôle moteur, comme pour n'importe quel capteur ou actionneur. Voici les stratégies que le système met en place pour la levée de la soupape d'admission :

- Au ralenti ou lors du stop et start (trafic).

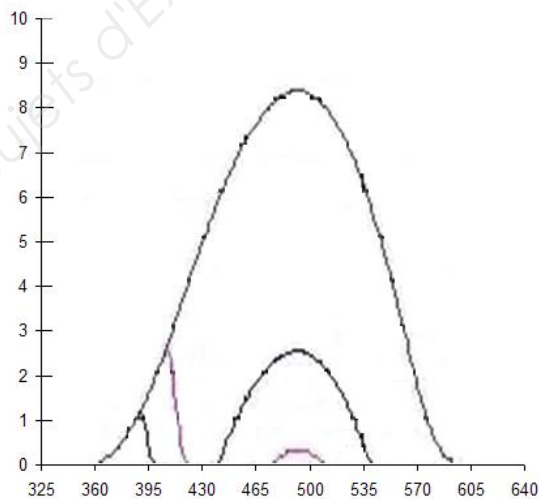
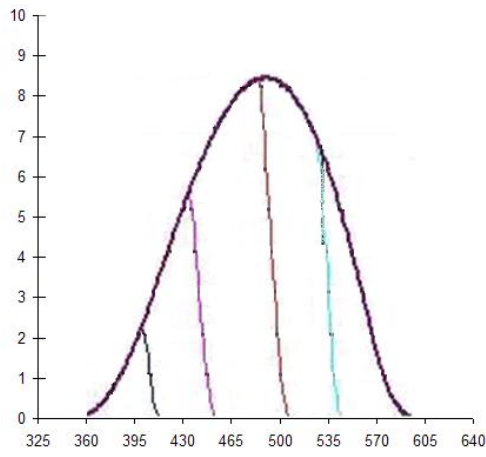


Fig. 28 stratégie combinée multi-lift

- Pour répondre à la demande de couple à partir de bas régimes, la chute maximum est atteinte mais la fermeture de la soupape est anticipée.



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Schéma électrique connecteur 94 voies

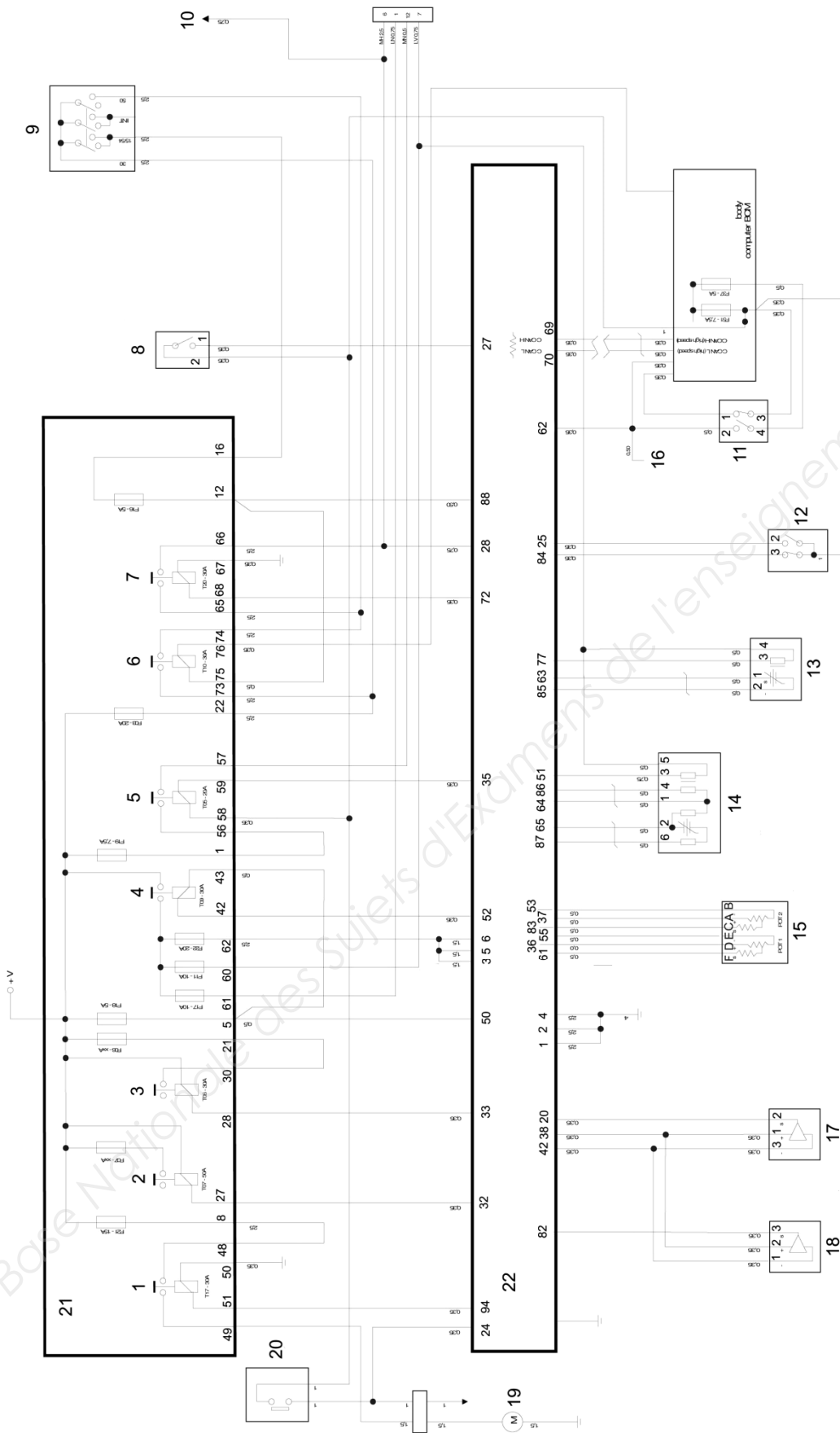
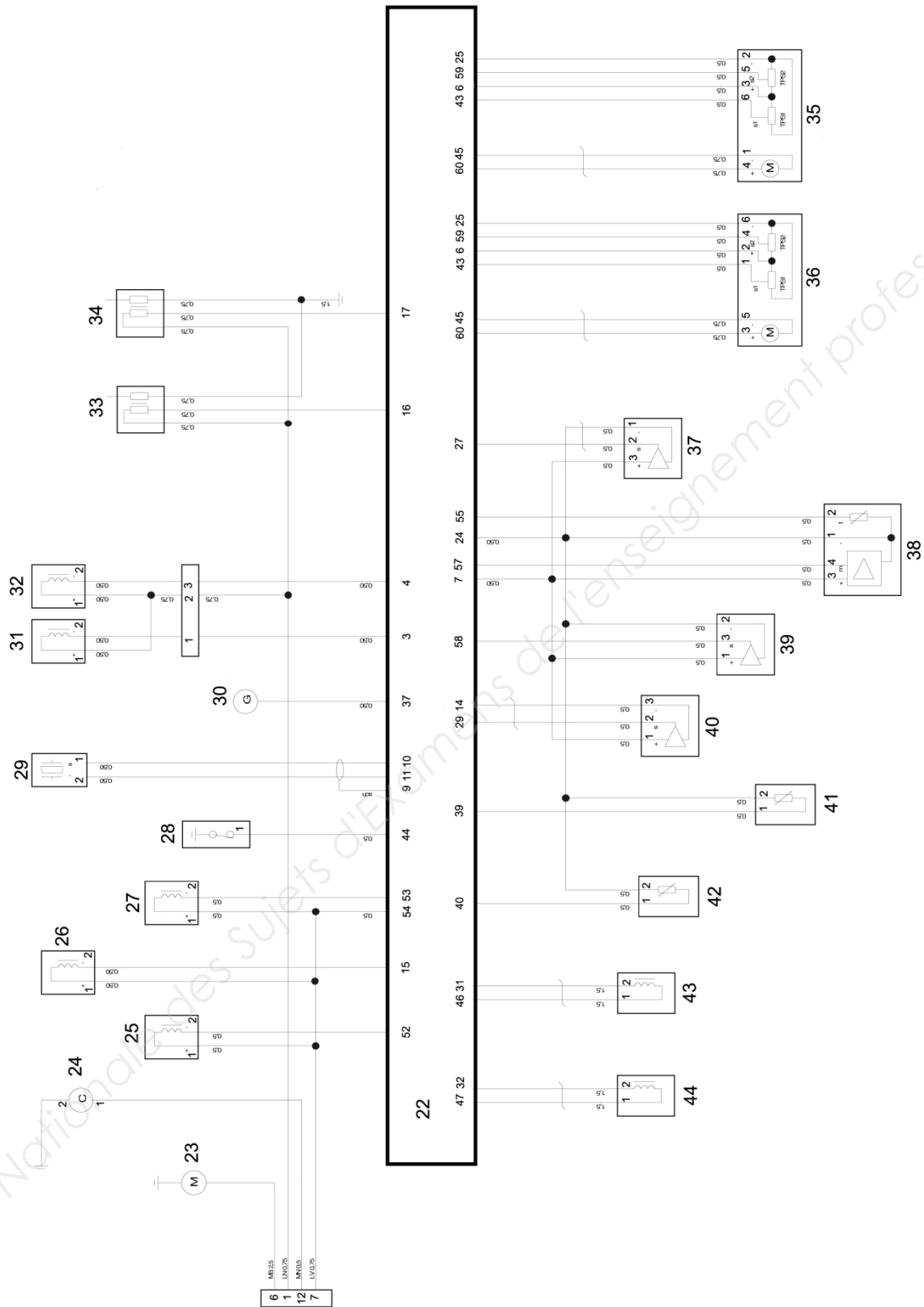




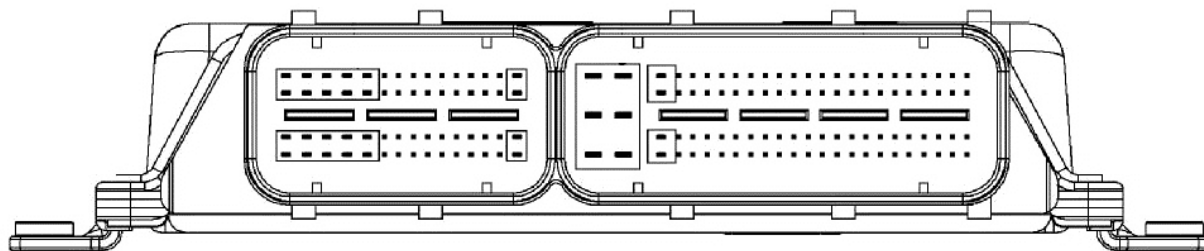
Schéma électrique connecteur 60 voies



**Légende**

1. Relais de la pompe à carburant.
2. Relais ventilateur électrique refroidissement moteur (vitesse maximum).
3. Relais ventilateur électrique refroidissement moteur (vitesse minimum).
4. Relais du contrôle moteur.
5. Relais du compresseur du climatiseur.
6. Relais d'exclusion démarrage (ordinateur de bord).
7. Relais d'exclusion démarrage (contrôle moteur).
8. Capteur de dépression frein.
9. Commutateur d'allumage.
10. Voltage stabilisateur de tension.
11. Interrupteur de pédale de stop.
12. Interrupteur de pédale d'embrayage.
13. Sonde lambda en aval du catalyseur.
14. Sonde lambda en amont du catalyseur.
15. Potentiomètre sur la pédale d'accélérateur.
16. Feu troisième stop boîte de vitesses robotisée.
17. Capteur de position point mort.
18. Capteur de pression linéaire.
19. Pompe électrique à carburant.
20. Interrupteur d'enclenchement de la marche arrière.
21. Centrale fusibles compartiment moteur (CVM).
22. Centrale de contrôle moteur (NCM).
23. Démarreur.
24. Compresseur du climatiseur.
25. Électrovanne shut off (dump).
26. Électrovanne wastegate.
27. Électrovanne canister.
28. Capteur de pression d'huile moteur.
29. Capteur de cliquetis.
30. Alternateur signal D+.
31. Injecteur cylindre 1.
32. Injecteur cylindre 2.
33. Bobine d'allumage Cyl. 2.
34. Bobine d'allumage Cyl. 1.
35. Papillon motorisé (version turbo).
36. Papillon motorisé (version aspirée).
37. Capteur phase.
38. Capteur de pression et sonde de température.
39. Capteur de pression turbo.
40. Capteur de régime du moteur.
41. Sonde de température d'eau du moteur.
42. Sonde de température de l'huile du module VVA.
43. Électrovanne de commande VVA 2.
44. Électrovanne de commande VVA 1.

## Brochage centrale Magneti Marelli 8GSF.H9



Connecteur à 94 voies		
BROCHE	TYPE/SIGNAL	DESCRIPTION
1	-	Masse de puissance
2	-	Masse de puissance
3	Relais principal	Alimentation transmise par le relais principal
4		Masse de puissance
5	Relais principal	Alimentation transmise par le relais principal
6	Relais principal	Alimentation transmise par le relais principal
7	-	non connectée
8	-	non connectée
9	-	non connectée
10	-	non connectée
11	-	non connectée
12	-	non connectée
13	-	non connectée
14	-	non connectée
78	-	non connectée
79	-	non connectée
80	-	non connectée
81	-	Capteur de pression freins
82	-	Capteur de pression AC
83	-	Potentiomètre 2 pédale accélérateur
84	-	Interrupteur d'embrayage (COURSE SUPÉRIEURE)
85	-	Négatif sonde lambda ON/OFF
86	-	Tension de sortie sonde lambda linéaire
87	MASSE (ECU)	Masse de référence sonde lambda linéaire

**DOSSIER RESSOURCES 2018**

88	KL+15	Demande clé
89	-	non connectée
90	-	non connectée
91	-	non connectée
92	-	non connectée
93	-	non connectée
94	-	Commande pompe à carburant
<b>Connecteur à 60 voies</b>		
<b>BROCHE</b>	<b>TYPE/SIGNAL</b>	<b>DESCRIPTION</b>
1	-	non connectée
2	-	non connectée
3	-	Commande injecteur cyl. 1
4	-	Commande injecteur cyl. 2
5	-	non connectée
6	+5 V (ECU)	Alimentation capteur 1 Potentiomètre 1 et 2 papillon
7	+5 V (ECU)	Alimentation capteur 2
8	-	non connectée
9	MASSE (ECU)	Masse de référence capteur 3 Blindage masse
10	-	Position du capteur de cliquetis
11	-	Négatif du capteur de cliquetis
12	-	non connectée
13	-	non connectée
14	MASSE (ECU)	Masse du capteur de régime moteur
15	-	Commande wastegate
16	-	Commande de bobine d'allumage cyl. 2
17	-	Commande de bobine d'allumage cyl. 1
18	-	non connectée
19	-	non connectée
20	-	non connectée
21	-	non connectée

**DOSSIER RESSOURCES 2018**

22	-	non connectée
23		non connectée
24	MASSE (ECU)	Masse capteur 2
25	MASSE (ECU)	Masse de référence capteur 1 Potentiomètre 1 et 2 papillon
26	-	non connectée
27	-	Capteur arbre à cames
28	-	non connectée
29	-	Signal capteur de régime moteur
30	-	non connectée
31	-	Négatif commande VVA cylindre 2
32	-	Négatif commande VVA cylindre 1
33	-	non connectée
34	-	non connectée
35	-	non connectée
36	-	non connectée
37	-	Alternateur D+
38	-	non connectée
39	-	Sonde de température moteur
40	-	Sonde de température de l'huile VVA
41	-	non connectée
42	-	non connectée
43	-	Potentiomètre papillon 1
44	-	Pressostat d'huile
45	-	Négatif démarreur c.c. papillon
46	-	Positif commande VVA cylindre 2
47	-	Positif commande VVA cylindre 1
48	-	non connectée
49	-	non connectée
50	-	non connectée
51	-	non connectée
52	-	Commande soupape dump
53	-	Commande canister

## Liste des codes d'erreurs DTC

P0504	Interrupteur frein
P0512	Signal du démarreur (plausibilité)
P0520	Interrupteur de pression d'huile
P0530	Capteur de pression climatiseur
P0555	Interr. dépress. servofrein
P0560	Tension batterie
P0564	Demande de Cruise Control incohérente
P0576	Décélération excessive cruise
P0579	Accélération excessive cruise
P0601	Centrale en panne (mémoire EEPROM)
P0604	Centrale défectueuse (mémoire RAM)
P0605	Centrale défectueuse : défaut d'écriture flash memory
P0606	Centrale en panne (microprocesseur)
P060B	Anomalie convertisseur A/N
U0418	Nœud du Système de Freinage (NFR)
P0615	Commande relais démarreur
P0621	Signal D + alternateur
P0638	Papillon motorisé
P0641	Alimentation capteurs 1
P0645	Commande relais climatiseur.
P0651	Alimentation capteurs 2
P0657	Cohérence tension batterie en amont/aval relais principal
P0685	Relais principal
P0697	Alimentation capteurs 3
P0700	Extinction moteur depuis boîte de vitesses robotisée
P0704	Interrupteur d'embrayage
P0812	Interrupteur marche arrière
P083F	Interrupteurs de la pédale d'embrayage
P1011	Électrovanne commande TwinAir Cyl.1
P1012	Électrovanne commande TwinAir Cyl.2
P1021	Pilotage électrovanne commande TwinAir Cyl. 1
P1022	Pilotage électrovanne commande TwinAir Cyl. 2
P1031	Niveau de puissance électrovanne commande TwinAir Cyl. 1
P1032	Niveau de puissance électrovanne commande TwinAir Cyl. 2
P1041	Retour courant pilotage électrovanne commande TwinAir Cyl. 1
P1042	Retour courant pilotage électrovanne commande TwinAir Cyl. 2
P1061	Signal électrovanne commande TwinAir Cyl. 1
P1062	Signal électrovanne commande TwinAir Cyl. 2
P1105	Trou dans le collecteur d'admission
P1106	Pression du collecteur d'admission
P1120	Contrôle de la position de la soupape papillon
P1121	Cohérence potentiomètres du papillon
P1196	Sonde de température de l'huile moteur
P1220	Potentiom. pédale accélérateur. (plausibilité)
P1300	Apprentissage couronne d'impulsions
P1302	Reconnaissance type de boîte de vitesses
P1305	Apprentissage signal neutre
P1310	Limitation des performances
P1320	Apprentissage du module TwinAir
P1325	Circuit d'évaluation du cliquetis
P1512	Signal du démarreur
P1680	Papillon motorisé (ressort)