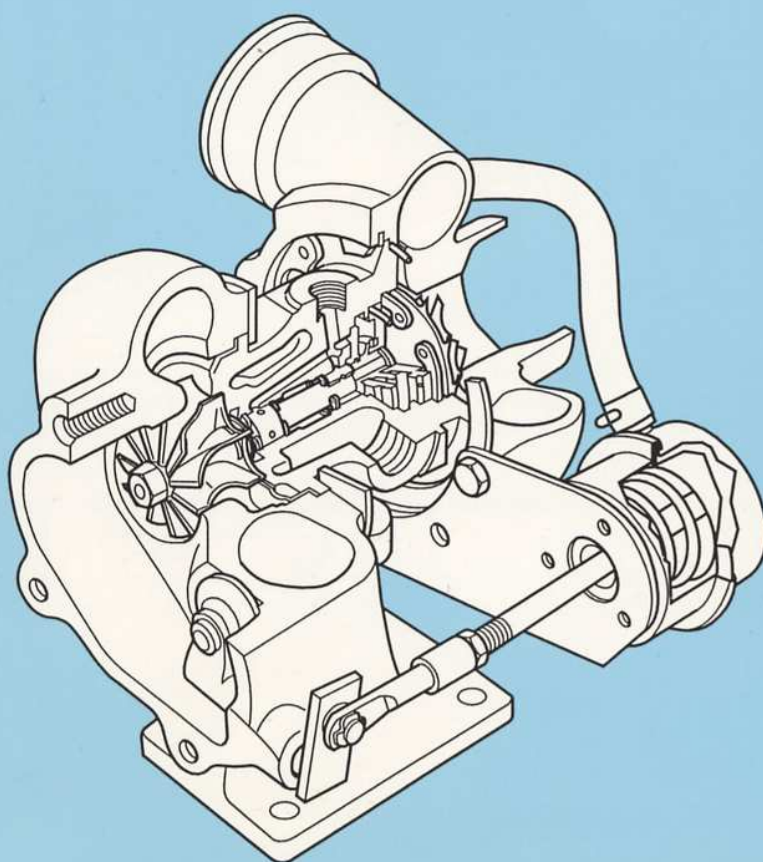


# Informations techniques

Informations pour les techniciens

CG 7361/S F 3/92

Suralimentation	90/D
-----------------	------



**Service**

# SOMMAIRE

---

	PAGE
<b>AVANT-PROPOS</b> .....	<b>1</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>2-3</b>
<b>GENERALITES</b> .....	<b>4-17</b>
AUGMENTATION DU RENDEMENT DES MOTEURS A COMBUSTION .....	<b>4-7</b>
LA SURALIMENTATION .....	<b>8-15</b>
SYSTEMES DE SURALIMENTATION .....	<b>8</b>
Suralimentation par compresseur mécanique .....	<b>10-11</b>
Suralimentation par résonance .....	<b>12</b>
Suralimentation par turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement .....	<b>13-15</b>
REFROIDISSEMENT DES TURBOCOMPRESSEURS ENTRAINES PAR LES GAZ D'ECHAPPEMENT .....	<b>16</b>
REFROIDISSEMENT DE L'AIR DE SURALIMENTATION .....	<b>17</b>
<b>FONCTIONNEMENT</b> .....	<b>18-29</b>
MOTEUR 1,6 CVH TURBO .....	<b>18-21</b>
MOTEUR 2,0 COSWORTH TURBO .....	<b>22-23</b>
MOTEUR 1,8 TURBO DIESEL .....	<b>24-25</b>
MOTEUR 2,5 TURBO DIESEL .....	<b>26-27</b>
MOTEUR 2,5 DI TURBO DIESEL .....	<b>28-29</b>

---

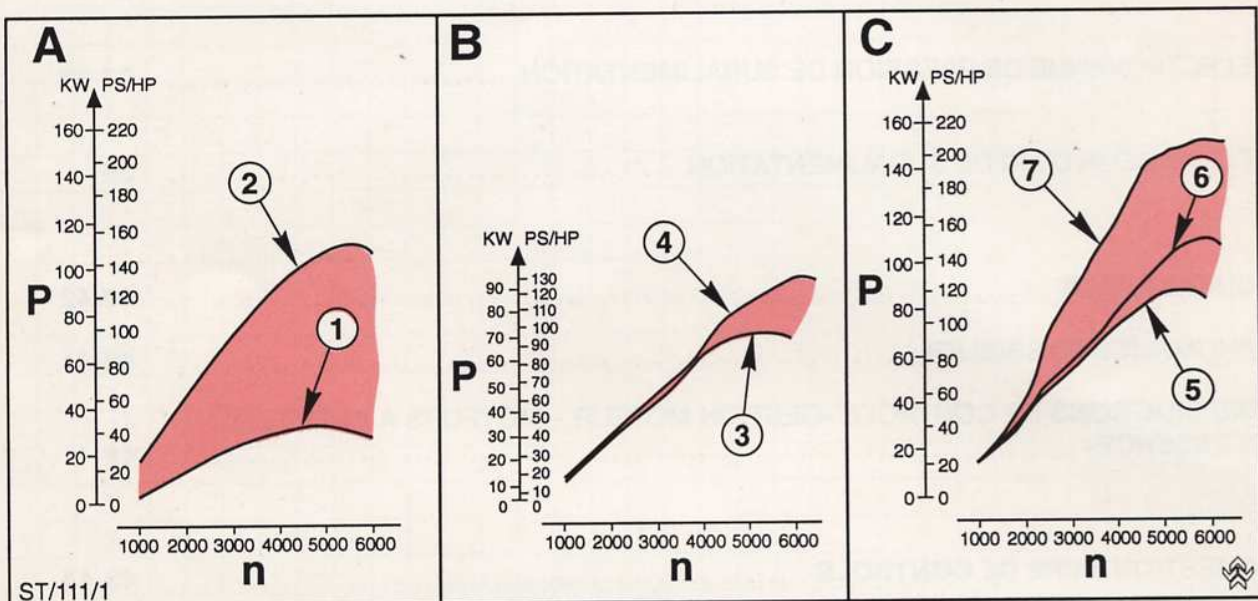
	<b>PAGE</b>
<b>COMPOSANTS</b> .....	<b>30-39</b>
ILLUSTRATION SCHEMATIQUE .....	<b>30</b>
MODULE EEC IV .....	<b>31</b>
MODULE DE GESTION WEBER/MARELLI .....	<b>32</b>
MODULE ESC II .....	<b>32</b>
SONDE DE TEMPERATURE D'AIR DE SURALIMENTATION .....	<b>33</b>
CLAPET DE DERIVATION D'AIR DE SURALIMENTATION .....	<b>33</b>
TURBOCOMPRESSEUR ENTRAINE PAR LES GAZ D'ECHAPPEMENT .....	<b>34-35</b>
CLAPET DE DERIVATION DES GAZ D'ECHAPPEMENT (WASTEGATE) .....	<b>36</b>
ELECTROVANNE DE PRESSION DE SURALIMENTATION .....	<b>37-38</b>
ECHANGEUR D'AIR DE SURALIMENTATION .....	<b>39</b>
<b>DIAGNOSTICS</b> .....	<b>40-42</b>
ANOMALIES POSSIBLES .....	<b>40-41</b>
INSTRUCTIONS DE CONTROLE «GESTION MOTEUR – MOTEURS A INJECTION D'ESSENCE» .....	<b>42</b>
<b>QUESTIONNAIRE DE CONTROLE</b> .....	<b>43-44</b>
<b>NOTES</b> .....	<b>46-48</b>

## AUGMENTATION DU RENDEMENT DES MOTEURS A COMBUSTION

**La masse d'air et la quantité de carburant brûlé déterminent le rendement d'un moteur à combustion.**

Le rendement d'un moteur dépend toujours directement de la quantité d'air disponible au cours du processus de combustion. A un régime identique, l'air admis dans un moteur de 3 litres de cylindrée permet de produire un rendement élevé comparé à celui d'un moteur d'un litre de cylindrée (A). A mesure que le régime du moteur augmente, l'air admis dans le moteur augmente également d'où augmentation de la puissance développée par le moteur (B). Cette donnée n'est valable que si l'on admet qu'en même temps que le volume d'air admis augmente, le volume de carburant envoyé dans les cylindres augmente également : que l'admission de carburant soit faite par l'intermédiaire d'un carburateur ou d'un système à injection.

Le rendement des moteurs à combustion interne peut être augmenté par accroissement de la cylindrée, augmentation du régime moteur ou amélioration du rendement volumétrique (C). La méthode la plus simple pour augmenter le rendement d'un moteur consiste à augmenter sa cylindrée. En revanche, l'augmentation du rendement par l'augmentation de la cylindrée ou du régime moteur est limitée par la conception même du moteur et par l'accroissement très important des forces inertielles à régimes moteur élevés (B). L'amélioration du rendement volumétrique impose une augmentation du volume du mélange admis dans les cylindres. C'est ce point qui est actuellement à l'étude pour améliorer encore le rendement des moteurs.



### Augmentation du rendement d'un moteur

<b>A</b> Par augmentation de la cylindrée	<b>n</b> Régime moteur tr/min	<b>4</b> 1,8 DOHC 16V (Zeta) 130 ch
<b>B</b> Par augmentation du régime moteur	<b>1</b> 1,0 HCS	<b>5</b> 2,0 DOHC 8V
<b>C</b> Par amélioration du rendement volumétrique	<b>2</b> 2,9 V6	<b>6</b> 2,0 DOHC 16V
<b>P</b> Puissance moteur (kW/ch)	<b>3</b> 1,8 DOHC 16V (Zeta) 105 ch	<b>7</b> 2,0 Cosworth-Turbo

Sur moteurs à essence, la composition du mélange est dosée par le carburateur ou par l'injection d'essence électronique. Afin de respecter les normes anti-pollution, le volume de carburant présent dans le mélange air/carburant est contrôlé pour être maintenu à  $\lambda = 1$ .

En d'autres termes : Le mélange contient toujours la quantité de carburant qui pourra être entièrement brûlé en fonction de l'oxygène disponible.

Dans un moteur à alimentation atmosphérique, le piston fonctionne comme dans une pompe à air et aspire l'air dans le cylindre (8). Il se crée une dépression dans le cylindre et l'air est aspiré dans le circuit d'admission puis arrive dans le cylindre par la soupape d'admission (7). Les éléments constitutifs du circuit d'admission : filtre à air (1), débitmètre d'air (2), papillon d'accélérateur (4) et gaine d'admission

(3, 5, 6) freinent l'écoulement de l'air. La présence de ces éléments qui freinent l'écoulement de l'air détermine la quantité effective d'air qui arrive dans le cylindre (8). Autre donnée importante : il est absolument essentiel qu'aucun gaz résiduel ne subsiste dans le cylindre et qu'il y ait échange complet des gaz.

La pression d'air à la soupape (7) a un effet décisif sur le rendement du moteur. Si cette pression est inférieure à la pression atmosphérique (A), le remplissage du cylindre sera déficient, c'est-à-dire qu'il y aura faible quantité d'air et faible quantité de carburant donc faible rendement du moteur.

La pression de l'air diminue en même temps que l'altitude augmente (A). En conséquence, la charge admise dans le cylindre (8) est, en altitude, moins complète, il y a donc alors réduction du rendement du moteur.

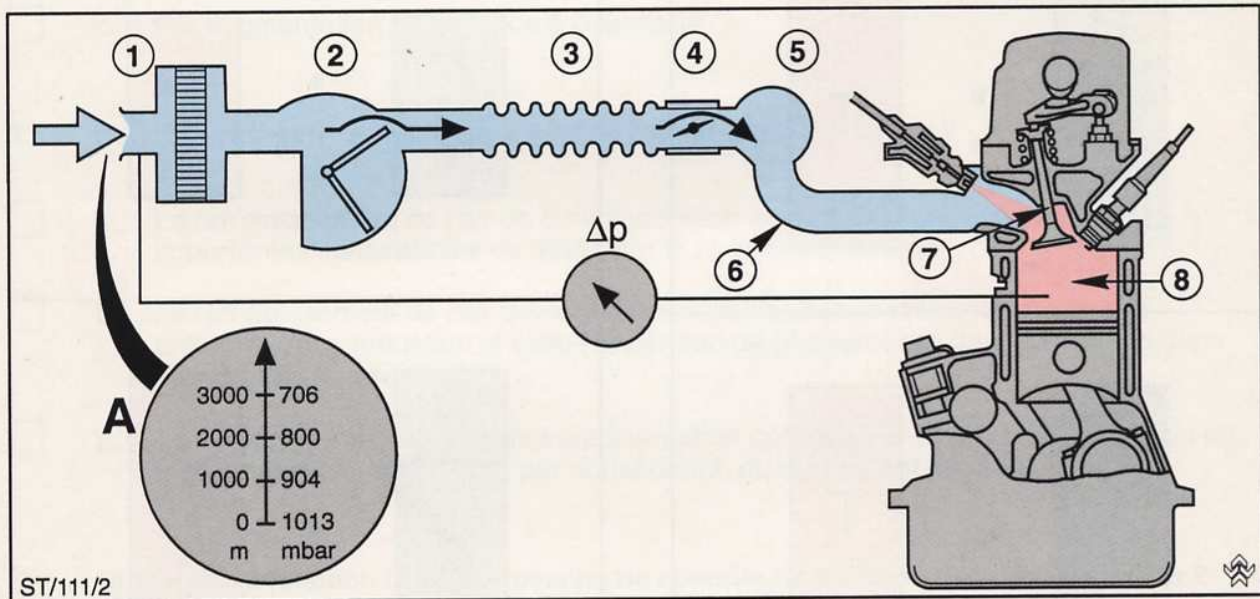


Illustration schématique de l'air de la charge dans un moteur à alimentation atmosphérique

A Variation de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude

1 Filtre à air

2 Débitmètre d'air

3 Conduit d'admission

4 Papillon d'accélérateur

5 Chambre de tranquillisation

6 Collecteur d'admission

$\Delta p$  Somme des pertes de pression dans le circuit d'admission

7 Soupape d'admission

8 Cylindre

# GENERALITES

L'air est un mélange gazeux qui contient approximativement 21 % d'oxygène en volume, l'air est soumis aux lois d'écoulement des gaz.

L'équation de base des gaz est la suivante :

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{constante}$$

p = pression absolue

V = Volume

T = température absolue °K

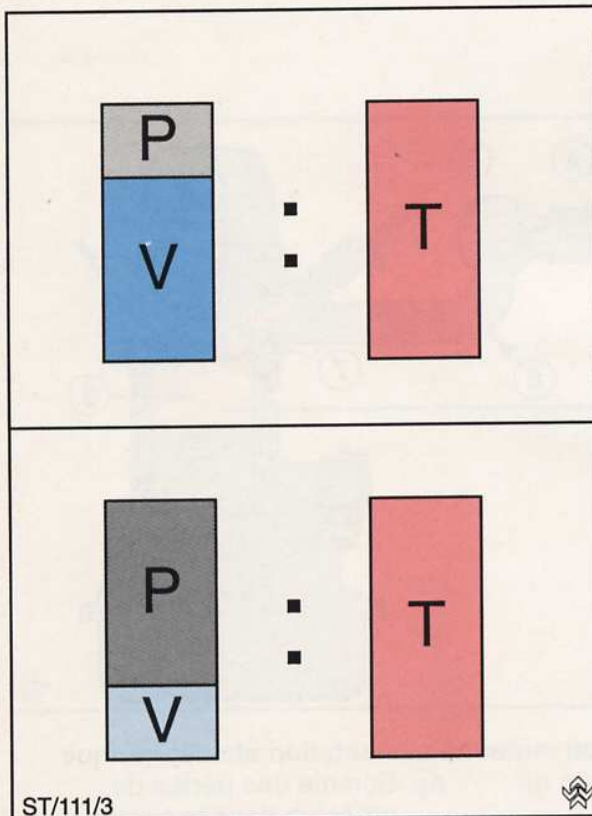
**Un gaz occupe toujours un certain volume qui est fonction de la pression et de la température.**

**La modification de la pression de l'air à température constante se traduit par un changement du volume.**

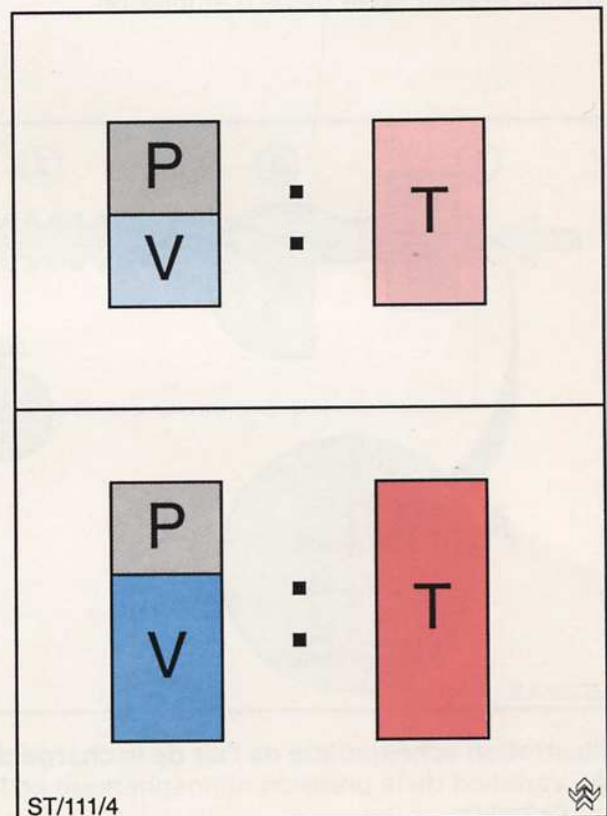
Exemple : Si l'air est comprimé dans un cylindre, la pression augmente en même temps que le volume diminue, inversement la pression de l'air diminue en même temps que le volume augmente.

**Un changement à pression constante se traduit également par un changement de volume.**

Exemple : Le volume diminue lorsque l'enveloppe qui le contient est refroidie. Si l'air est chauffé, son volume augmente.



**Changement de volume consécutif à un changement de la pression à température constante**



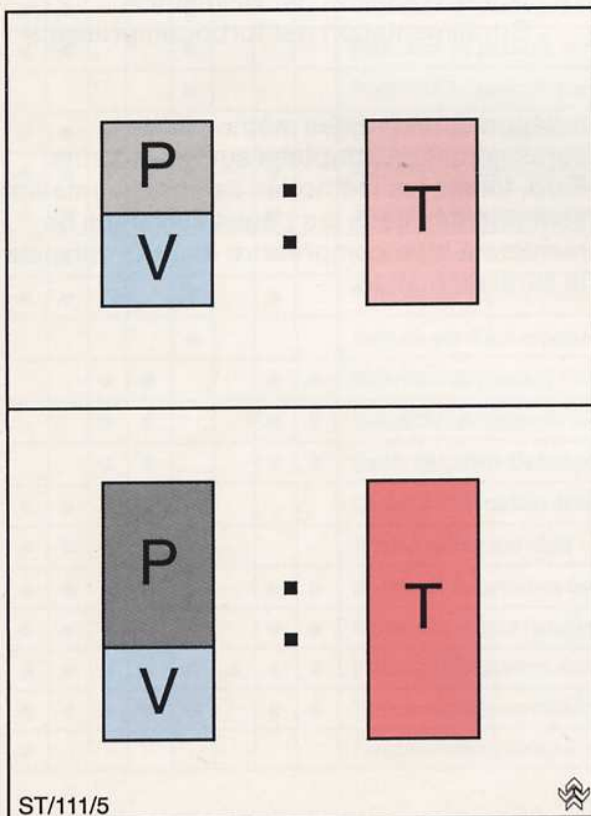
**Changement de volume consécutif à un changement de la température à pression constante**

**Un changement de température à volume constant se traduit par une augmentation de pression.**

La densité de l'air est toujours fonction de la pression et de la température. L'air à forte densité contient une proportion importante d'oxygène. Lorsque la densité de l'air est élevée, il est possible d'envoyer dans le cylindre une quantité de carburant plus importante qui est brûlé à condition de maintenir le rapport air/carburant à  $\lambda = 1$ . Dans ce cas, il y a amélioration du rendement étant donné que la pression dans la chambre de combustion augmente puisque la température augmente également. Dès lors, il y a augmentation de la force qui repousse le piston donc augmentation du couple.

Le rendement volumétrique d'un moteur à alimentation atmosphérique est limité par les lois de la physique. Si le circuit d'admission ne freinait pas l'écoulement de l'air, la densité de l'air dans le cylindre pourrait donc correspondre à celle de l'air ambiant. De nombreuses études ont été menées pour optimiser l'écoulement de l'air :

- débitmètre d'air offrant une faible résistance
- conduit d'admission avec coudes à grand rayon
- technologie quatre soupapes



**Changement de pression par suite de changement de température à volume constant (exemple : combustion)**

### LA SURALIMENTATION

La suralimentation consiste à envoyer de l'air déjà comprimé dans les cylindres, c'est-à-dire de l'air qui est à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Il y a alors augmentation du rendement volumétrique et, par conséquent, augmentation du rendement du moteur, mais il y a, par contre apparition d'un facteur défavorable c'est l'augmentation de la température puisque l'air est déjà comprimé. En conséquence, la densité de l'air n'augmente pas proportionnellement à l'augmentation de pression. Par contre, si après avoir comprimé l'air celui-ci est refroidi par un échangeur d'air de suralimentation, il y a alors augmentation de la densité de l'air donc augmentation du rendement volumétrique du moteur.

Pour comprendre le principe de la suralimentation, il est nécessaire de connaître au préalable les règles qui régissent le rendement volumétrique des moteurs à combustion interne.

On fait une différence entre la suralimentation des moteurs à essence et des moteurs diesel. Sur les moteurs à essence, les risques d'apparition de cognements augmentent en même temps que la pression de suralimentation car la compression dans les cylindres donne déjà naissance à des températures élevées. En conséquence, les moteurs à essence suralimentés présentent un taux de compression réduit (par exemple, 8/1 au lieu de 10/1). Les risques d'apparition de cognements sont limités par la réduction de la pression de suralimentation et par l'adoption d'un échangeur d'air de suralimentation.

Sur les moteurs diesel, on fait une différence entre la suralimentation basse pression et la suralimentation haute pression. La suralimentation haute pression est utilisée pour augmenter la puissance de plus de

50 %. Lorsqu'il y a suralimentation haute pression, le moteur doit alors être conçu pour résister à l'augmentation des contraintes thermiques et mécaniques. La pression peut alors dépasser 120 bars. Pour limiter la température dans le cylindre, un échangeur est nécessaire lorsque la pression absolue de suralimentation atteint 1,8 bar et lorsque la température de l'air de suralimentation dépasse 110° C.

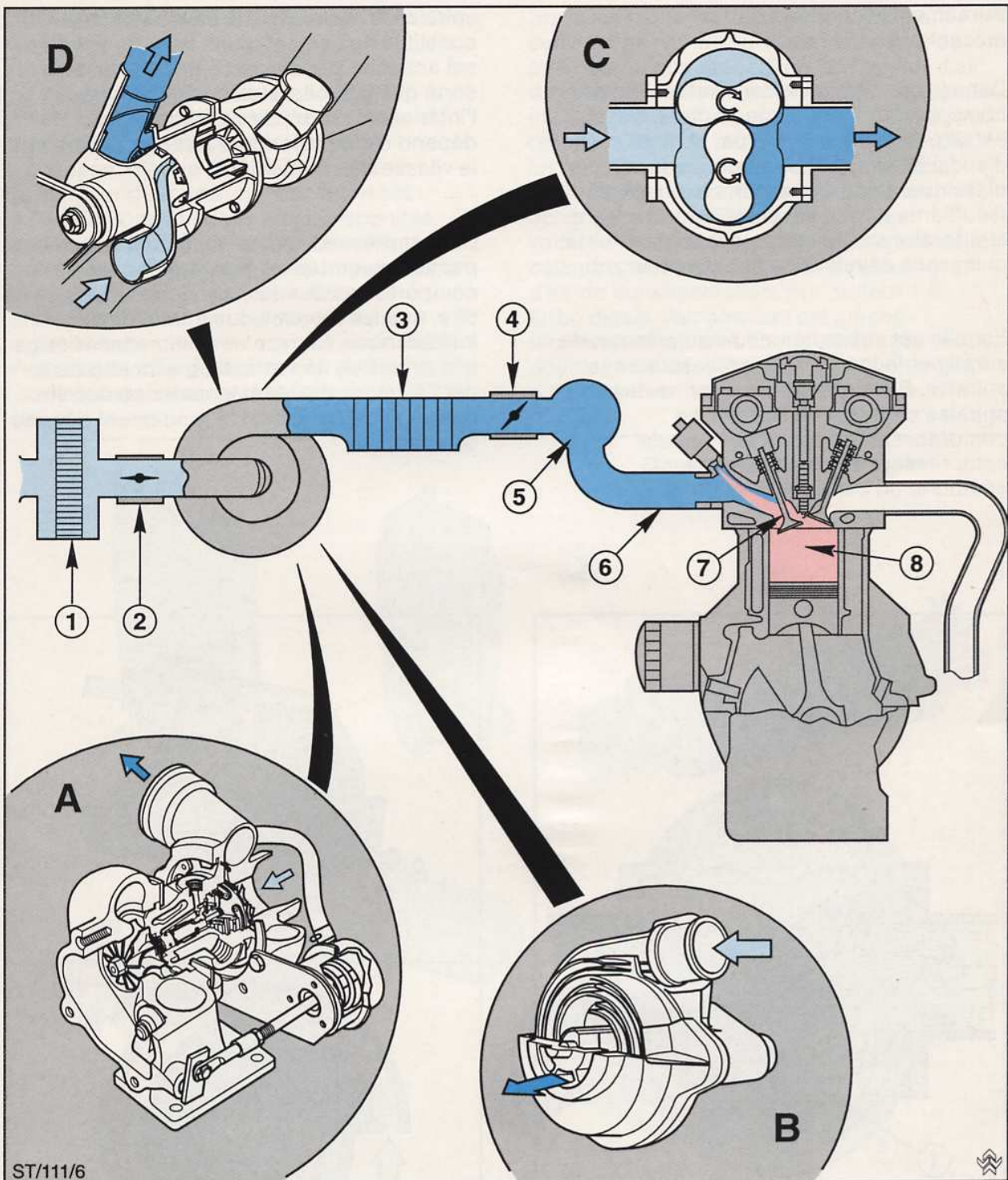
### Systèmes de suralimentation

On fait une distinction entre les divers systèmes de suralimentation équipant les moteurs de véhicules de tourisme :

- Suralimentation par compresseur mécanique
- Suralimentation par résonance
- Suralimentation par turbocompresseur

Indépendamment des méthodes de suralimentation adoptées sur les moteurs Ford, toutes les méthodes de suralimentation sont décrites dans les pages suivantes de manière à bien comprendre en quoi consiste la suralimentation.





ST/111/6



**Illustration schématique des procédés de suralimentation**

- |                               |   |                                  |                                 |
|-------------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|
| <b>A</b> Turbocompresseur     | <b>1</b> Filtre à air                       | <b>4</b> Papillon d'accélérateur | <b>6</b> Collecteur d'admission |
| <b>B</b> Compresseur G        | <b>2</b> Débitmètre d'air                   | <b>5</b> Conduit d'admission     | <b>7</b> Soupape d'admission    |
| <b>C</b> Soufflante Roots     | <b>3</b> Échangeur d'air de suralimentation |                                  | <b>8</b> Cylindre               |
| <b>D</b> Compresseur complexe |   |                                  |                                 |

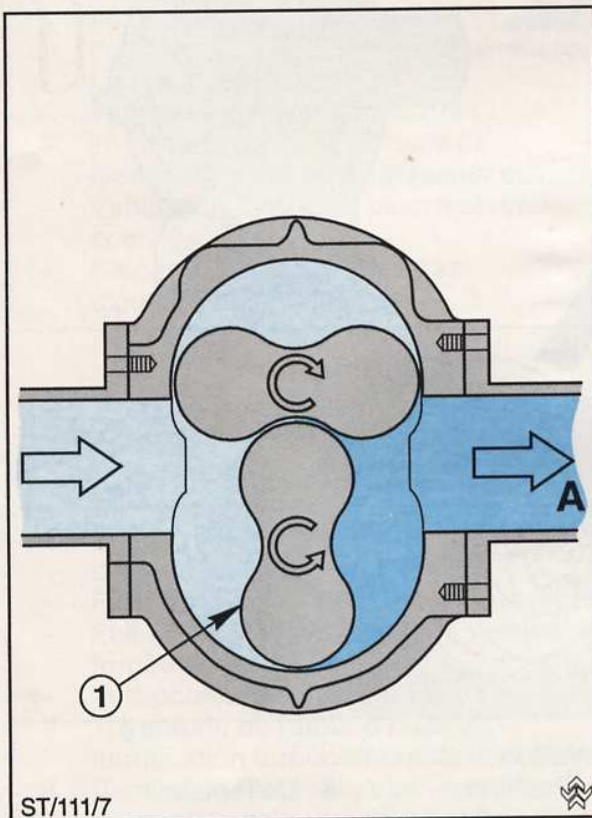
## Suralimentation par compresseur mécanique

Dans le principe de la suralimentation par compresseur mécanique, le compresseur est directement entraîné par le moteur. Ce dispositif fait appel à un compresseur classique. Dans ce cas, un piston rotatif (soufflante Roots) est entraîné de manière temporaire uniquement pour augmenter la puissance développée par le moteur.

Ensuite est apparu un nouveau principe de suralimentation avec compresseur en spirales. Compte tenu de la forme de ces spirales en forme de lettre G, ce compresseur est également appelé compresseur G. Le compresseur G comporte un carter et deux conduits

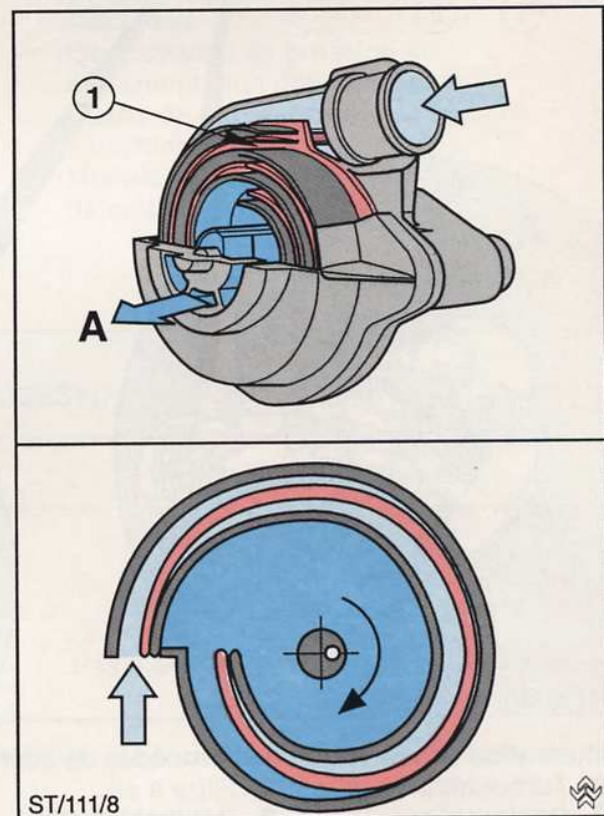
spirales, d'autre part, un élément mobile constitué également d'une nervure spiralée est actionné par des excentriques de telle sorte que l'air passe de l'extérieur vers l'intérieur. Le débit de ce compresseur dépend de la profondeur des spirales et de la vitesse d'entraînement.

Ce compresseur débite le volume nécessaire par le moteur dès les bas régimes. Il ne comporte pas de «délai de réponse», c'est-à-dire, que les reprises du moteur sont instantanées. Ce type de compresseur exige une précision de fabrication exceptionnelle car l'élément mobile et le carter ne doivent pas venir en contact et le rendement dépend de l'entrefer.



**Compresseur à piston rotatif (soufflante Roots)**

- A Air de suralimentation
- 1 Piston rotatif



**Compresseur spiral (compresseur G)**

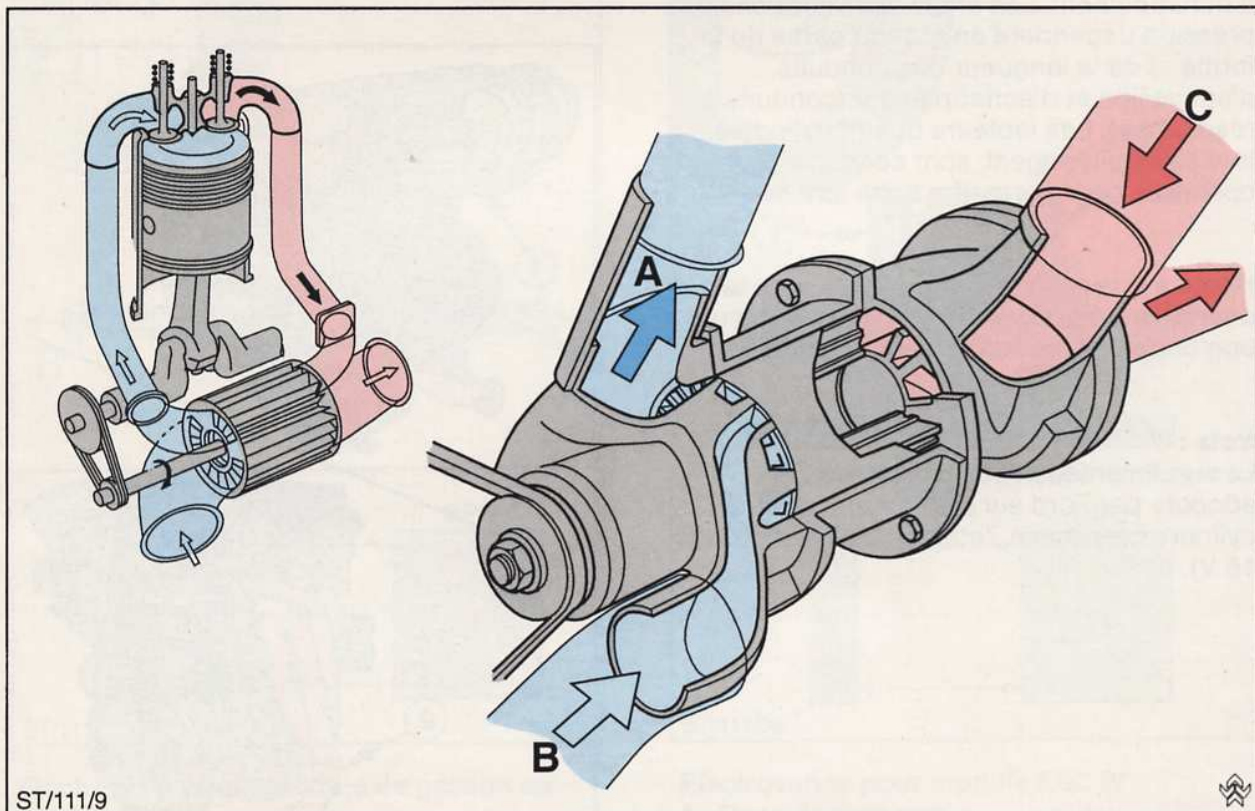
- A Air de suralimentation
- 1 Elément mobile

Sur le compresseur de type Comprex, le tambour est entraîné par le moteur et l'air d'admission est comprimé du fait de l'excès de pression des gaz d'échappement. Dans ce type de compresseur, l'onde de pression des gaz d'échappement chasse la charge d'air frais contenu dans les conduits du tambour vers l'admission du moteur. Avant que les gaz d'échappement soient évacués du tambour, l'entraînement assuré par le moteur a provoqué la rotation du tambour et l'onde de pression agit alors uniquement sur le carter. Les gaz d'échappement sous pression sont éliminés par un passage d'évacuation et il y a naissance d'un vide qui

provoque à nouveau l'admission de la charge d'air frais à mesure que le tambour tourne. Il y a dès lors formation d'ondes successives de pression, l'air frais est aspiré puis chassé du tambour rotatif. Le principe du compresseur Comprex n'a pas réussi à s'affirmer du fait des progrès réalisés grâce à la suralimentation par turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement.

**Nota :**

Actuellement, la suralimentation mécanique n'est pas utilisée sur les moteurs Ford.



ST/111/9

**Compresseur Comprex**

**A** Air de suralimentation

**B** Admission d'air

**C** Gaz d'échappement

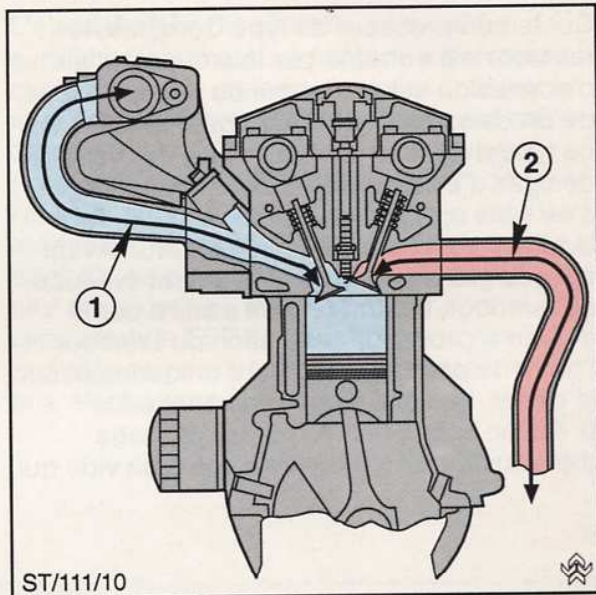
## Suralimentation par résonance

La suralimentation dynamique, c'est-à-dire la suralimentation par résonance, est utilisée uniquement sur les moteurs à alimentation atmosphérique. Les colonnes de gaz contenues dans les conduits d'admission et d'échappement sont soumises à des vibrations au cours du processus d'alimentation du moteur. La colonne d'air qui règne dans le collecteur d'admission est aspirée à grande vitesse par la dépression qui règne dans le cylindre. Avant que le piston atteigne son point mort bas, la colonne d'air se déplace dans le collecteur d'admission et la pression dans le cylindre augmente au-delà de la pression atmosphérique (écoulement dynamique). La soupape d'admission se ferme à la pression maximum. Inversement, les gaz d'échappement évacués donnent naissance à une dépression dans le cylindre avant qu'il y ait fermeture de la soupape d'échappement. Les effets des vibrations de pression dépendent en grande partie de la forme et de la longueur des conduits d'admission et d'échappement (conduits à résonance). Les moteurs quatre cylindres, tout particulièrement, sont conçus et optimisés pour permettre cette fonction.

Même à bas régime, l'augmentation de la charge arrivant dans le cylindre garantit un bon couple et un bon rendement moteur.

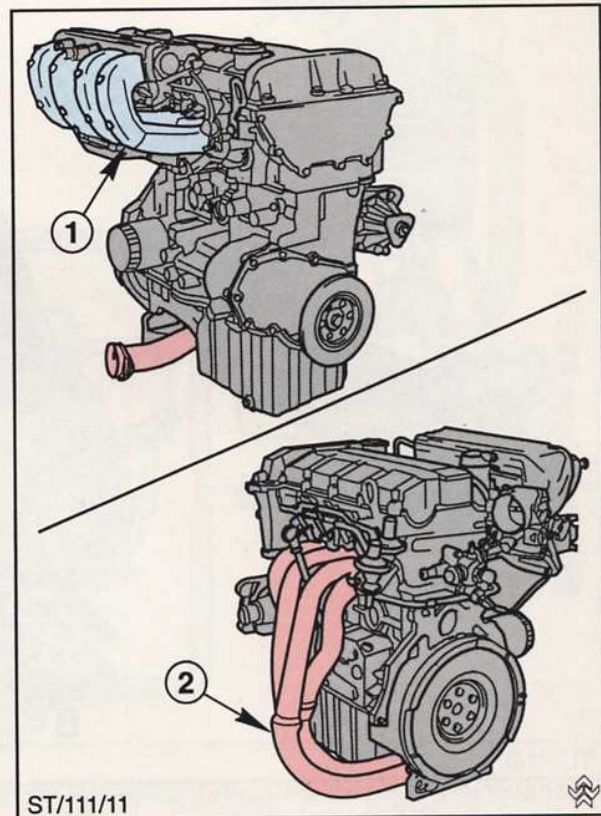
### Nota :

La suralimentation par résonance est adoptée par Ford sur les moteurs quatre cylindres (exemple Zeta et moteur 2,0 DOHC 16 V).



### Conduits d'admission et d'échappement pour suralimentation par résonance

- 1 Longueur de résonance – admission
- 2 Longueur de résonance – échappement



### Moteur 2,0 DOHC 16V

- 1 Admission
- 2 Échappement

### Suralimentation par turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement

La suralimentation des moteurs par turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement est la solution la plus connue pour augmenter le rendement d'un moteur et c'est la méthode la plus couramment utilisée. Cette méthode est utilisée sur tous les moteurs Ford turbo. L'énergie des gaz d'échappement est toujours disponible et elle reste inutilisée sur les moteurs à alimentation atmosphérique.

L'énergie que constitue l'écoulement des gaz d'échappement est exploitée pour entraîner une turbine laquelle entraîne à son tour un compresseur rotatif. Ce procédé ne prélève aucune puissance sur le moteur.

Au départ, seuls les moteurs diesel stationnaires et les moteurs de bateaux étaient équipés d'un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement. Au cours des années 50, cette utilisation s'est généralisée sur les moteurs de véhicules poids lourds. C'est au cours des 10 dernières années que la suralimentation par turbocompresseur est apparue sur les moteurs de voitures de tourisme. L'adoption de ce système de suralimentation ainsi que l'expérience acquise en compétition automobile ont contribué au développement de ce principe de suralimentation par turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement.

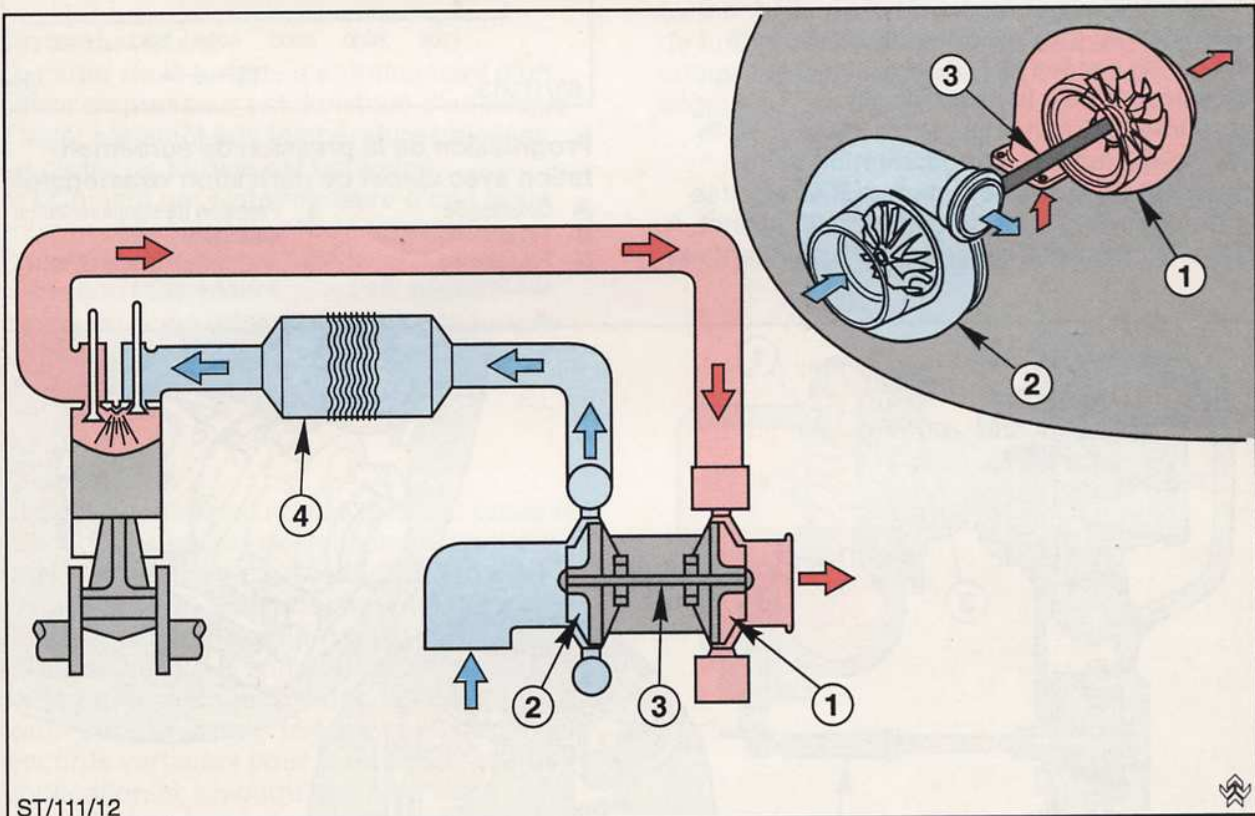


Illustration schématique de la suralimentation par turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement

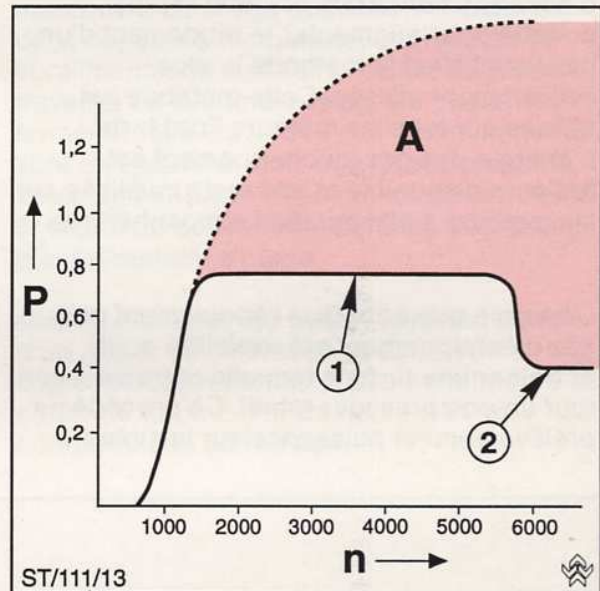
- |                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 1 Turbine d'entraînement | 3 Arbre                              |
| 2 Compresseur            | 4 Echangeur d'air de suralimentation |

## GENERALITES

Le rendement du turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement dépend du régime moteur. A faible régime moteur, seule une petite quantité de gaz d'échappement est produite par le moteur mais lorsque le volume des gaz d'échappement augmente, le turbocompresseur atteint alors une vitesse de rotation suffisamment élevée et le compresseur produit alors la pression de suralimentation nécessaire. Le volume de gaz d'échappement émis par un moteur à essence varie entre le ralenti et la pleine charge dans un rapport de 1/30 à 1/40. Ce phénomène est dû à la variation du régime moteur et à la présence du papillon d'accélérateur. Les moteurs diesel ne sont pas soumis à l'influence de ces paramètres, de sorte que le rapport des gaz d'échappement en fonction de la vitesse varie dans un rapport de 1/5 à 1/6 seulement.

Étant donné que les turbocompresseurs entraînés par les gaz d'échappement fournissent déjà la pression de suralimentation nécessaire à environ 25 % du régime moteur, l'augmentation de la pression de suralimentation doit être évitée grâce à un système de commande distinct. A cet effet, le circuit de gaz d'échappement est

réparti et le surplus de gaz d'échappement passe en dérivation par rapport à la turbine. Dans la majorité des cas, le clapet de dérivation qui assure cette dérivation, clapet également appelé «wastegate», est incorporé au carter de turbine d'entraînement.



Progression de la pression de suralimentation avec clapet de dérivation «wastegate»

- |  |   |
|--|---|
| <b>A</b> Commande                          | <b>1</b> Pression de suralimentation contrôlée    |
| <b>n</b> Vitesse tr/min                    | <b>2</b> Baisse de la pression de suralimentation |
| <b>p</b> Pression de suralimentation (bar) |   |

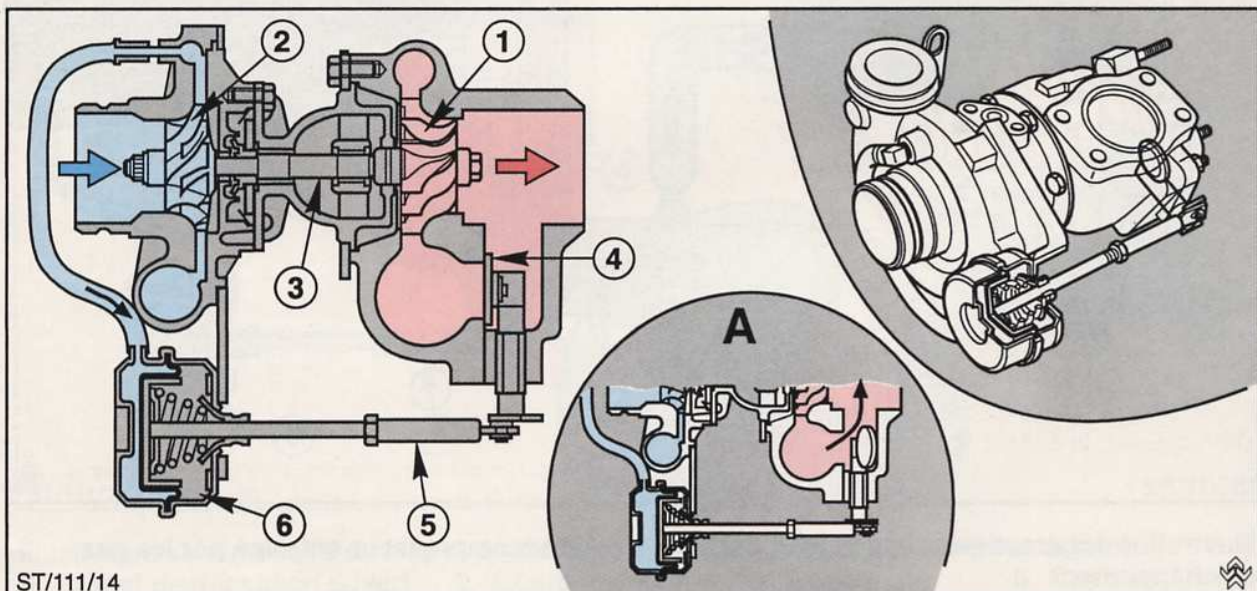


Illustration schématique d'un clapet de dérivation des gaz d'échappement (wastegate)

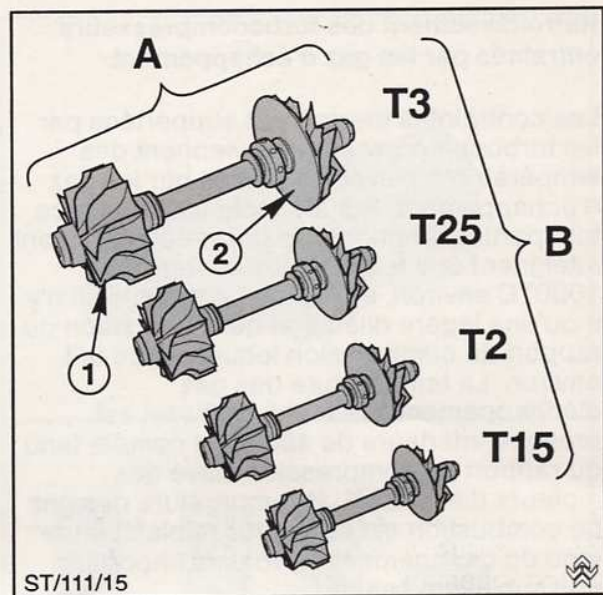
- |                                      |                                 |                        |                   |
|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------|
| <b>A</b> Clapet de dérivation ouvert | <b>2</b> Turbine de compresseur | <b>4</b> Volet         | <b>6</b> Membrane |
| <b>1</b> Turbine d'entraînement      | <b>3</b> Arbre de liaison       | <b>5</b> Tige poussoir |                   |

Pour que la suralimentation produise son effet le plus tôt possible et sans qu'il y ait manifestation de ce que l'on appelle le «délai de réponse», les turbocompresseurs entraînés par les gaz d'échappement doivent atteindre des vitesses de rotation très élevées aussitôt que possible même en présence d'une faible quantité de gaz d'échappement. A cet effet, l'ensemble tournant du turbocompresseur est conçu de manière à être aussi léger que possible. C'est dans cette optique que les derniers développements concernant les turbocompresseurs ont permis la réalisation de turbines d'entraînement en céramique car ces turbines atteignent des vitesses élevées plus rapidement compte tenu de leur faible poids. Le diamètre de la turbine d'entraînement et de la turbine de compresseur devient de plus en plus petit et dans le même temps les vitesses de rotation maximum se sont accrues, dépassant désormais 200 000 tr/min.

Les derniers développements du turbocompresseur destiné aux moteurs à essence ont permis de faire appel à une turbine d'entraînement à géométrie variable. Dans ce cas, le flux de gaz d'échappement est renvoyé par un aubage réglable vers la turbine d'entraînement. L'inclinaison de ces aubes étant réglable, il est possible de contrôler la suralimentation. Les caractéristiques de réponse de ces turbines sont encore meilleures et elles permettent un dosage précis de la pression de suralimentation. Ces turbines d'entraînement rendent inutile la présence d'un clapet de tarage de suralimentation (wastegate).

**Nota :**

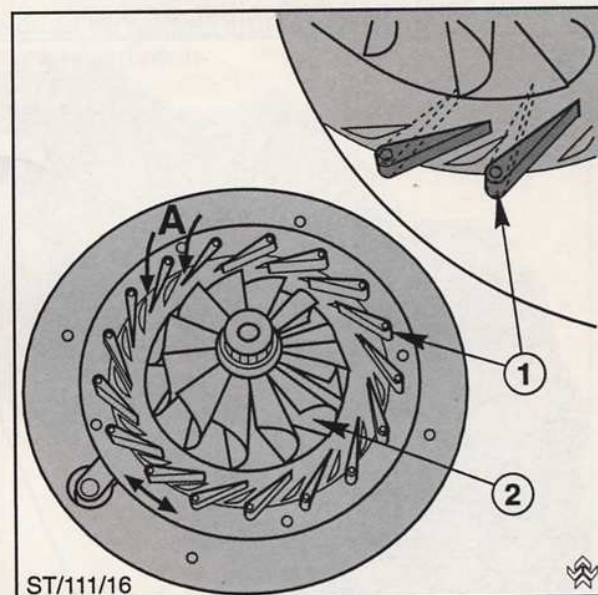
Les turbocompresseurs équipés d'une turbine d'entraînement en céramique ou à aubage variable en sont encore au stade du développement chez les constructeurs.



ST/111/15

**Comparaison du diamètre des turbines**

- A Ensemble tournant
- B Diamètre de l'ensemble tournant du turbocompresseur Garrett T3 à T15
- 1 Turbine d'entraînement 2 Compresseur



ST/111/16

**Illustration schématique d'une turbine à géométrie variable**

- A Circulation de l'air
- 1 Aubages réglables (palettes)
- 2 Turbine d'entraînement

### Refroidissement des turbocompresseurs entraînés par les gaz d'échappement

Les contraintes thermiques supportées par les turbocompresseurs proviennent des températures élevées atteintes par les gaz d'échappement. Sur les moteurs à essence tout particulièrement, les gaz d'échappement atteignent une température élevée, soit 1000° C environ, car après combustion il n'y a qu'une légère dilatation qui est fonction du rapport de compression lequel est de 8/1 environ. La température des gaz d'échappement des moteurs diesel est presque inférieure de 400° C et compte tenu du rapport de compression élevé des moteurs diesel 22/1, la température des gaz de combustion est donc plus faible compte tenu du changement de volume important que subissent ces gaz.

L'existence de températures extrêmes, 600 à 1000° C, des gaz d'échappement, constitue un risque de fonctionnement pour les paliers hydrodynamiques usinés selon une extrême précision ainsi que pour l'étanchéité des turbocompresseurs entraînés par les gaz d'échappement. Sur les moteurs diesel, le carter porte-paliers est refroidi par une partie de l'huile de lubrification, c'est une

solution qui est suffisante pour éviter la détérioration des paliers, cependant, sur les moteurs à essence, compte tenu des températures élevées atteintes par les gaz d'échappement, les turbocompresseurs exigent un refroidissement supplémentaire, refroidissement qui est assuré par le circuit du moteur. Les températures extrêmement élevées qui règnent au moment de l'arrêt d'un moteur doté d'un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement ne doivent pas être sous-estimées. La chaleur développée par le carter de turbine peut être encore très élevée longtemps après arrêt du moteur de sorte qu'il y a à ce moment là risque de cokéfaction de l'huile de lubrification au droit des paliers. Ce risque ne peut être évité que grâce à la mise en place de mesures préventives lors de l'arrêt complet du moteur. En d'autres termes, l'allumage ne doit être interrompu qu'après avoir laissé refroidir le moteur un certain temps au ralenti. Il est possible d'éviter ce genre de détérioration provoquée par les températures élevées en assurant la circulation du liquide de refroidissement du moteur à l'aide d'une pompe auxiliaire pendant une durée suffisamment longue après arrêt complet du moteur.

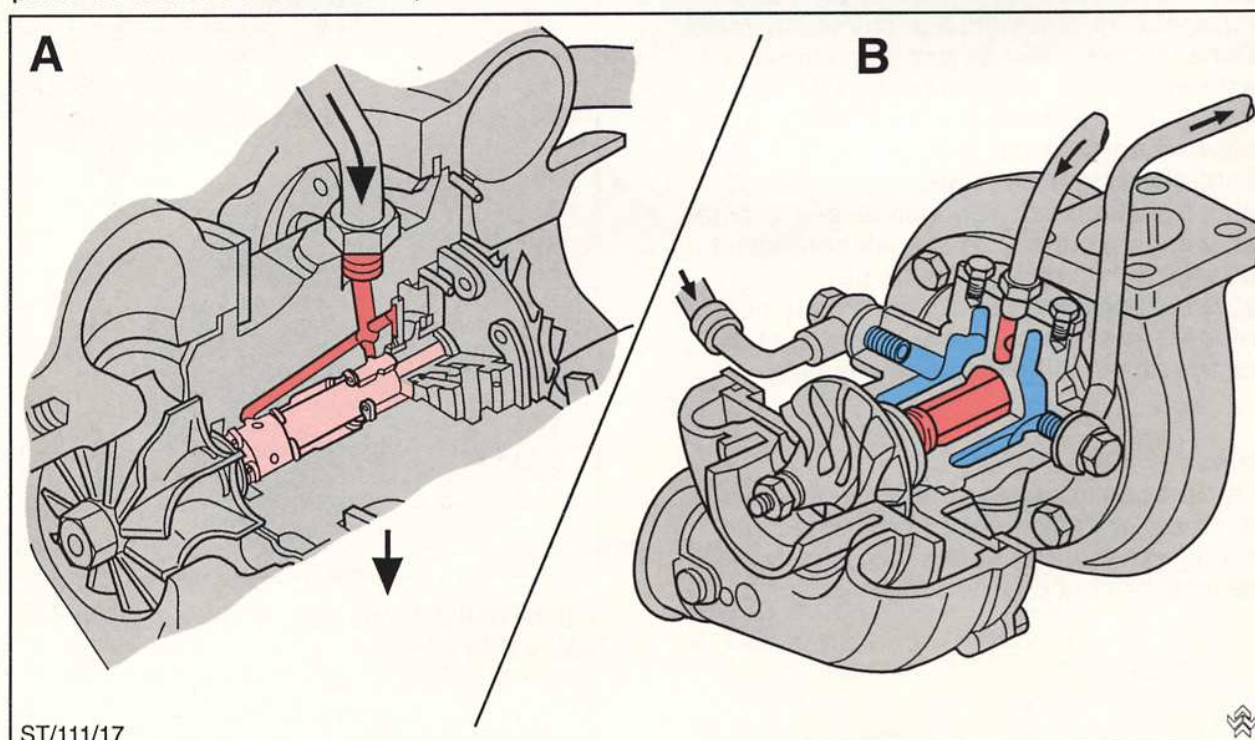


Illustration schématique du refroidissement d'un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement

- A Refroidissement assuré par l'huile moteur
- B Refroidissement assuré par liquide de refroidissement



**Refroidissement de l'air de suralimentation**

En comprimant l'air dans le turbocompresseur il y a non seulement augmentation de la pression mais augmentation de la température de l'air.

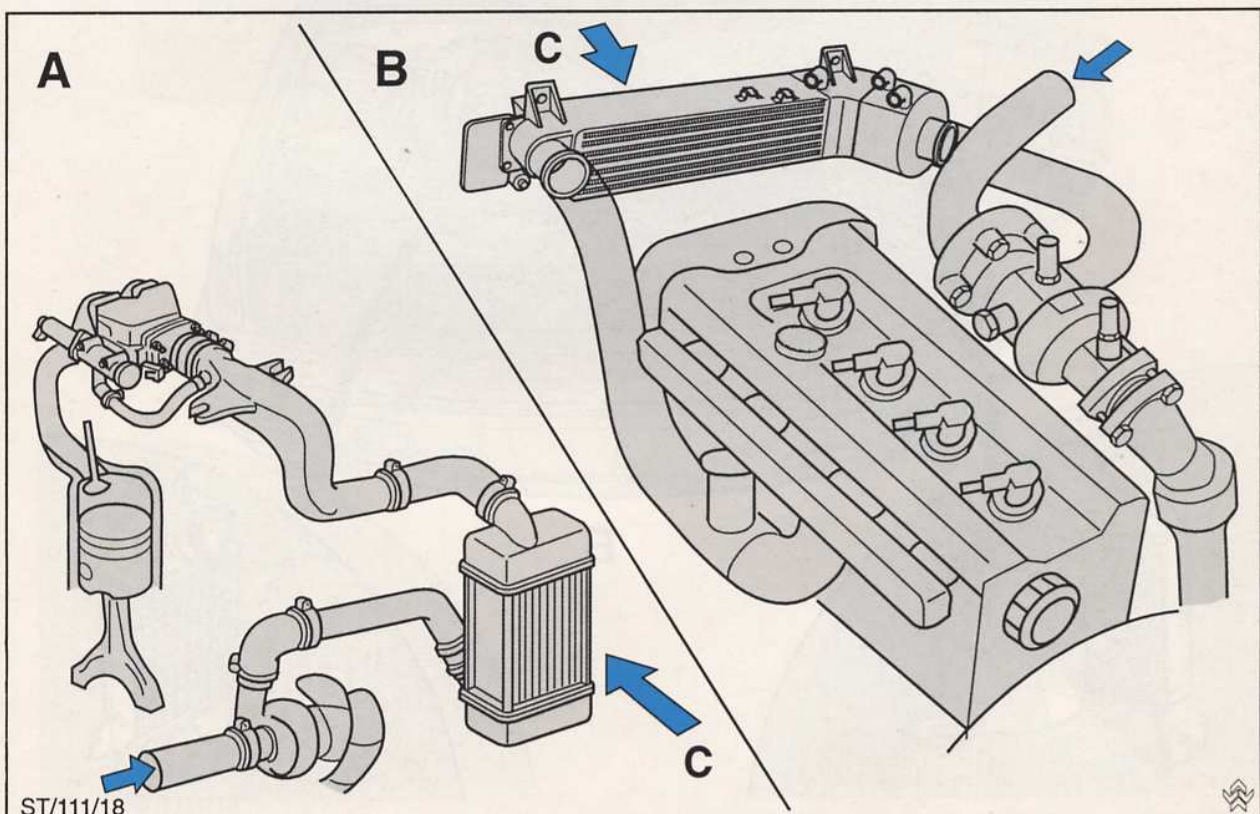
Le refroidissement de la charge fraîche constitue encore une méthode permettant d'augmenter le rendement de tous les moteurs du fait que l'air refroidi augmente de densité. L'envoi d'air de haute densité dans les cylindres favorise donc le rendement volumétrique, et par conséquent, la puissance développée par le moteur.

Le refroidissement de la charge d'air frais réduit également les risques d'apparition de cognements dans les moteurs à essence, par ailleurs sur les moteurs diesel, il y a réduction considérable de la

température de l'ensemble des éléments mécaniques.

Sur les moteurs à essence, le refroidissement de l'air de suralimentation est toujours nécessaire car la température limite de la charge d'air envoyé dans les cylindres se situe entre 60 et 70° C. Sur les moteurs diesel, la charge d'air envoyé dans les cylindres doit être refroidie lorsque la pression absolue de suralimentation est supérieure à 1,8 bar et que la température en sortie de compresseur dépasse 110° C.

Le refroidissement de l'air de suralimentation est assuré par un échangeur. Il existe également des échangeurs de température à deux étages qui font appel, pour le refroidissement de l'air de suralimentation, au liquide de refroidissement du moteur et à l'air (voir échangeur d'air de suralimentation monté sur Escort RS Cosworth).



**Illustration schématique du refroidissement de la charge d'air envoyée dans les cylindres**  
**A** Air ambiant **B** Liquide de refroidissement et air ambiant (par exemple : Escort RS Cosworth)  
**C** Air ambiant (passage d'air dans le faisceau)

Il existe deux variantes du moteur turbo 1,6 CVH :

- Le moteur Escort RS turbo équipé d'un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement Garrett T3 associé à une injection KE-Jetronic (normes anti-pollution : 15.04).
- Le moteur Fiesta RS turbo équipé d'un turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement Garrett T2 associé à une gestion moteur EEC IV/EFI (normes anti-pollution : 15.04).

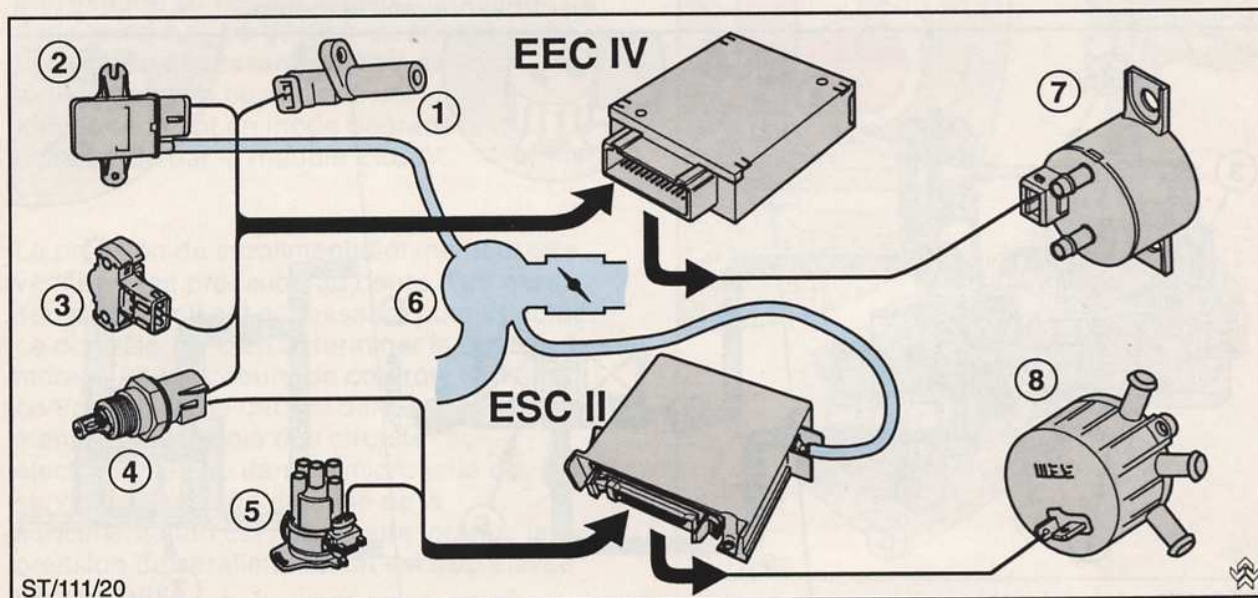
Ces deux moteurs sont, en outre, dotés d'un échangeur d'air de suralimentation (échangeur air/air), d'une sonde de température d'air de suralimentation et d'un clapet de tarage de pression de suralimentation.

La pression de suralimentation est gérée par le module ESC II (KE-Jetronic) ou par le module EEC IV (EFI).

## Gestion de la pression de suralimentation

La pression de suralimentation est mesurée par une sonde de pression. Dans le système ESC II, cette sonde est incorporée au module et la pression de suralimentation est mesurée dans la chambre de tranquillisation par l'intermédiaire d'une tuyauterie souple. Sur le système EEC IV, la pression de suralimentation est mesurée grâce à la sonde de pression absolue dans le collecteur d'admission (voir guide 29A), la pression étant prélevée sur la chambre de tranquillisation.

Afin de permettre la gestion de la pression de suralimentation, les modules de gestion exploitent les signaux provenant du capteur de régime moteur (capteur à effet hall ou capteur de position/vitesse vilebrequin), de la sonde de pression de suralimentation (sonde incorporée ou sonde de pression absolue dans le collecteur), de la sonde de température d'air de suralimentation, et enfin du capteur de position d'accélérateur.



## Gestion de la pression de suralimentation (EEC IV et ESC II)

- |   |   |
|---|---|
| 1 Capteur de position/vitesse vilebrequin       | 5 Capteur à effet hall incorporé au distributeur            |
| 2 Sonde de pression absolue dans le collecteur  | 6 Prise sur chambre de tranquillisation                     |
| 3 Capteur de position d'accélérateur            | 7 Clapet de gestion de pression de suralimentation : EEC IV |
| 4 Sonde de température d'air de suralimentation | 8 Clapet de gestion de pression de suralimentation : ESC II |

Le module ESC II ou EEC IV gère la pression de suralimentation par augmentation ou diminution du débit d'air dans l'électrovanne de suralimentation laquelle soumet à son tour à une pression la membrane de commande du clapet de tarage de suralimentation (wastegate) qui s'ouvre ou se ferme.

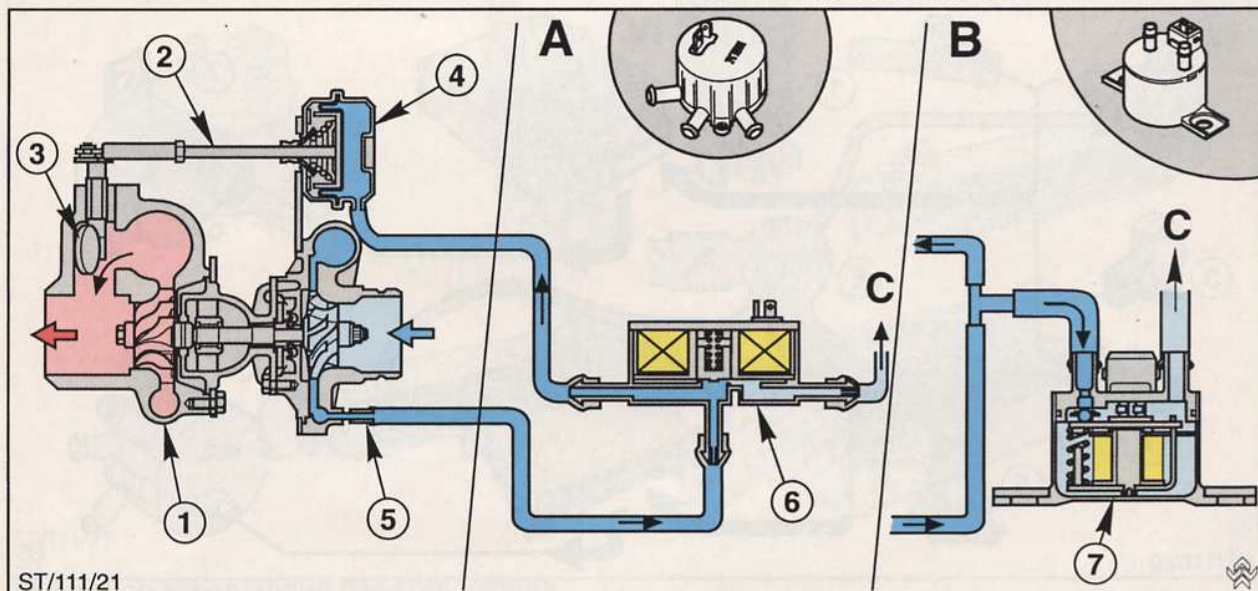
### Limitation de la pression de suralimentation

Jusqu'au régime moteur limite de 6000 tr/min ou jusqu'à une température d'air de suralimentation de 65° C, la pression de suralimentation est gérée par le module à une valeur précise en fonction des conditions de fonctionnement du moteur. Lorsqu'il y a dépassement des limites ci-dessus, le module ESC II ou EEC IV désactive l'électrovanne de tarage de pression de suralimentation et la pression de suralimentation s'exerce en totalité sur la membrane de la commande de wastegate (clapet de dérivation). La wastegate (gaz d'échappement) s'ouvre et la pression de suralimentation est alors ramenée à sa valeur de base (par exemple 0,3 bar).

### Augmentation de la pression de suralimentation

L'électrovanne de tarage de la pression de suralimentation est commandée par le module de gestion grâce à un circuit de masse. La durée d'ouverture de l'électrovanne est contrôlée en fonction du cycle de l'horloge du circuit de masse. La pression de la charge d'air d'admission dans la tuyauterie de pression raccordée à la commande de wastegate diminue de manière permanente lorsque l'électrovanne de tarage de pression de suralimentation est activée. Il y a alors évacuation d'air dans le filtre à air (silencieux d'admission). Cette réduction de pression sur la commande de wastegate permet la fermeture de cette dernière, ce qui augmente alors la pression de suralimentation. Si l'électrovanne est fermée, la pression qui règne sur la commande augmente et la wastegate s'ouvre à nouveau, il y a alors réduction de la pression de suralimentation.

**Nota :** La conception de l'électrovanne de tarage de pression de suralimentation qui équipe le moteur Fiesta RS turbo est différente quoique la fonction de cette électrovanne soit la même.



### Illustration schématique du contrôle de la pression de suralimentation

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <b>A</b> Escort RS Turbo                                     | <b>2</b> Tige poussoir                        | <b>6</b> Electrovanne de tarage de pression de suralimentation 10 Hz |
| <b>B</b> Fiesta RS Turbo                                     | <b>3</b> Wastegate                            | <b>7</b> Electrovanne de tarage de pression de suralimentation 40 Hz |
| <b>C</b> Evacuation d'air                                    | <b>4</b> Commande de wastegate                |  |
| <b>1</b> Turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement | <b>5</b> Prise de pression de suralimentation |  |

**Réglage de base de la pression de suralimentation**

Le réglage de base de la pression de suralimentation ne peut être réalisé que grâce au clapet de dérivation «wastegate» du turbocompresseur. A cet effet, on règle la biellette de liaison entre capsule à membrane et axe du levier de commande de volet du clapet de dérivation. On provoque la montée de la pression d'air grâce à une pompe munie d'un manomètre, l'ensemble étant relié à la capsule à membrane. Le levier de commande ne doit pas être actionné avant que la pression prescrite dans le manuel de contrôle des circuits électroniques ou dans la microfiche de service soit atteinte (exemple, Escort RS Turbo KE 0,25 bar ou Fiesta RS Turbo EFI 0,38 bar). Le réglage est effectué directement sur la tige poussoir.

La pression de suralimentation de base est obtenue lorsque le clapet de tarage de pression de suralimentation est fermé et qu'il n'y a pas de retour d'air vers l'ensemble filtre à air/silencieux d'admission. Cette situation correspond au régime limite programmé dans le module de gestion ou encore à une température excessive de l'air de suralimentation ou, enfin, à un fonctionnement en mode dégradé commandé par le module EEC IV.

La pression de suralimentation ne peut être vérifiée avec précision au cours d'un essai sur route car il est nécessaire, pour effectuer ce contrôle, de bien déterminer la charge du moteur. La procédure de contrôle doit être conforme à celle décrite dans le nouveau manuel de contrôle des circuits électroniques ou dans la microfiche de service. Le réglage de base de la suralimentation est nécessaire lorsque la pression de suralimentation est trop élevée ou trop faible.

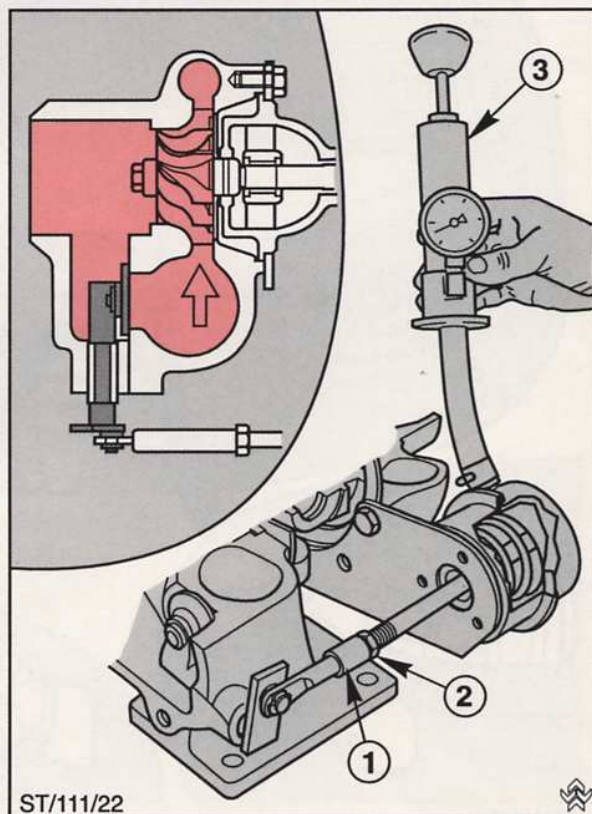
**Pression de suralimentation trop faible**

Raccourcir la tige poussoir : 1/2 tour du réglage correspond à une modification de la pression de suralimentation de 0,02 bar.

**Pression de suralimentation trop élevée**

Allonger la tige poussoir : 1/2 tour du réglage correspond à une modification de la pression de suralimentation de 0,02 bar.

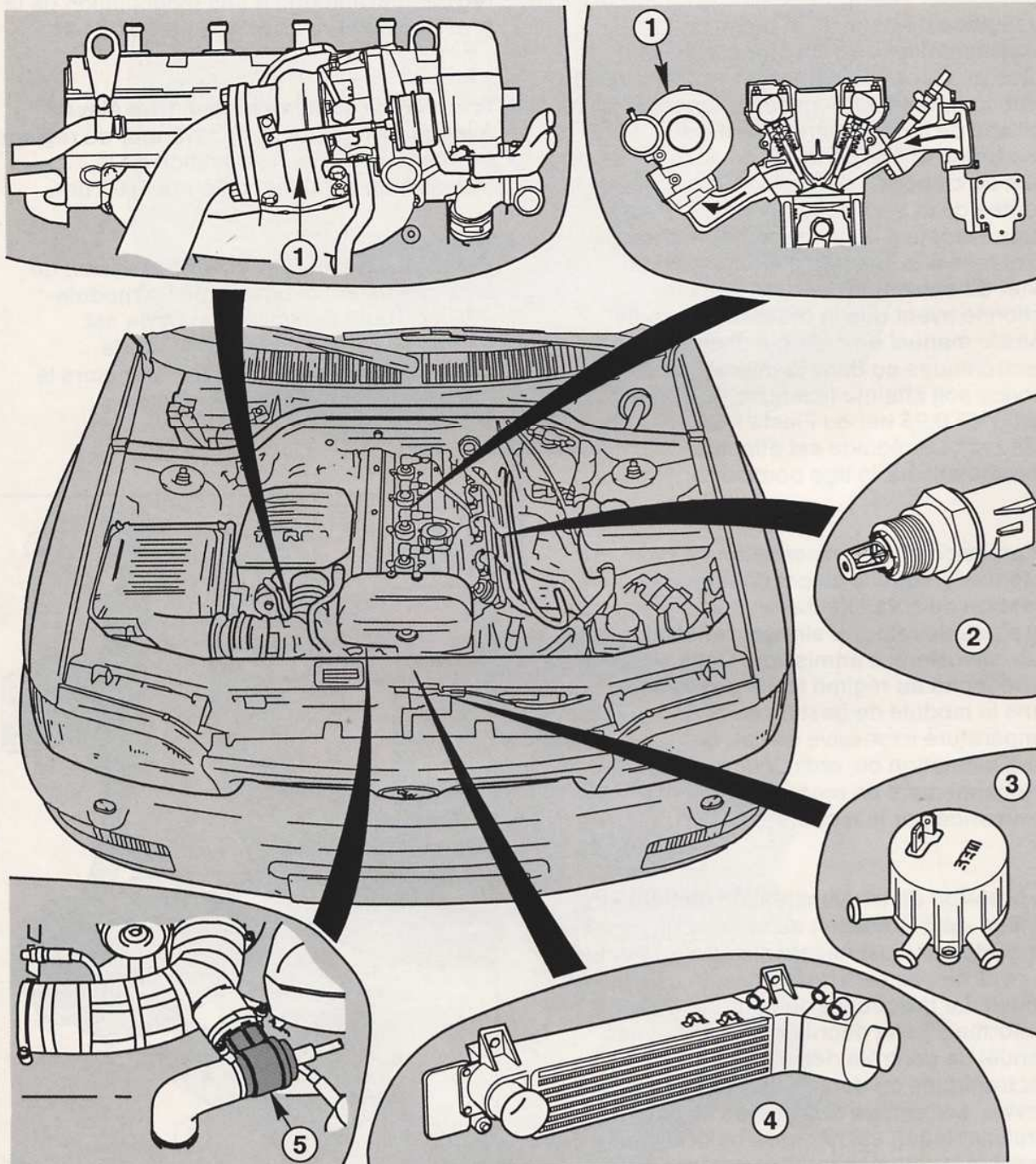
**Nota :** Sur Fiesta RS Turbo, la pression de suralimentation est gérée par le module EEC IV. Toute anomalie de tarage est détectée grâce au banc STAR code anomalie 68 et code 69. Effectuer alors le réglage comme indiqué ci-dessus.



**Réglage de la pression de suralimentation**

- 1 Manchon fileté
- 2 Contre-écrou
- 3 Pompe de mise en pression

# VUE D'ENSEMBLE MOTEUR 2,0 COSWORTH TURBO



ST/111/23

## Escort RS Cosworth

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 Turbocompresseur                              | 3 Electrovanne de pression de suralimentation | 5 Clapet de dérivation d'air de suralimentation |
| 2 Sonde de température d'air de suralimentation | 4 Echangeur d'air de suralimentation          |   |

Le moteur 2,0 Cosworth Turbo équipe la Sierra RS Cosworth (normes anti-pollution : 15.04 = couvre-culbuteurs de teinte rouge et US83 = couvre-culbuteurs de teinte verte), ce moteur équipe également l'Escort RS Cosworth (normes anti-pollution : US83 = couvre-culbuteurs de teinte bleue). La Sierra est équipée d'un turbocompresseur Garrett T3 alors que l'Escort est équipée d'un turbocompresseur Garrett T35.

Sur la Sierra, la charge d'air frais est refroidie par un échangeur qui fait uniquement appel à l'air ambiant pour assurer le refroidissement (échangeur air/air). L'Escort est dotée d'un échangeur de température à deux étages avec, pour le premier étage, refroidissement à l'aide du liquide de refroidissement du moteur et pour le second étage refroidissement air/air identique au principe de la Sierra.

La pression de suralimentation est gérée par le module de gestion Weber/Marelli ainsi que grâce à l'électrovanne de contrôle de pression de suralimentation (voir électrovanne de contrôle de pression de suralimentation).

Pour éviter des montées en pression dans le carter de turbine de compresseur lorsqu'il y a fermeture du papillon d'accélérateur, un clapet de dérivation supplémentaire d'air de suralimentation est monté entre l'échangeur de température et la gaine souple raccordée au turbocompresseur. Ce clapet de dérivation s'ouvre sous l'effet combiné de la

dépression qui règne dans le collecteur d'admission et la pression qui règne entre le turbocompresseur et le papillon d'accélérateur dès qu'il y a fermeture de ce dernier. Lorsqu'il y a manœuvre de ce clapet de dérivation, l'air continue à passer évitant ainsi l'interruption complète du passage de l'air dans le carter de turbine de compresseur.

## Gestion de la pression de suralimentation

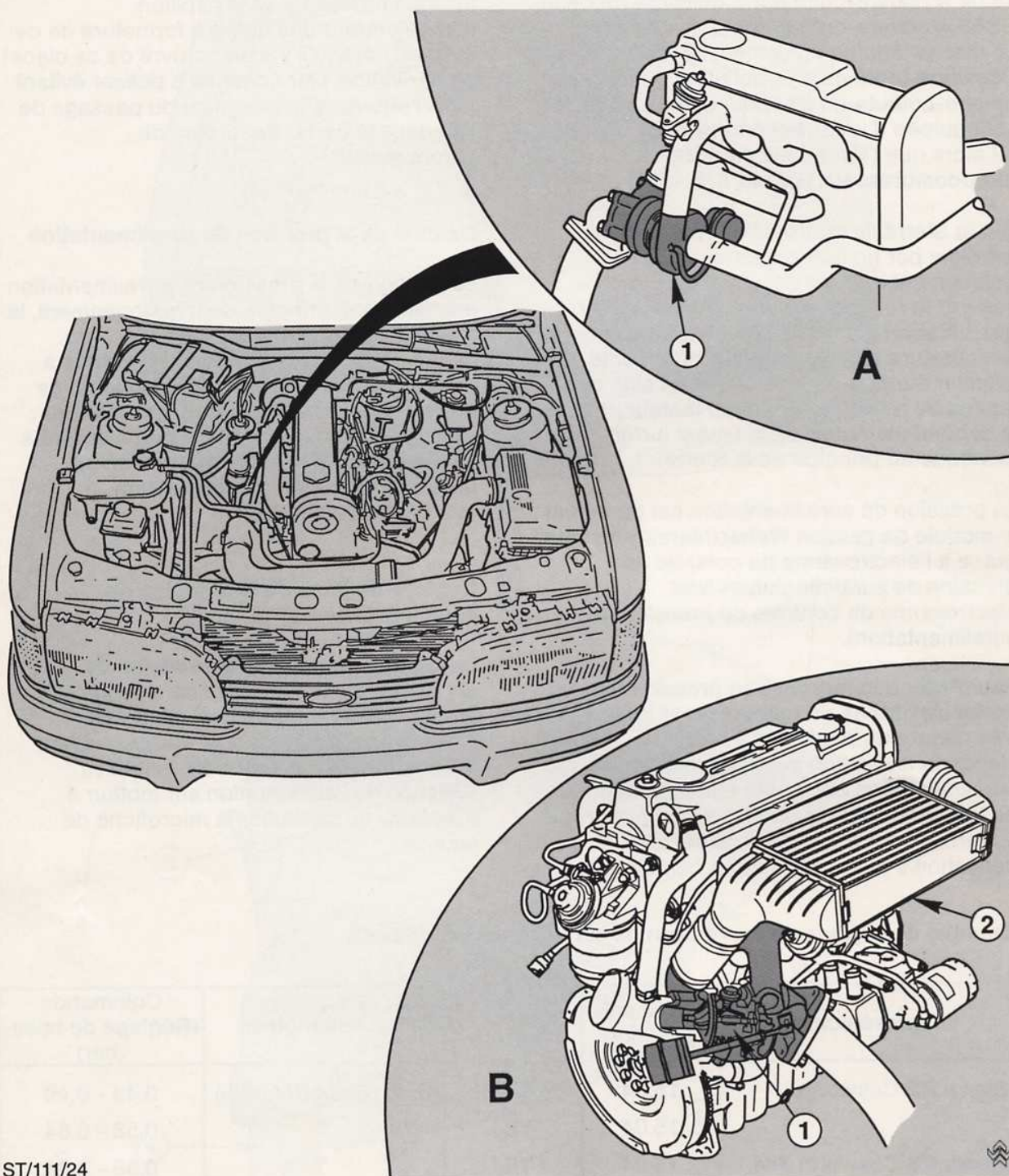
La gestion de la pression de suralimentation est, dans son principe de fonctionnement, la même que sur le moteur 1,6 CVH turbo. Cependant, les valeurs sont différentes à savoir : pression d'ouverture du clapet de dérivation, régime moteur et température : voir détail dans les instructions de contrôle intitulées «Gestion de l'alimentation sur moteur à injection» ou consulter la microfiche de service.

## Réglage de base de la pression de suralimentation

Le réglage de base de la pression de suralimentation s'effectue comme sur le moteur 1,6 CVH turbo. Les valeurs de réglage sont différentes et correspondent aux instructions de contrôle intitulées «Gestion de l'alimentation sur moteur à injection» ou consulter la microfiche de service.

## Exemple de réglage de la pression de suralimentation de base

Type véhicule	Norme anti-pollution	Code moteur	Gestion moteur	Commande «Réglage de base» (bar)
Sierra RS Cosworth	15.04	YBB	ECU (Weber/Marelli)	0,43 - 0,49
	15.04	YBJ	"	0,58 - 0,64
Sierra RS Cosworth 4x4	15.04	YBJ	"	0,58 - 0,64
	US83	YBG	"	0,58 - 0,64
Escort RS Cosworth 4x4	US83	YBT	"	0,35 - 0,41
	US83	YBP	EEC IV	0,65 environ



ST/111/24

**Sierra**

**A sans** échangeur d'air de suralimentation  
**B avec** échangeur d'air de suralimentation

**1** Turbocompresseur  
**2** Échangeur d'air de suralimentation

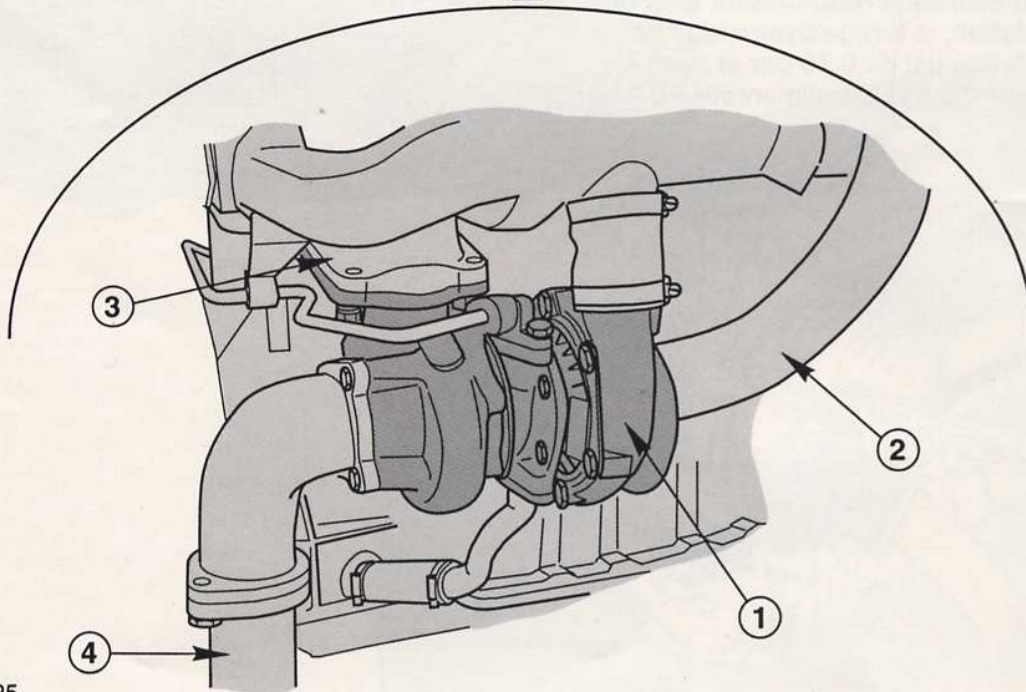
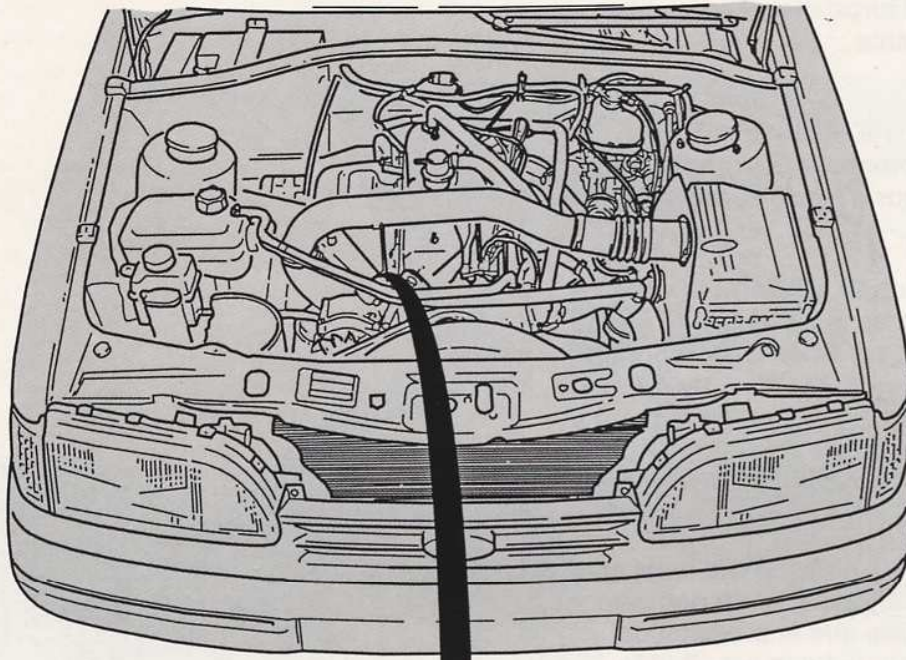
Le moteur 1,8 turbo diesel équipe les modèles suivants :

- Sierra et P 100 Pick-Up avec turbocompresseur Garrett T2 **sans** refroidisseur d'air de suralimentation
- Escort/Orion 91 et Sierra avec turbocompresseur Garrett T2 **avec** refroidisseur d'air de suralimentation

### Contrôle de la pression de suralimentation

La pression de suralimentation est contrôlée directement par le clapet de dérivation (wastegate). Dès que la pression de suralimentation de base est atteinte, le volet du clapet de tarage de suralimentation s'ouvre et contrôle la pression maximum. Le réglage de base est réalisé en usine et n'exige aucun réglage ultérieur. Sur moteur 1,8 turbo diesel sans refroidisseur d'air de suralimentation, le tarage dynamique de suralimentation est de 0,75 bar et avec refroidisseur d'air de suralimentation 0,9 bar.





ST/111/25

**Scorpio**

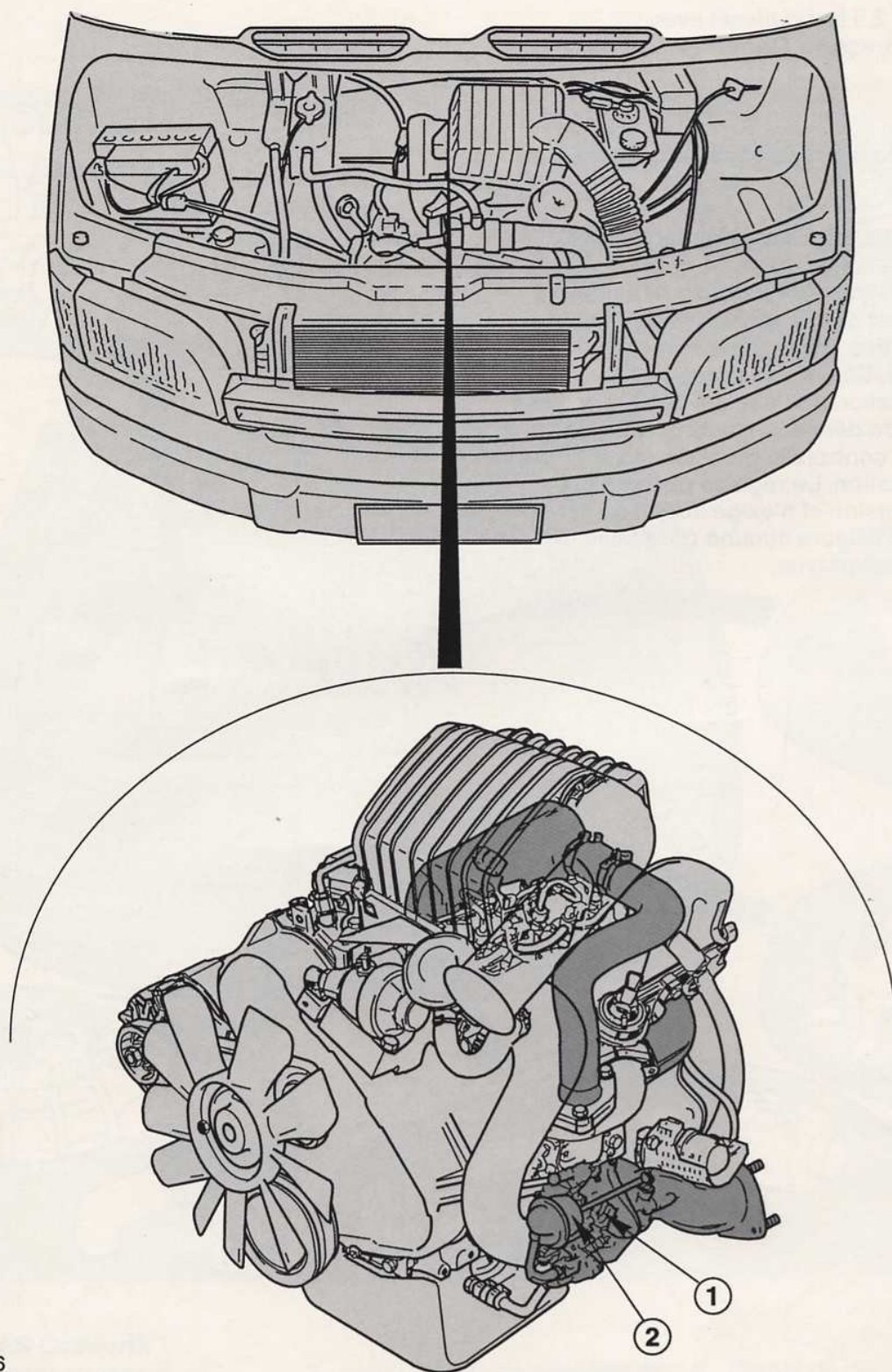
- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| 1 Turbocompresseur | 3 Collecteur d'échappement |
| 2 Gaine d'air      | 4 Tuyauterie d'échappement |



Le moteur 2,5 turbo diesel avec turbocompresseur Garrett T2 équipe la Scorpio.

### **Contrôle de la pression de suralimentation**

Conformément au montage habituel sur moteurs diesel, la pression de suralimentation est contrôlée directement par le clapet de dérivation (clapet de dérivation des gaz d'échappement wastegate). Dès que la pression de suralimentation de base est atteinte, le volet de clapet de dérivation incorporé au carter de turbine contrôle la pression maximum de suralimentation. Le réglage de base est réalisé en usine et n'exige aucun contrôle ultérieur, d'ailleurs aucune possibilité de réglage n'est prévue.



ST/111/26

**Transit**

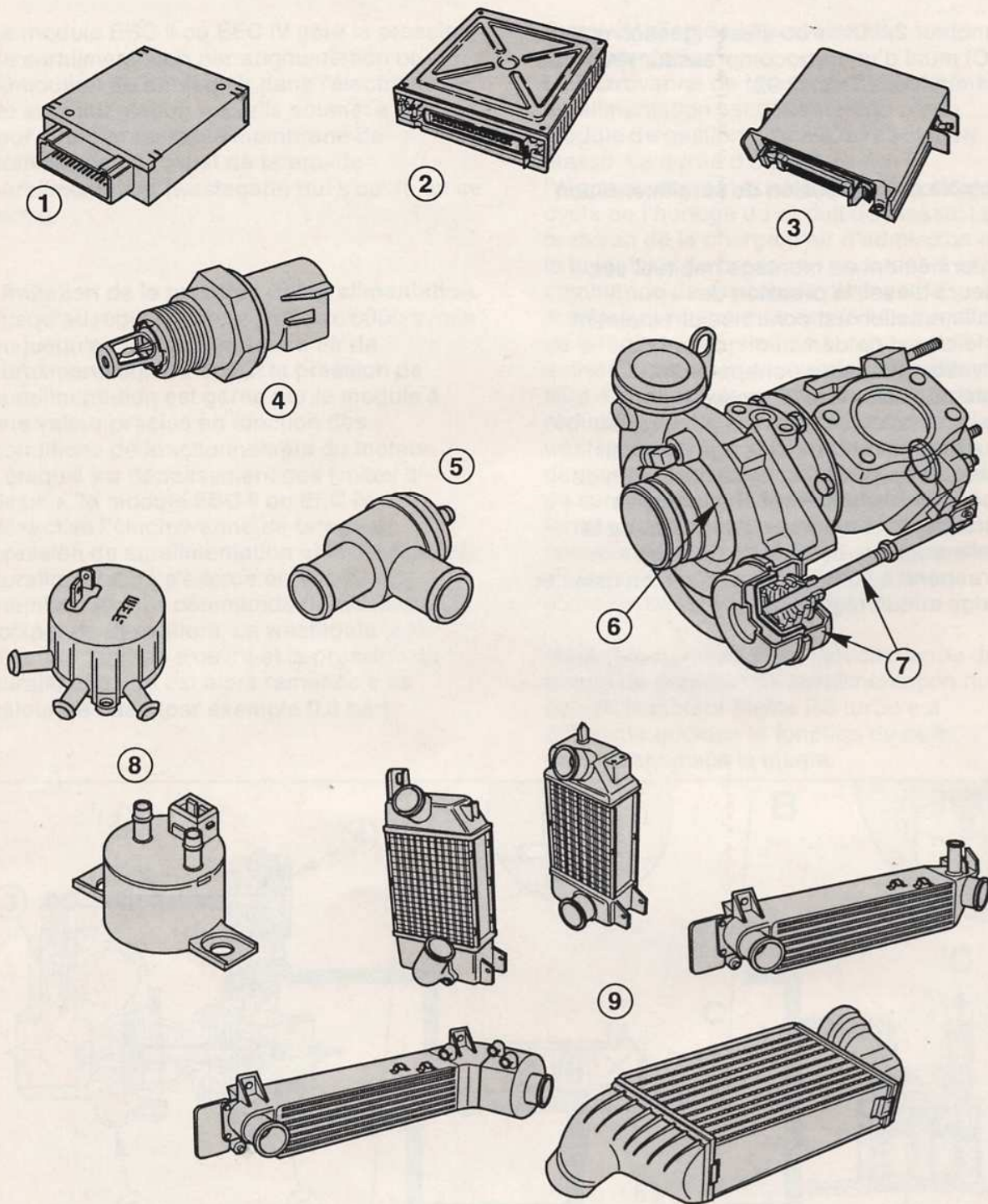
- 1 Turbocompresseur
- 2 Clapet de dérivation des gaz d'échappement



Le moteur 2,5 DI turbo diesel (gestion moteur EPIC) muni d'un turbocompresseur KKK type K 04 équipe le Transit 92.

### Contrôle de la pression de suralimentation

Conformément au montage habituel sur moteurs diesel, la pression de suralimentation est contrôlée directement par le clapet de dérivation (clapet de dérivation des gaz d'échappement wastegate). Dès que la pression de suralimentation de base est atteinte, la capsule à membrane et la tige poussoir ouvrent le volet de clapet de dérivation de turbocompresseur empêchant ainsi la poursuite de la montée en pression de la suralimentation. Le réglage de base correspond à 0,85 bar, il est réglé en usine et n'exige aucun réglage ultérieur.



ST/111/27



## Illustration schématique des composants

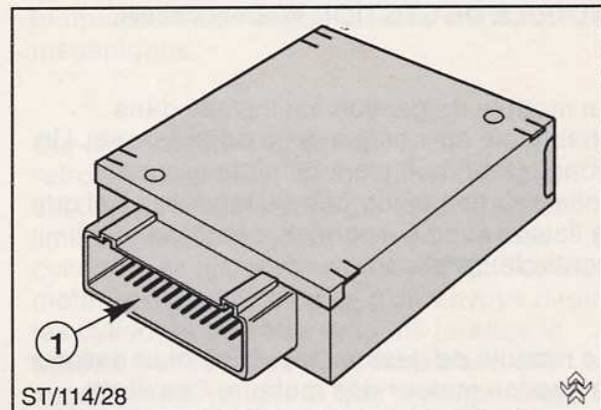
- |   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Module EEC IV                                 | 6 | Turbocompresseur                            |
| 2 | Module ECU (Weber/Marelli)                    | 7 | Clapet de dérivation de gaz d'échappement   |
| 3 | Module ESC II                                 | 8 | Electrovanne de pression de suralimentation |
| 4 | Sonde de température d'air de suralimentation | 9 | Échangeur d'air de suralimentation          |
| 5 | Clapet de dérivation d'air de suralimentation |   |   |

**MODULE EEC IV**

Sur Fiesta RS Turbo, le module EEC IV est logé dans le compartiment moteur, on y accède après dépose du vase d'expansion du circuit de refroidissement. Un connecteur multiple à 60 plots assure l'alimentation du module ainsi que la liaison avec les sondes, capteurs, contacteurs et commandes.

Le module EEC IV assure la gestion moteur sur les moteurs équipés de l'injection d'essence CFI, EFI et SEFI. Seule exception à l'utilisation de ce module, les moteurs Cosworth qui utilisent le module de gestion Weber/Marelli pour assurer la gestion moteur.

Sur circuit d'injection EFI avec suralimentation mécanique ou par turbocompresseur, la pression de suralimentation est réglée par l'électrovanne de contrôle de pression de suralimentation. Cette électrovanne est commandée par le module EEC IV grâce à une horloge de 40 Hz reliée au plot 33 (voir détails chapitre électrovanne de contrôle de pression de suralimentation).

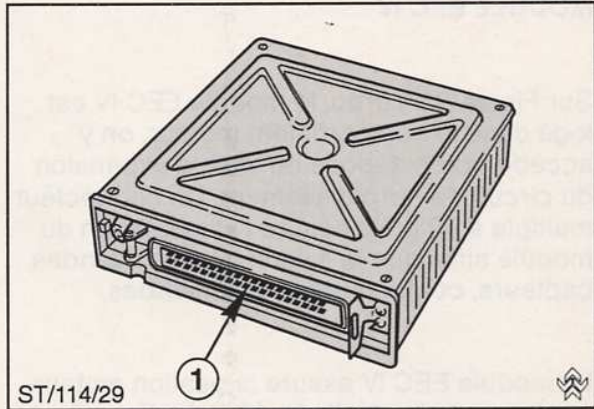
**Module EEC IV**

1 Connecteur multiple 60 plots

### MODULE DE GESTION Weber/Marelli

Le module de gestion est installé dans l'habitacle au-dessus de la boîte à gants. Un connecteur multiple à 35 plots assure l'alimentation électrique du module ainsi que la liaison avec les sondes, capteurs, contacteurs et commandes.

Le module de gestion est utilisé pour assurer la gestion moteur des moteurs Cosworth avec injection Weber/Marelli. Sur les moteurs 2,0 Cosworth Turbo, la pression de suralimentation est contrôlée par le module en association avec le clapet de tarage de pression de suralimentation. Ce clapet est commandé par le module grâce à une horloge 10 Hz reliée au plot 16 (voir détails au chapitre électrovanne de contrôle de pression de suralimentation).



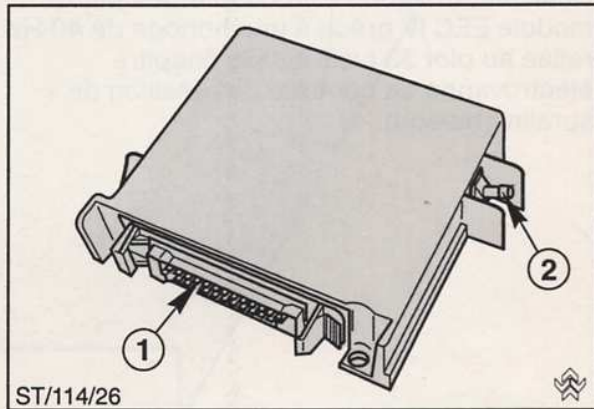
#### Module de gestion

- 1 Connecteur multiple 35 plots

### MODULE ESC II

Le module ESC II est situé dans le compartiment moteur. Un connecteur multiple à 25 plots assure l'alimentation électrique du module ainsi que la liaison avec les sondes, capteurs, contacteurs et commandes. Une tuyauterie souple relie le capteur de pression logé dans le module, au collecteur d'admission.

Sur moteur 1,6 CVH turbo avec injection KE-Jetronic, la pression de suralimentation est gérée par le module ESC II avec l'électrovanne de suralimentation. Le clapet est commandé par le module ESC II grâce à une horloge 10 Hz au plot 6 (voir détails au chapitre électrovanne de contrôle de pression de suralimentation).



#### Module ESC II

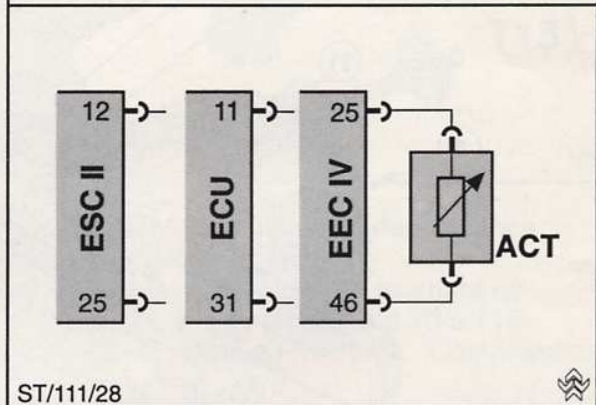
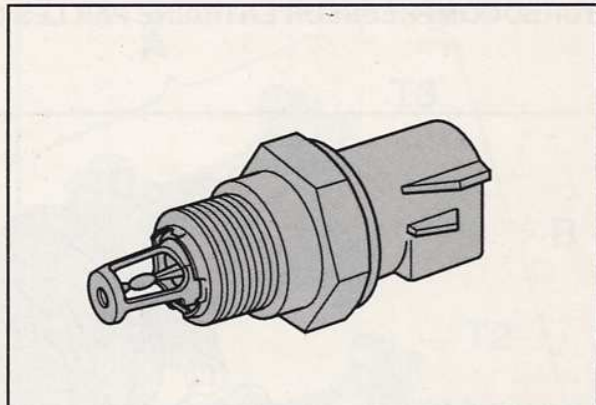
- 1 Connecteur multiple 25 plots  
2 Prise de pression

**SONDE DE TEMPERATURE D'AIR DE SURALIMENTATION**

Sur moteur 1,6 CVH turbo, la sonde de température d'air de suralimentation est montée sur le collecteur en amont du boîtier de papillon d'accélérateur et, sur moteur 2,0 Cosworth turbo sur la chambre de tranquillisation. La sonde de température d'air de suralimentation est une résistance à coefficient de température négatif, en d'autres termes :

Cette résistance est constituée d'un semi-conducteur dont la résistance électrique diminue à mesure que la température augmente.

Grâce à cette sonde de température d'air de suralimentation, le module de gestion envoie une tension déterminée au circuit de masse et détermine la température d'air de suralimentation correspondante en fonction de la chute de tension provoquée par la résistance.



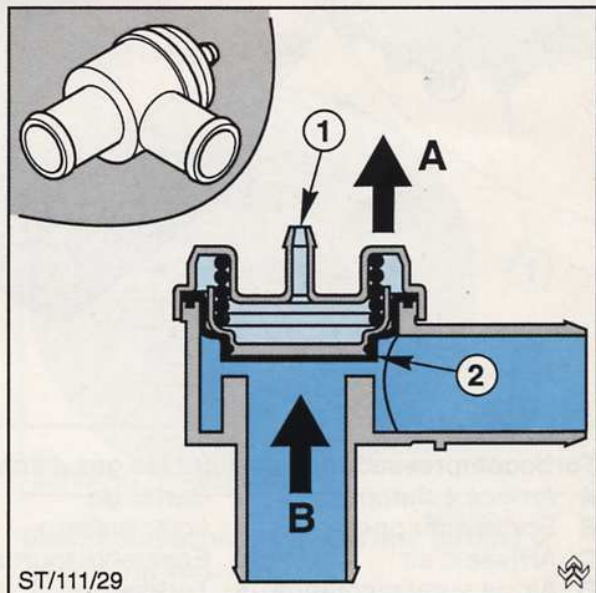
ST/111/28



**Sonde de température d'air de suralimentation**

**CLAPET DE DÉRIVATION D'AIR DE SURALIMENTATION**

Ce clapet de dérivation d'air de suralimentation équipe uniquement les moteurs à essence. Grâce à la dépression qui règne à l'admission et à la pression qui s'exerce sur le papillon d'accélérateur, le clapet de dérivation s'ouvre pneumatiquement assurant la recirculation de l'air en aval du compresseur vers l'amont de celui-ci. Le circuit de dérivation relie l'échangeur d'air de suralimentation (en aval du compresseur) et la gaine souple d'admission d'air (en amont du compresseur de turbo). Lorsque le papillon d'accélérateur se ferme, il y a naissance d'une dépression dans le collecteur d'admission et montée en pression rapide entre le turbocompresseur et le papillon d'accélérateur. Le clapet de dérivation d'air de suralimentation limite cette montée en pression et évite qu'il y ait «calage» pneumatique du compresseur.



ST/111/29

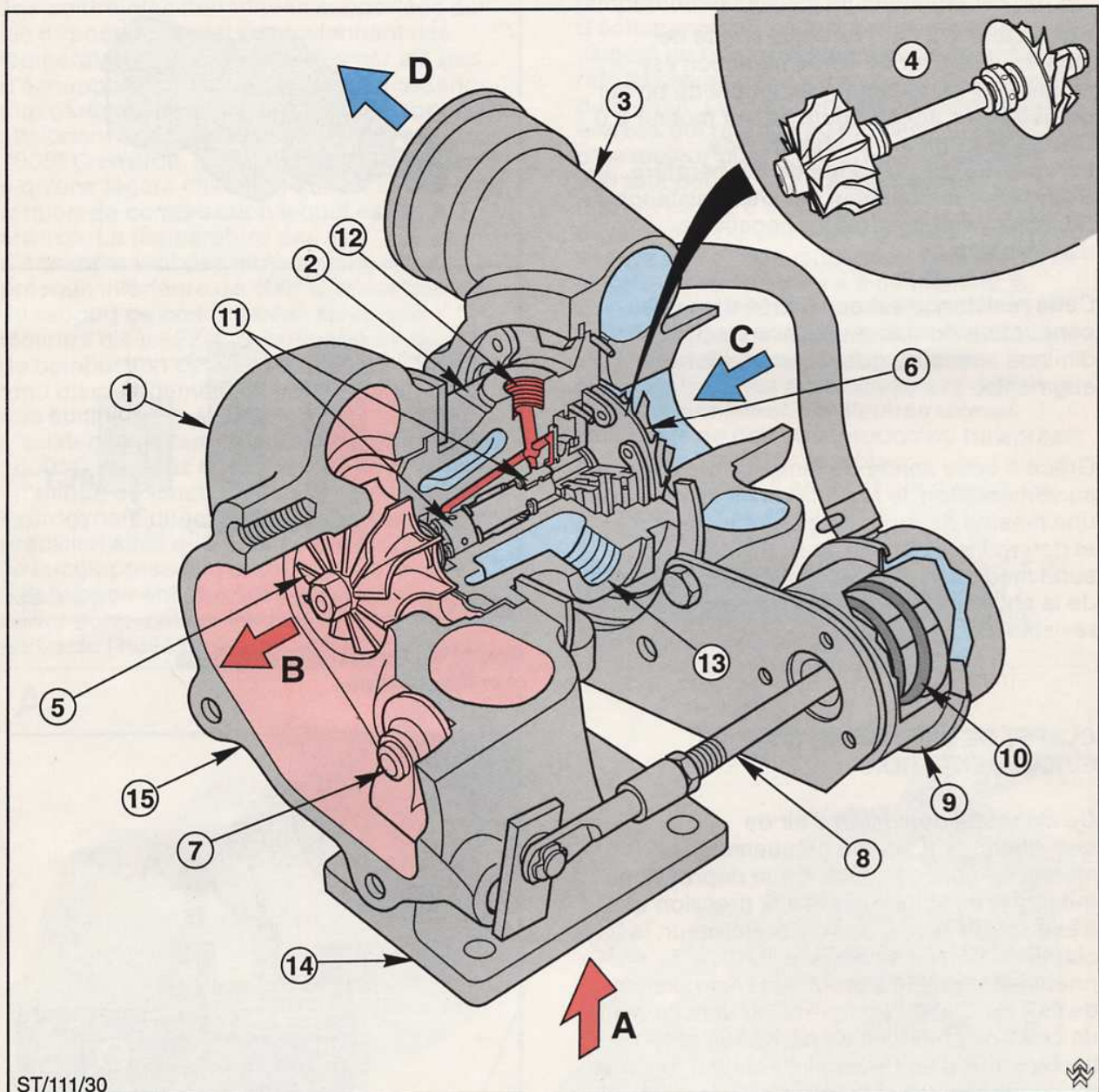


**Illustration schématique du clapet de dérivation d'air de suralimentation**

- A** Pression à l'admission
- B** Air de suralimentation
- 1** Prise de pression sur collecteur d'admission
- 2** Clapet à membrane commandé par dépression



## TURBOCOMPRESSEUR ENTRAINE PAR LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT



ST/111/30

### Turbocompresseur entraîné par les gaz d'échappement

<b>A</b> Arrivée échappement	<b>3</b> Carter de compresseur	<b>7</b> Volet (wastegate)	<b>12</b> Arrivée d'huile moteur
<b>B</b> Sortie échappement	<b>4</b> Ensemble tournant	<b>8</b> Tige poussoir	<b>13</b> Arrivée liquide refroidissement
<b>C</b> Arrivée d'air	<b>5</b> Turbine d'entraînement	<b>9</b> Capsule à membrane (commande)	<b>14</b> Bride de collecteur d'échappement
<b>D</b> Air de suralimentation	<b>6</b> Turbine de compresseur	<b>10</b> Ressort travaillant à la compression	<b>15</b> Bride de tuyauterie d'échappement
<b>1</b> Carter de turbine d'entraînement		<b>11</b> Palier	

Le turbocompresseur comporte une turbine qui entraîne un compresseur. La turbine est mise en mouvement par l'écoulement des gaz d'échappement provenant du moteur à combustion, cette turbine d'entraînement est reliée directement à un arbre au compresseur. Le compresseur est en fait un compresseur radial, c'est-à-dire que les pales chassent l'air admis à grande vitesse. Cette vitesse élevée de l'air diminue au passage dans le diffuseur incorporé au carter de compresseur et il y a alors montée en pression. Le diffuseur se présente sous la forme d'une tuyauterie disposée à un angle inférieur à 15°.

Le turbocompresseur comporte, en outre, le carter de turbine, le carter central, le carter de compresseur, l'ensemble tournant et le clapet incorporé (wastegate).

### **Carter de turbine**

Le carter de la turbine d'entraînement d'un turbocompresseur est constitué d'un alliage d'acier résistant aux températures élevées. Ce carter de turbine est boulonné directement par l'intermédiaire d'une bride entre le collecteur d'échappement et la tuyauterie d'échappement, le clapet de dérivation incorporé également appelé «wastegate» est intégré au carter de turbine (voir description du clapet de dérivation des gaz d'échappement).

### **Carter central**

Le carter central est réalisé en acier coulé et supporte les paliers de l'ensemble tournant ainsi que les conduits de lubrification et de refroidissement. Ce carter intermédiaire supporte l'ensemble tournant et relie le carter de turbine d'entraînement et le carter de compresseur grâce à deux brides. Le carter central comporte également deux raccords verticaux pour le circuit d'huile de lubrification et, en outre, sur moteurs à essence, des raccords horizontaux pour le circuit de refroidissement.

### **Carter de compresseur**

Le carter de compresseur en deux parties est réalisé en alliage d'aluminium et comporte des emboîtements pour la gaine d'arrivée d'air et la tuyauterie d'air de suralimentation, en outre, ce carter comporte un raccordement pour la mesure de la pression de suralimentation.

### **Ensemble tournant**

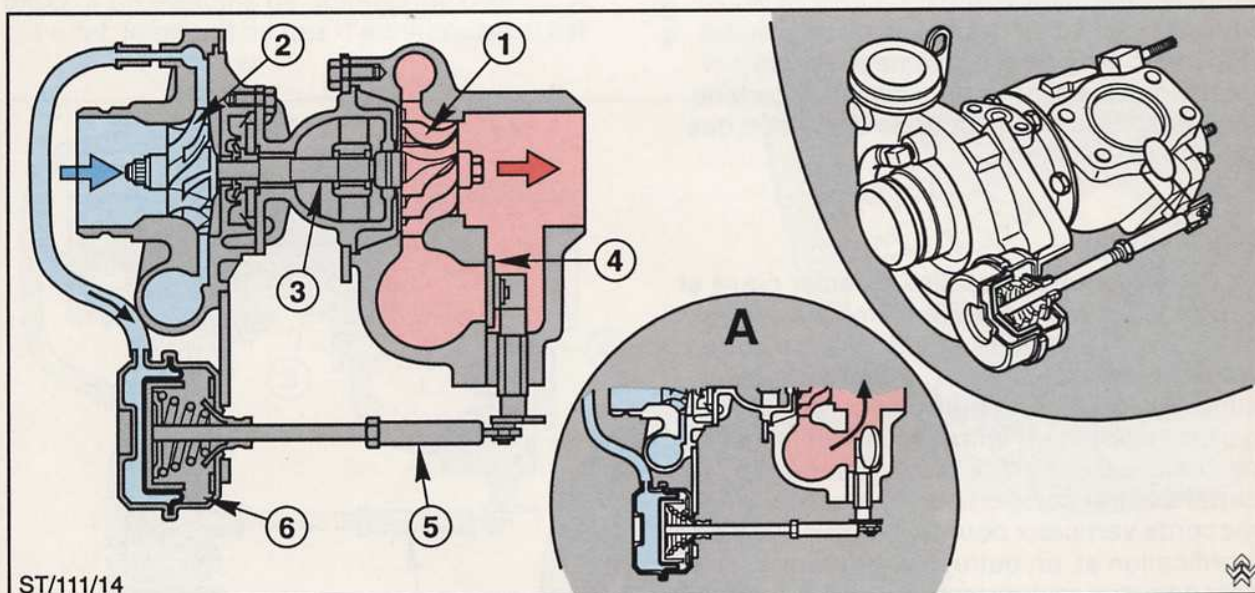
L'ensemble tournant désigne toutes les pièces mobiles du turbocompresseur : turbine d'entraînement, axe, segments d'étanchéité d'axe et compresseur. La turbine d'entraînement et son axe sont réalisés en alliage d'acier résistant aux hautes températures, les segments d'étanchéité sont en acier et la turbine de turbocompresseur en alliage d'aluminium. Les éléments constitutifs de l'ensemble tournant sont équilibrés séparément. L'étanchéité de la face extérieure du carter de turbine d'entraînement et du carter de compresseur est réalisée au moyen de segments montés sur l'axe.

## CLAPET DE DÉRIVATION DE GAZ D'ÉCHAPPEMENT (WASTEGATE)

Ce clapet limite le débit du turbocompresseur : en d'autres termes, le turbocompresseur ne peut atteindre qu'une pression de suralimentation donnée lorsque le clapet est ouvert. Ce clapet se compose d'un volet incorporé au carter de turbine et d'une bielle de commande raccordée à une capsule à membrane. La pression de suralimentation en sortie de carter de compresseur s'exerce sur la membrane et provoque l'ouverture du clapet grâce à la tige poussoir. Lorsque le volet du clapet s'ouvre, une partie des gaz d'échappement cesse d'être envoyée vers la turbine d'entraînement mais arrive directement dans la tuyauterie d'échappement. Cette disposition évite une montée anormale de la pression de suralimentation.

Le clapet à volet est réglable grâce la tige poussoir. En effet, cette tige peut être raccorder ou rallongée grâce à l'extrémité filetée. Le tarage du ressort de fermeture travaillant à la compression incorporé à la capsule à membrane est repoussé par la manœuvre de la tige poussoir. A l'intérieur de la capsule à membrane, la pression de suralimentation agit sur le piston du ressort travaillant à la compression. Ce clapet est fermé lorsque les forces qui le commandent sont en équilibre, mais dès que la pression de suralimentation dépasse un certain seuil, le clapet de dérivation incorporé à la turbine d'entraînement s'ouvre.

**Nota :** Le moteur 2,5 turbo diesel est équipé d'un clapet de dérivation avec volet. Ce clapet de dérivation est totalement intégré au carter de turbine d'entraînement et ne comporte pas de réglage.



ST/111/14

Illustration schématique du clapet de dérivation des gaz d'échappement (wastegate)

- |                               |               |                 |                      |
|-------------------------------|---------------|-----------------|----------------------|
| A Clapet de dérivation ouvert | 2 Compresseur | 4 Volet         | 6 Capsule à membrane |
| 1 Turbine d'entraînement      | 3 Arbre       | 5 Tige poussoir |                      |

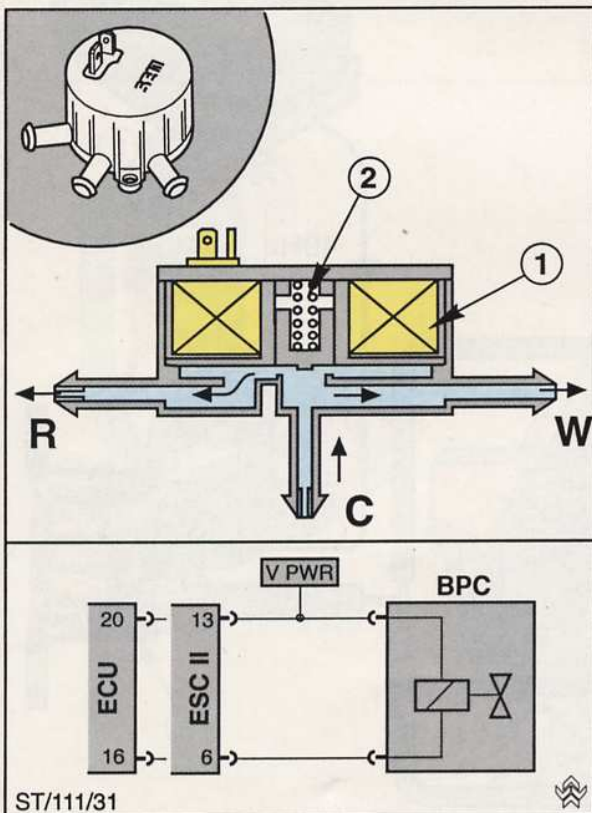
**ELECTROVANNE DE PRESSION DE SURALIMENTATION**

L'électrovanne de pression de suralimentation contrôle la pression de suralimentation sur les moteurs à essence. Sur les moteurs équipés du module de gestion Weber/Marelli ou du module ESC II ainsi que sur les moteurs équipés du module EEC IV, les électrovannes de contrôle de pression de suralimentation sont de marques différentes. Ces électrovannes de contrôle de pression de suralimentation sont différentes, tant en ce qui concerne leur conception que leurs caractéristiques : chaque électrovanne ne peut être utilisée qu'avec le module de gestion correspondant.

Grâce à la force magnétique produite par un bobinage électrique, l'électrovanne s'ouvre et elle est gérée par le module par

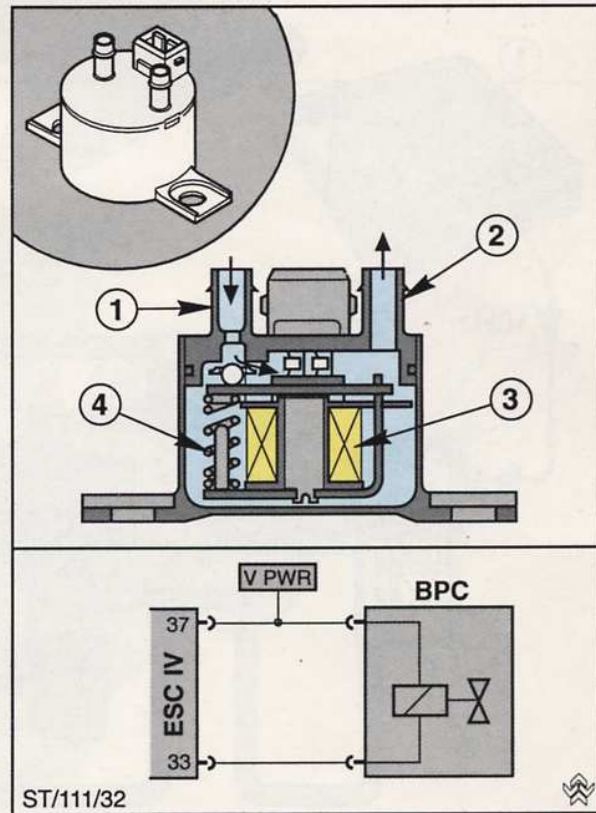
l'intermédiaire du circuit de masse. La fréquence de l'horloge du module de gestion Weber/Marelli et du module ESC II est de 10 Hz, cette fréquence est de 40 Hz pour le module EEC IV. La durée d'ouverture de l'électrovanne de pression de suralimentation est fonction de la durée de fermeture du circuit de masse.

L'air, en sortie d'électrovanne, est envoyé par la tuyauterie souple vers le filtre à air. Un passage calibré limite le volume d'air susceptible d'être dérivé par l'électrovanne de suralimentation. Ce passage calibré est incorporé au raccordement de la tuyauterie souple sur le carter de compresseur pour les véhicules avec module EEC IV, par contre, ce passage calibré est incorporé à l'électrovanne sur les véhicules avec gestion ESC II et ECU.



**Electrovanne pour module de gestion ou module ESC II**

- C Raccordement compresseur
- R Raccordement filtre à air/silencieux
- W Raccordement clapet de dérivation
- 1 Bobinage électrique
- 2 Ressort de compression



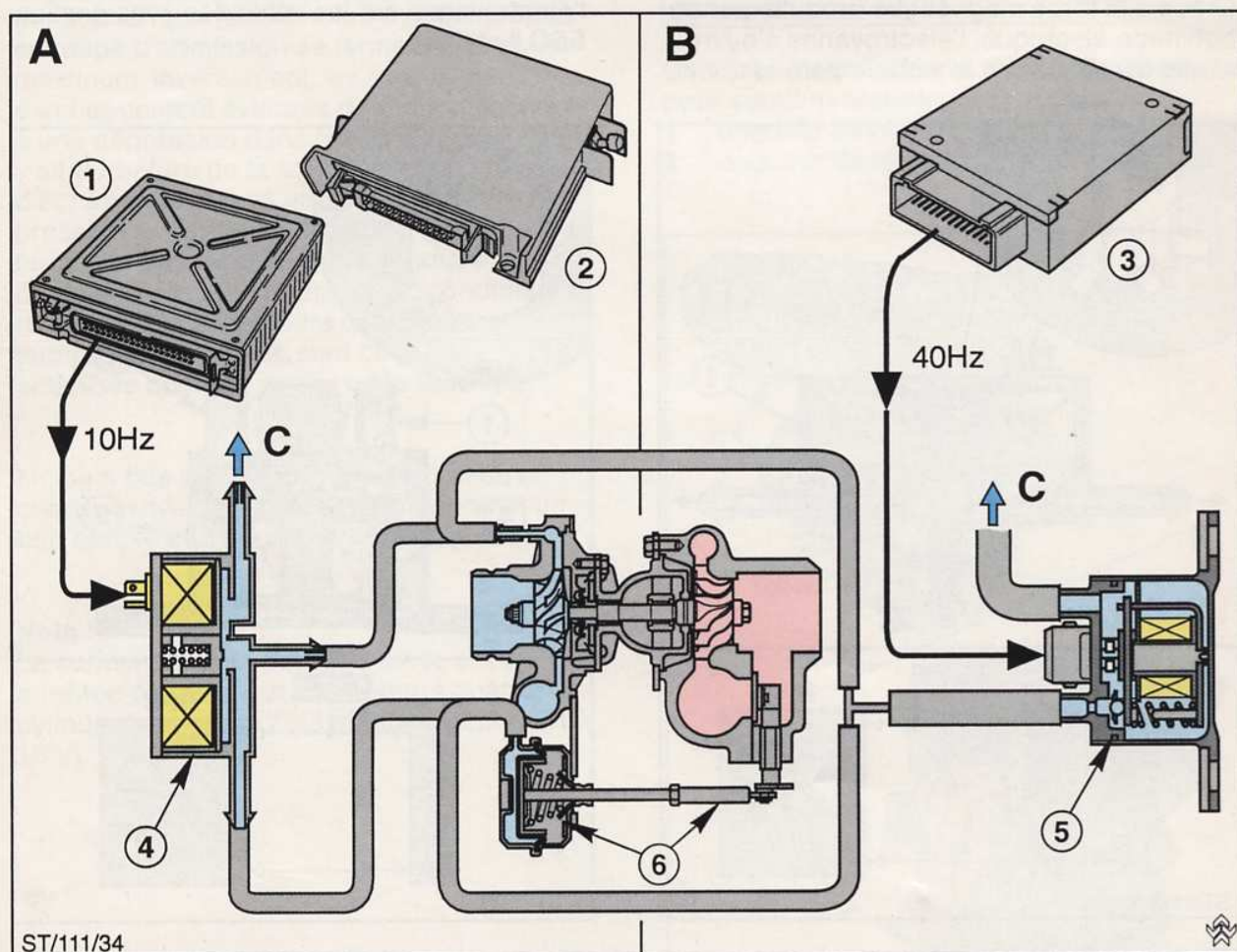
**Electrovanne pour module EEC IV**

- 1 Prise de pression
- 2 Vers filtre à air/silencieux
- 3 Bobine électrique
- 4 Ressort de compression

## COMPOSANTS

Compte tenu du risque d'apparition de phénomènes de cognements sur les moteurs à essence, la pression de suralimentation est étroitement contrôlée par le module de gestion électronique. Le circuit de gestion se compose d'un capteur à effet hall ou d'un capteur de position/vitesse vilebrequin, d'un capteur de pression intégré pour le module ESC II ou d'un capteur de pression absolue dans le collecteur, d'une sonde de température d'air de suralimentation, du module de gestion (EEC IV, ECU, ESC II) et de l'électrovanne de contrôle de pression de suralimentation.

L'électrovanne de contrôle de pression de suralimentation est, en fait, une électrovanne qui fait varier la pression qui s'exerce sur la membrane de commande laquelle est reliée directement à la tringlerie de manœuvre (wastegate) dont l'électrovanne provoque l'ouverture ou la fermeture. Dans le cas des modules ESC II et ECU, l'électrovanne de contrôle de pression de suralimentation est une électrovanne trois voies, par contre, avec module EEC IV l'électrovanne de contrôle de pression de suralimentation est une électrovanne deux voies.



ST/111/34

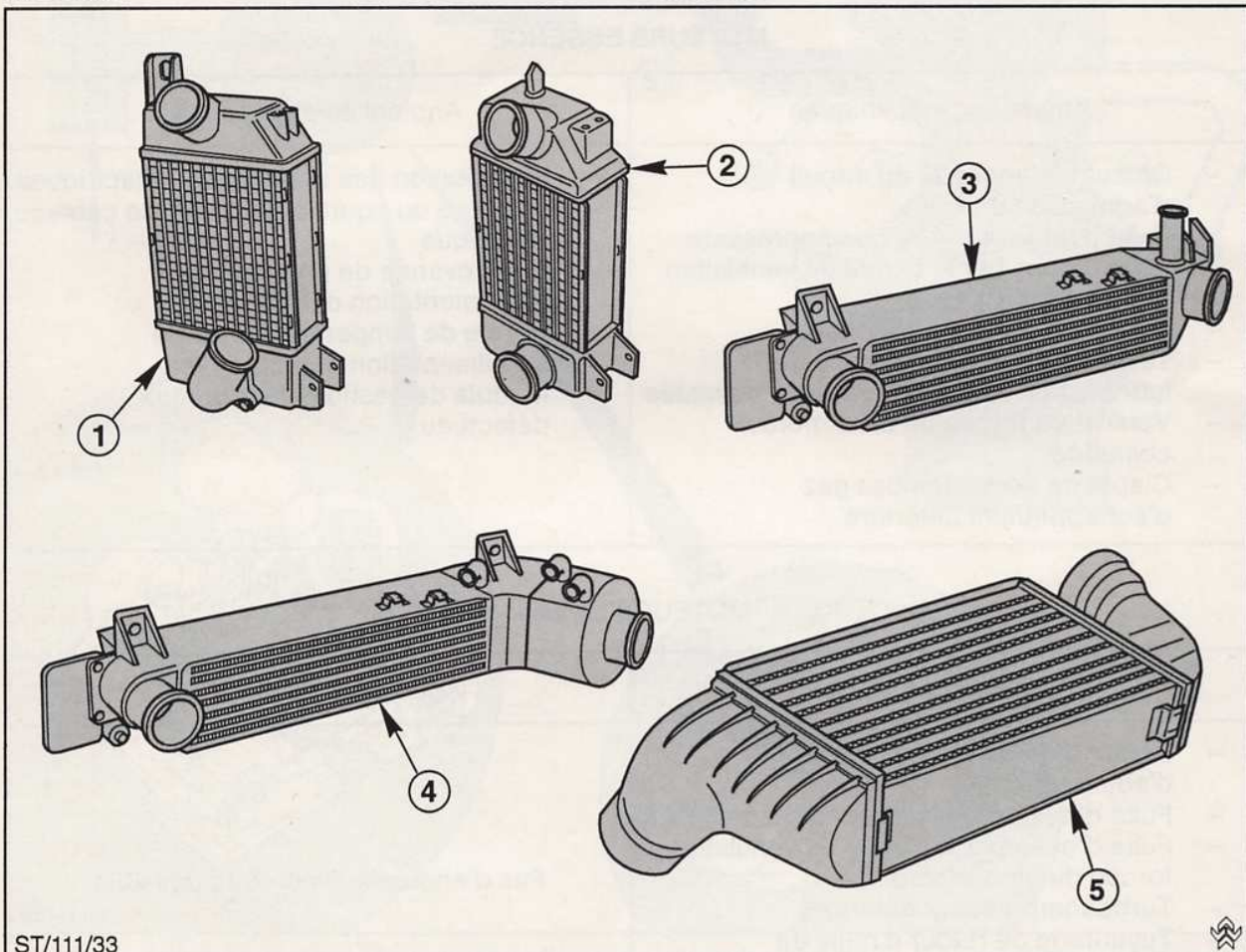
**Illustration schématique du contrôle de la pression de suralimentation/du clapet de dérivation des gaz d'échappement**

- |                               |                        |  |
|-------------------------------|------------------------|--|
| <b>A</b> Module ECU ou ESC II | <b>1</b> Module ECU    | <b>4</b> Electrovanne pression suralimentation 10 Hz |
| <b>B</b> Module EEC IV        | <b>2</b> Module ESC II | <b>5</b> Electrovanne pression suralimentation 40 Hz |
| <b>C</b> Evacuation d'air     | <b>3</b> Module EEC IV | <b>6</b> Clapet de dérivation (wastegate)            |

**ECHANGEUR D'AIR DE SURALIMENTATION**

Les échangeurs d'air de suralimentation utilisés sont adaptés à chaque montage et varient donc en encombrement et en conception, d'autre part, la forme de l'échangeur d'air de suralimentation est également fonction de la place disponible dans le compartiment moteur et, enfin, des contraintes de refroidissement imposées par le volume d'air de suralimentation. Les échangeurs d'air de suralimentation sont réalisés en aluminium et conçus pour éviter une perte de charge importante de l'air de suralimentation lorsque celui-ci traverse le faisceau.

Sur Escort Cosworth, un refroidissement suffisant de l'air de suralimentation n'a pu être obtenu que grâce à un échangeur d'air de suralimentation à deux étages. Le premier étage est constitué par un échangeur eau/air relié au circuit de refroidissement du moteur, un refroidissement complémentaire étant assuré par le second étage grâce à un échangeur air/air. Sur la plupart des voitures, l'air ambiant après avoir traversé la calandre, arrive directement à l'échangeur d'air de suralimentation. Sur moteur 1,8 turbo diesel, l'air ambiant est amené directement par un conduit aménagé dans le doublage de capot moteur vers l'échangeur d'air de suralimentation situé derrière le moteur.



ST/111/33

**Illustration schématique des divers modèles d'échangeurs d'air de suralimentation**

- 1 Escort RS Turbo
- 2 Fiesta RS Turbo

- 3 Sierra RS Turbo
- 4 Escort Cosworth

- 5 Moteur 1,8 turbo diesel (Escort)

## DIAGNOSTICS

Les composants entrant dans la constitution du circuit de suralimentation des moteurs essence et diesel n'exigent aucun entretien.

En cas de réclamations clientèle ou de constatations d'une anomalie quelconque, intervenir de la manière suivante :

- Conditions préalables :**
- Le moteur doit être en parfait état mécanique
  - L'allumage doit être en parfait état de fonctionnement
  - L'injection de carburant doit être en parfait état de fonctionnement

### Anomalies possibles

**Nota :** Il est tout à fait normal de constater éventuellement un suintement d'huile provenant du carter de compresseur compte tenu du retour de ventilation forcée du bloc-moteur. Il **ne s'agit pas** là d'une anomalie. Les fuites d'huile par les joints de turbocompresseur ne se produisent que lorsque les paliers du turbocompresseur sont gravement détériorés.

#### MOTEURS ESSENCE

Anomalies mécaniques	Anomalies électriques
<ul style="list-style-type: none"><li>- Défaut d'étanchéité du circuit d'admission d'air</li><li>- Fuite d'huile par le turbocompresseur</li><li>- Fuite d'huile par le circuit de ventilation forcée du bloc-moteur</li><li>- Turbocompresseur détérioré</li><li>- Tuyauterie de retour d'huile de lubrification turbocompresseur colmatée</li><li>- Ventilation forcée du bloc-moteur colmatée</li><li>- Clapet de dérivation des gaz d'échappement détérioré</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Permutation des connecteurs électriques</li><li>- Coupure ou court-circuit dans le câblage électrique</li><li>- Electrovanne de pression de suralimentation défectueuse</li><li>- Sonde de température d'air de suralimentation défectueuse</li><li>- Module de gestion électronique défectueux</li></ul>

#### MOTEURS DIESEL

Anomalies mécaniques	Anomalies électriques
<ul style="list-style-type: none"><li>- Défaut d'étanchéité du circuit d'admission d'air</li><li>- Fuite d'huile par le turbocompresseur</li><li>- Fuite d'huile par le circuit de ventilation forcée du bloc-moteur</li><li>- Turbocompresseur détérioré</li><li>- Tuyauterie de retour d'huile de lubrification turbocompresseur colmatée</li><li>- Ventilation forcée du bloc-moteur colmatée</li><li>- Clapet de dérivation des gaz d'échappement détérioré</li></ul>	Pas d'anomalie électrique possible

Le synoptique ci-dessous de recherche d'incidents permettra de localiser rapidement d'éventuelles anomalies.

**Synoptique de recherche d'incidents**

Symptômes							
1. Puissance moteur insuffisante							
2. Fumées noires							
3. Consommation d'huile importante							
4. Fumées bleues							
5. Bruit anormal provenant du turbocompresseur							
6. Bruit cyclique émanant du turbocompresseur							
7. Fuite d'huile à la turbine de turbocompresseur							
8. Fuite d'huile à la turbine d'entraînement							
Cause							
●	●	●	●			●	Filtre à air colmaté
	●	●	●	●	●	●	Réduction de passage dans le conduit d'admission d'arrivée d'air au compresseur
●	●			●			Réduction de passage dans le conduit de pression entre compresseur et collecteur d'admission
●	●			●			Réduction de passage dans le collecteur d'admission
				●			Prise d'air à l'admission entre filtre et compresseur
●	●	●	●	●			Fuite d'air entre compresseur et collecteur d'admission
●	●	●	●	●		●	Réduction de passage dans le collecteur d'échappement
●	●					●	Réduction de passage dans la tuyauterie d'échappement ou le silencieux
●	●			●		●	Fuite de gaz d'échappement entre culasse et collecteur d'échappement
●	●			●		●	Fuite de gaz d'échappement entre collecteur d'échappement et arrivée à la turbine
				●			Fuite de gaz d'échappement entre sortie turbine et tuyauterie d'échappement
		●	●			●	Réduction de passage dans la tuyauterie de retour d'huile
		●	●			●	Circuit de ventilation forcée de bloc-moteur partiellement ou totalement colmaté
		●	●			●	Carter de paliers de turbocompresseur colmaté par dépôts boueux ou par cokéfaction de l'huile
●	●						Circuit d'alimentation défectueux
●	●						Arbre à cames mal réglé
●	●	●	●			●	Segments ou cylindres usés (souffle)
●	●	●	●			●	Problèmes moteur (soupapes, pistons, etc.)
●	●	●	●	●	●	●	Présence d'impuretés sur la turbine de compresseur ou dans le diffuseur
●	●	●	●	●		●	Turbocompresseur détérioré
●							Fonctionnement anormal du clapet de dérivation des gaz d'échappement (wastegate)



**En règle générale, toutes les opérations de contrôle et de réglage doivent systématiquement être effectuées conformément aux instructions figurant dans les documents «Gestion moteur – moteurs à injection d'essence» ou «Gestion moteur – moteurs diesel» (chapitre 29).**

### **Exemple : Instructions de contrôle «Gestion moteur – moteurs à injection d'essence»**

Effectuer les contrôles initiaux indiqués au Chapitre 1 du Manuel de contrôle et éliminer les anomalies.

Contrôler le circuit d'alimentation comme indiqué au Chapitre 6 du Manuel de contrôle :

- Contrôle de l'étanchéité du circuit d'admission
- Contrôle du tarage de la pression de suralimentation

Effectuer les contrôles conformément aux indications figurant dans le Chapitre 7 du Manuel de contrôle :

Les contrôles comportent des mesures de résistance et de tension à l'aide du boîtier de raccordement et d'un multimètre à affichage digital. Tous les raccords électriques doivent être contrôlés : recherche de rupture, court-circuit, mise à la masse, ainsi que le contrôle de la résistance électrique de toutes les sondes et capteurs.