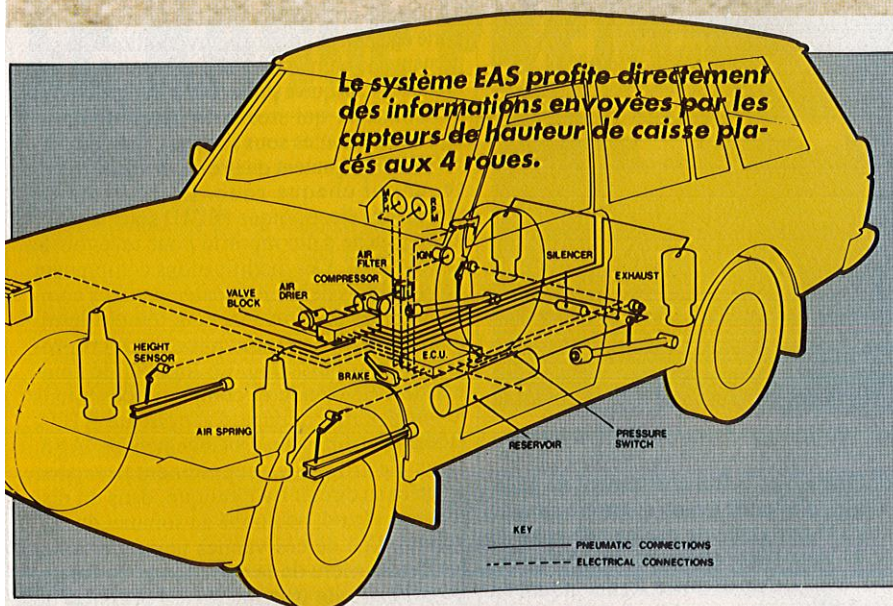




Revu et bien corrigé, le Range Rover LSE conserve son aptitude légendaire en utilisation tout-terrain.



Le système EAS profite directement des informations envoyées par les capteurs de hauteur de caisse placés aux 4 roues.

liques raccordant le nouveau distributeur au circuit.

Le système ETC intervient s'il sent qu'une des roues arrière se met à patiner à une vitesse supérieure à celle du véhicule. Il ferme l'une des vannes, ce qui isole les freins arrière de la vanne d'assistance et ferme les vannes d'admission arrière. Il délivre alors de la pres-

sion à l'étrier de la roue qui patine en envoyant simultanément des impulsions à la vanne vers l'accumulateur et à la vanne d'admission du frein approprié. Cette pression est plus tard déchargée par la vanne d'échappement correspondant, si une réduction s'impose. Le système ETC ne fonctionne que jusqu'à 80 km/h, car le risque de rester bloqué n'existe pas à des vitesses supérieures.

RANGE ROVER LSE

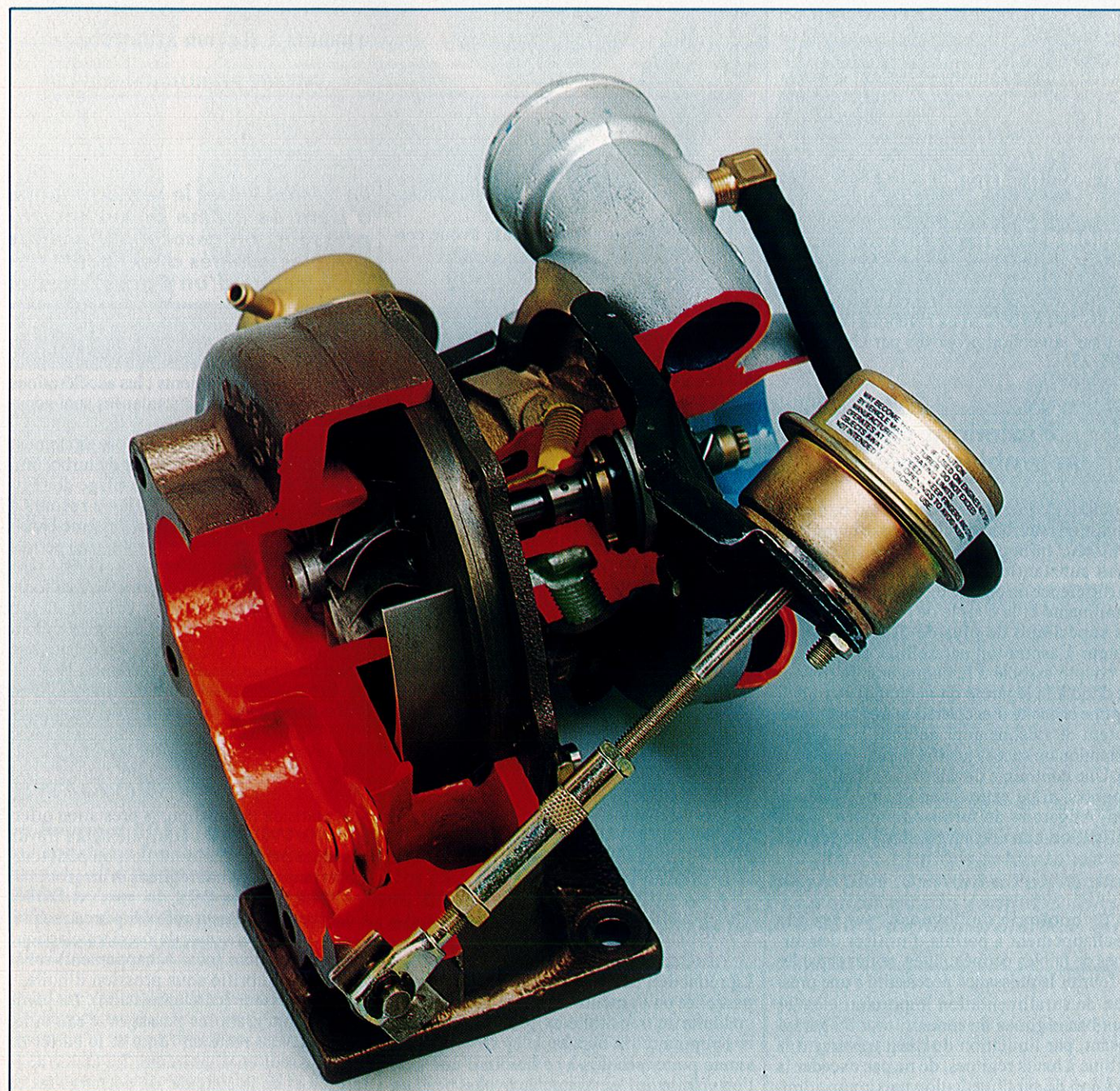
8 cylindres en V
 Position longitudinale AV
 4.278 cc (93,9 x 77 mm)
 200 ch Din à 4850 tr/mn
 34,6 mkg à 3250 tr/mn
 Puissance spécifique : 47 ch/l
 Bloc : alu/culasse alu
 16 soupapes - 1 ACT
 Injection électronique
 Boîte automatique 4 rapports
 Transmission intégrale permanente
 4 freins à disque (ventilés à l'avant)
 ABS et antipatinage ETC (série)
 Suspension pneumatique à pilotage électronique (EAS)
 Direction à crémaillère avec assistance hydraulique
 Réservoir : 82 litres
 Poids (usine) : 2.150 kg
 Rapport Poids/puissance : 10,75
 Dimensions en mètre (L/I/H/E) : 4,65/1,78/de 1,70 à 1,83/2,74

Performances (usine) :
 Vitesse maxi : 180 km/h
 0-100 km/h : 10,5 s
 Prix : 400.000 F

TURBOCOMPRESSEUR

ET

GEOMETRIE VARIABLE



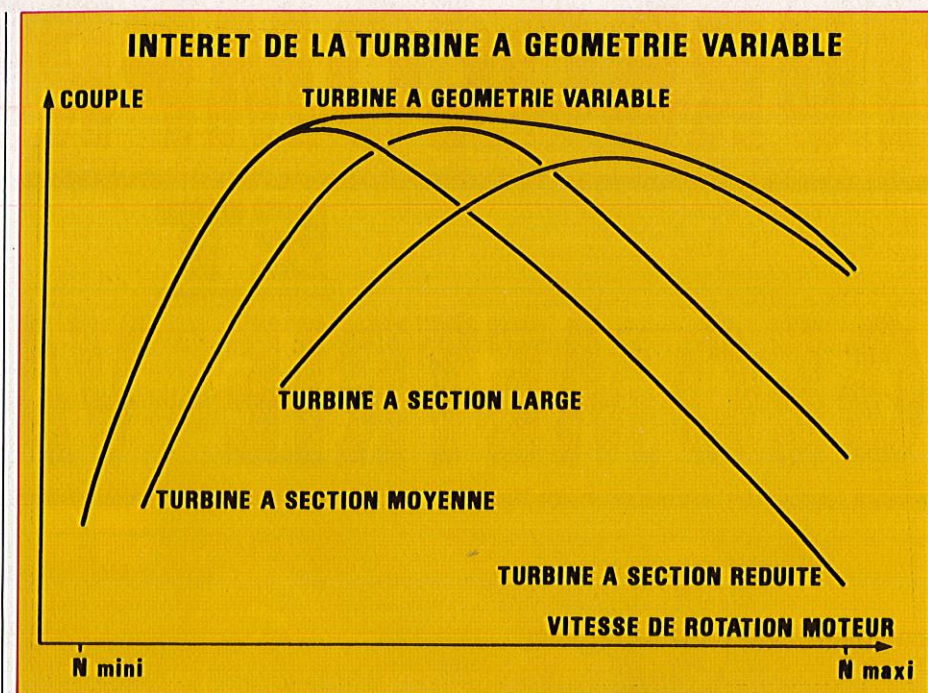
Si la suralimentation vise toujours l'amélioration des performances et des consommations spécifiques des moteurs, les années 90 devraient lui permettre de se fixer également d'autres objectifs tels que l'amélioration de l'agrément de conduite, la diminution des émissions polluantes.

Peugeot souhaitait frapper fort en présentant sa nouvelle lionne, la 405 T16. Pari réussi pour cette nouvelle 405 qui mérite amplement son appellation T16. Forte puissance, transmission intégrale, qualités dynamiques indéniables, cette Peugeot figure parmi les meilleures réalisations françaises de l'année. Contrairement à la tendance actuelle qui veut que les constructeurs optent avant tout pour des moteurs 6 cylindres étroits (Opel pour sa Vectra, VW pour sa Golf), la firme de Sochaux a une nouvelle fois retenu la suralimentation pour tirer quelques 200 chevaux d'un "simple" 4 cylindres 2 litres multisoupapes. Garrett a ainsi fourni une nouvelle version de sa technologie turbocompresseur à géométrie variable déjà vue sur la Fiat Croma turbo-diesel (voir TPA 9) : le VAT 25 (VAT pour Variable Area Turbine). Cette technologie présentée comme "nouveau" reprend, il faut le rappeler, un principe déjà adopté par Nissan en 1985 sur ses modèles Cedric et Gloria. A l'époque ce turbocompresseur avait reçu la prometteuse appellation de "Jet turbo". Mais revenons dès à présent sur la version proposée par Garrett : le VAT 25.

2 solutions pour un problème unique

A puissance identique à celle d'un moteur à aspiration naturelle de plus grosse cylindrée, le moteur turbocompressé offre un supplément substantiel de couple à bas régime. La différence de couple disponible du moteur suralimenté et le couple de roulement résistant est supérieure de plus de 50% à celle du moteur à aspiration naturelle. Cet excédent de couple associé à la compacité du moteur (et donc à la légèreté du véhicule) se traduit par une capacité d'accélération très améliorée. Autant de raisons pour garantir à la suralimentation un succès justifié durant les années 80. Une contrainte devait toutefois ralentir la progression de cette technologie : l'adaptation obligatoire du turbocompresseur à une utilisation sur une large plage de régime moteur.

Deux solutions sont aujourd'hui disponibles : le bypass et la géométrie variable. La technologie du "bypass" sur les gaz d'échappement a permis d'utiliser des turbines de faibles perméabilités, seules capables de fournir la puissance nécessaire à une pression de suralimentation importante dès les plus bas régimes du moteur, tout en garantissant, par limitation du débit traversant la turbine à hauts régimes, de ne pas excéder la pression de suralimentation maximum admise par le moteur. Ainsi équipé, le turbocom-



presseur pouvait continuer sa démocratisation. Sur 3 points pourtant, le bypass avoue certaines faiblesses :

*** Nécessité d'un compromis entre le couple à bas régime et la puissance maximum.**

La turbine de faible perméabilité favorise le couple à bas régime mais impose de réguler plus de gaz d'échappement au point de puissance nominale, ce qui se traduit par une pression avant turbine (sortie moteur) plus importante. Les applications habituelles en automobile présentent des balayages moteur, P entrée - P sortie, négatifs sur une grande partie de la courbe de pleine charge. Or des valeurs excessives se traduisent par une consommation spécifique plus élevée du moteur à puissance maxi et, dans les cas extrêmes, par une altération des capacités d'accélération du véhicule à moyens et hauts régimes.

*** le temps de réponse.**

Il est directement lié au compromis précédemment cité. Malgré une réduction notable du phénomène, il est encore jugé trop excessif. Pour le diminuer encore plus, les équipementiers ont misé sur la miniaturisation qui élargit la plage d'utilisation même à faibles débits, la céramique (elle est en série sur les roues de turbine de nombreux turbocompresseurs), les roulements à billes (ils seront prochainement en série).

*** Consommation en transitoire et charges partielles.**

La réduction des consommations à charges partielles ou l'amélioration de l'agrément de conduite en transitoire exigent une ouverture temporaire du bypass. L'électronique est venue porter secours à ce besoin d'une gestion précise de l'ouverture du bypass pendant la phase d'accélération. Les variations de

En faisant varier la section critique à l'entrée même du turbocompresseur, on associe en quelque sorte les qualités d'un "petit" turbo à celles d'un "gros" turbo.

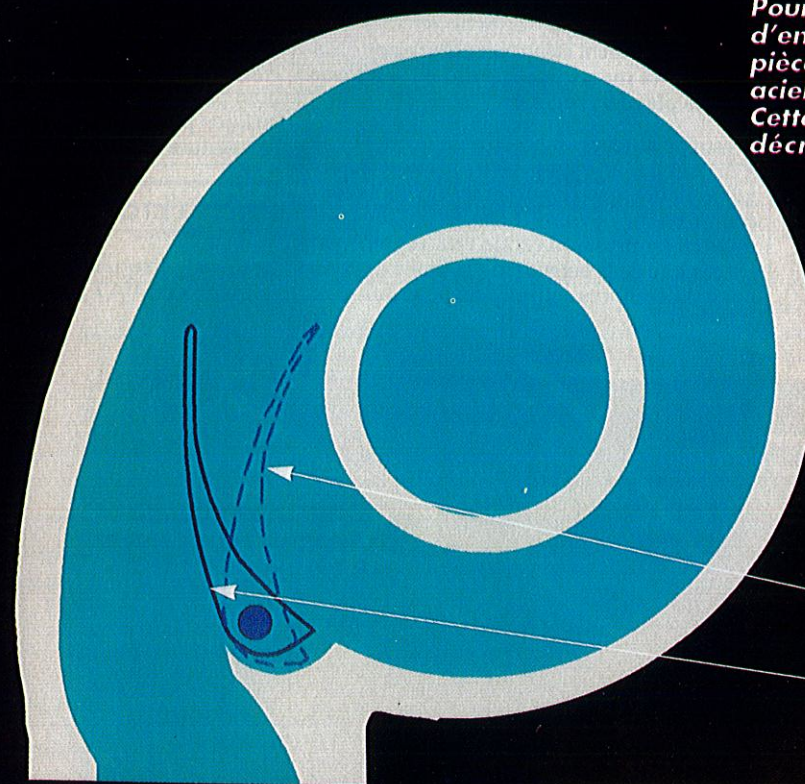
couple sont moins brutales et la réponse du véhicule correspond ainsi mieux au désir du conducteur. Inconvénients : les accélérations et les consommations instantanées sont pénalisées.

La géométrie variable se propose également d'optimiser le fonctionnement du turbocompresseur sur l'ensemble de la plage de régime moteur. Garrett avait déjà eu recours à cette solution. Il s'agissait du système baptisé VNT (Variable Nozzle Turbine) qui permet de contrôler la puissance de la turbine sans bypass, en faisant varier son diamètre en fonction du régime et donc de la quantité de gaz d'échappement (d'énergie) disponible. Pour la Peugeot 405 T16, Garrett a présenté une nouvelle évolution de ce système : le VAT 25 (Variable Area Turbine). Ainsi équipé, le moteur a pour objectif d'offrir du couple à bas régime sans effet de trou et une puissance disponible en relais sur une grande plage d'utilisation (avec une puissance maxi constante entre 4500 tr/mn et 6500 tr/mn). En schématisant la situation, la prestation offerte par le VAT 25 est équivalente au travail effectué par 2 simples turbos, un petit tournant vite pour les bas régimes et un gros pour les hauts régimes.

Ce turbocompresseur refroidi par eau se présente, à première vue, de manière classique avec une turbine (côté échappement) reliée par un axe lubrifié sous pression d'huile, à un compresseur (côté admission). La partie centrale intégrant les passages d'eau et les paliers d'axe reste en fonte et le carter du compresseur en aluminium. Le carter de la turbine et de la soupape de décharge est en acier inoxydable.

Carter de turbine

Pour faire varier la section critique d'entrée du turbo, on trouve une pièce mobile (appelée langue) en acier inoxydable (Z12 CN 25-20). Cette langue articulée sur un axe, décrit un arc de 28° maximum.



Langue ouverte

Langue fermée



La Peugeot 405 T16 est la nouvelle référence parmi les sportives françaises. Grâce à son dispositif d'overboost, elle peut revendiquer 318 Nm (33 mkg) à 2400 tr/mn et 220 ch à 4500 tr/mn. C'est la première voiture française à utiliser le nouveau turbocompresseur Garrett VAT 25.

Pour faire varier la section de passage des gaz d'échappement (la section critique) située en amont de la turbine dans l'escarot d'entrée du turbo, on trouve une pièce mobile (appelée langue) en acier inoxydable (Z12 CN 25-20). Cette langue articulée sur un axe, décrit

un arc de 28° maximum. Lorsqu'on fait varier la section critique, la vitesse des gaz peut être conservée au plus près de son optimum par rapport à la vitesse périphérique de la roue (turbine). Le rendement est donc maintenu proche de sa valeur optimale sur une grande

plage de débit. La puissance disponible à la turbine s'exprime par le produit :

$$HPT = WC_p \left[1 - \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{1-k}{k}} \right]$$

1. Carter de turbine
2. Langue
3. Bielle de commande
4. Couvercle de turbine

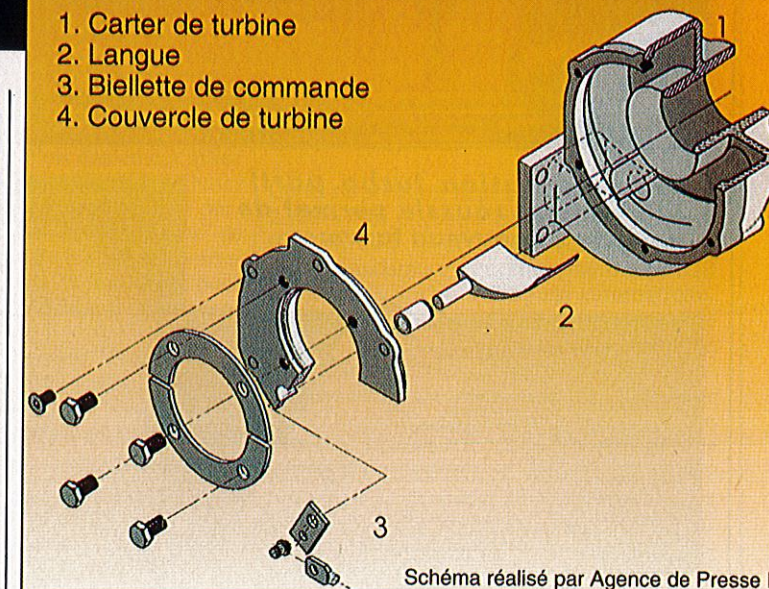


Schéma réalisé par Agence de Presse Idé

La structure ouverte du carter de turbine facilité la fonderie et les usinages. La matière retenue est un acier austéno-ferritique plus résistant à l'oxydation à chaud et à la fissuration que la fonte D5 largement utilisée jusqu'à 950°C de température de gaz.

avec W : débit massique (kg/s)
 Cp : chaleur spécifique des gaz
 T : température totale turbine (K)
 η : rendement isentropique turbine
 P : pression totale turbine
 K : rapport des chaleurs spécifiques
 1 : état à l'entrée
 2 : état à la sortie

$$\eta_T \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1-K}{K}} \right]$$

Le produit

Il est homogène à une puissance spécifique de la turbine en KW par Kg/s et par degré

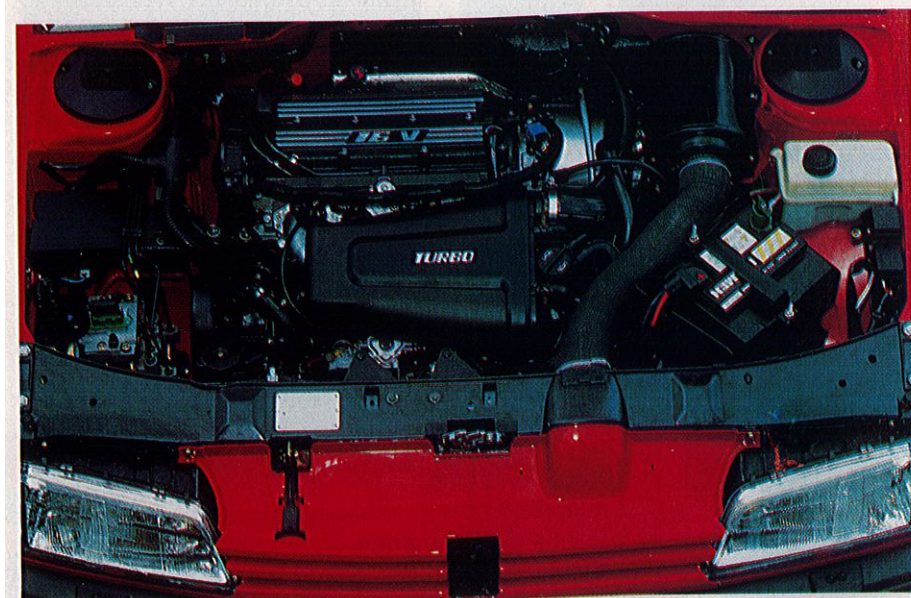
K (ou à une énergie fournie par la turbine par gramme de gaz la traversant et par degré Kelvin). Cette équation montre l'importance du terme P1T/P2T (taux de détente) contrôlé par la position de la languette, sur le terme —TM (rendement isentropique turbine). Cela explique la marge supériorité du VAT sur toute la plage de régime.

Il est par ailleurs important de noter que le VAT muni d'un bypass possède une telle plage de débit, que le compresseur du turbo-compresseur devient le terme limitatif. La montée en pression (zone non régulée par l'ouverture de la languette) suit la limite de pompage du compresseur le plus petit qui reste

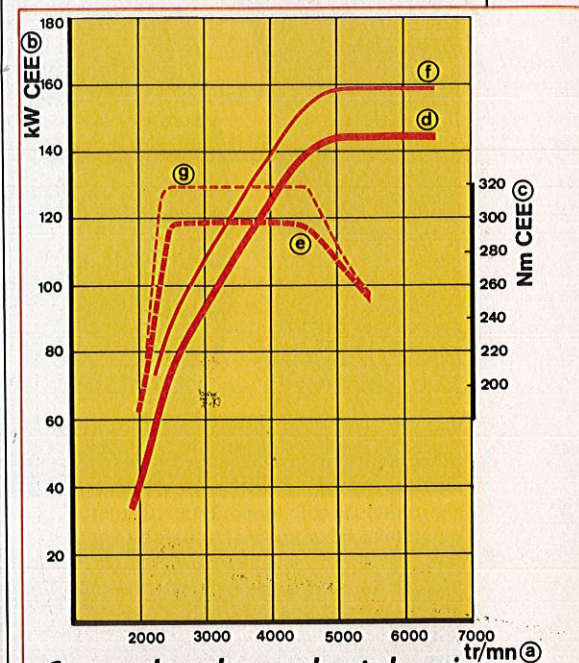
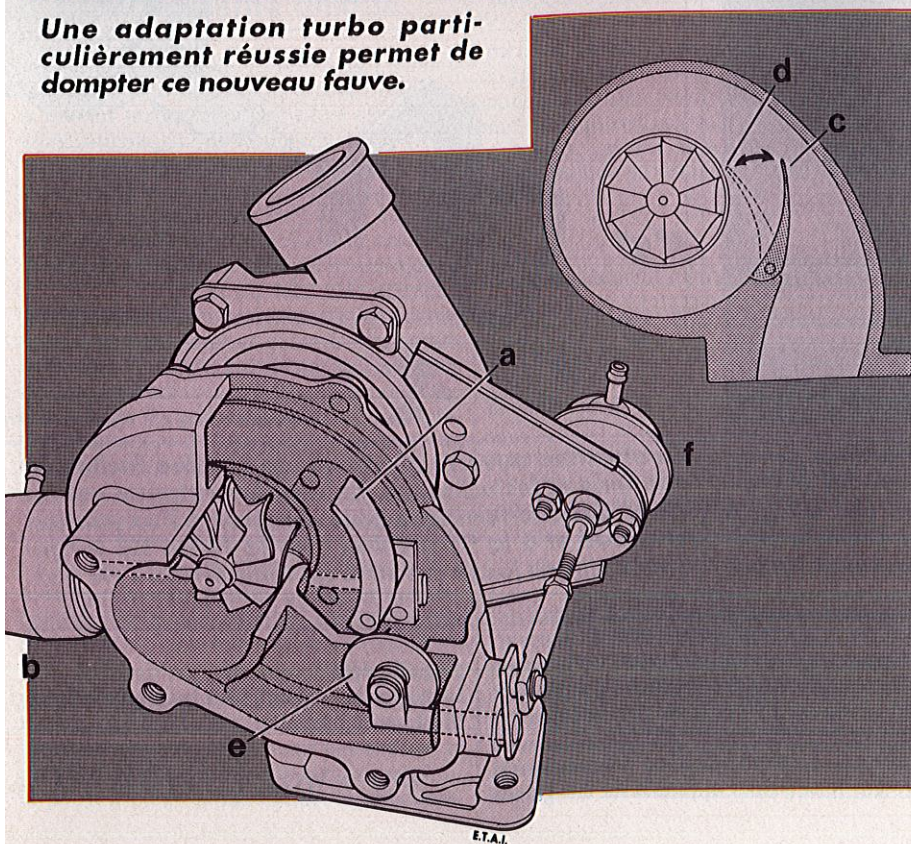
compatible avec l'objectif de puissance maxi. La position languette fermée n'étant pas réglable car obtenue d'usinage, le choix de la perméabilité turbine est décisif pour les performances à bas régime et pour les performances en transitoire. Si un bypass doit être utilisé, Garrett a opté pour une régulation de la puissance de la turbine par ouverture de la languette jusqu'à sa position pleine ouverture, puis seulement par l'ouverture du bypass.

Performances transitoires

Des essais comparatifs d'accélération ont été faits entre un VAT 25 et un T25 standard sur



Une adaptation turbo particulièrement réussie permet de dompter ce nouveau fauve.

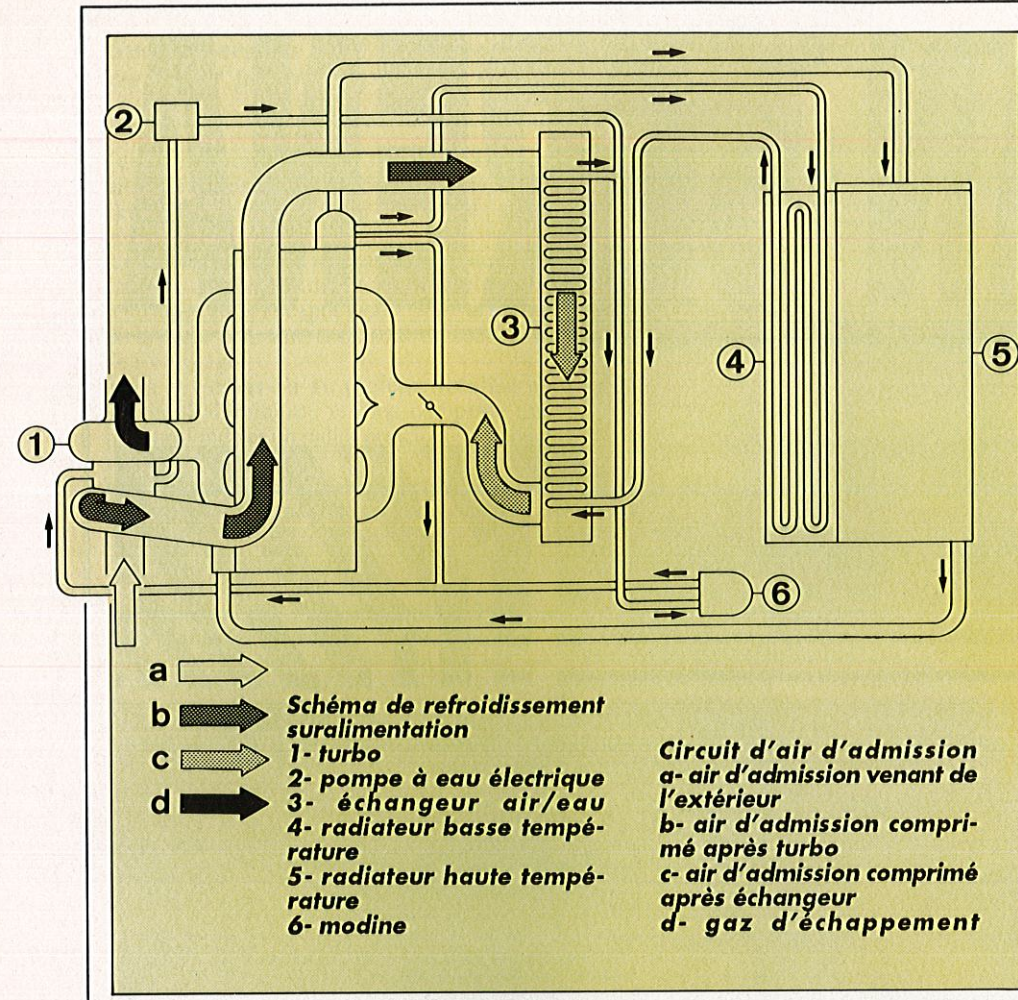


Ces courbes de couple et de puissance traduisent le formidable potentiel du 2 litres turbocompressé qui offre des valeurs maxi constantes sur une large plage de régimes :

- d : puissance maxi : 144 kW de 5000 à 6500 tr/mn
- e : couple maxi : 288 Nm de 2600 tr/mn à 4500 tr/mn
- f : puissance maxi avec overboost : 159 kW de 5000 à 6500 tr/mn
- g : couple maxi avec l'overboost : 318 Nm de 2400 à 4500 tr/mn

Le turbocompresseur à géométrie variable est secondé par une gestion électronique de la pression de régulation par l'intermédiaire de 2 électrovannes modulant la géométrie du turbo.

- A : Languette mobile
- B : Vérin pneumatique
- C : Languette en position fermée
- D : Languette en ouverture maximale
- E : Soupape de décharge
- F : vérin pneumatique



L'application sur la Peugeot 405 T16

La 405 T16 reçoit le moteur XU10J4TE (1998 cm3) qui développe 288 Nm (30 mkg) à 2600 tr/mn et 144 kW (200 ch) à 5000 tr/mn. Pour les régimes moteurs inférieurs à 2000 tr/mn, la languette reste en position fermée car elle détermine une faible section favorisant la vitesse des gaz entraînant la turbine. Au delà de ce régime moteur, la languette s'ouvre progressivement grâce à un vérin pneumatique commandé par une électrovanne pilotée par un calculateur de gestion moteur (allumage/injection). En complément à ce dispositif et en entrée de turbine se situe un bypass contrôlé par une soupape de décharge. celle-ci est reliée à un vérin pneumatique dont toute action gérée par le calculateur, est commandée par une électrovanne.

Dans la cartographie du calculateur chaque régime moteur correspond à une borne. Celle-ci contient entre autres informations mémorisées, une pression (de suralimentation) et un angle papillon (admission). A l'accélération, on passe de borne en borne et la régulation se fait à partir des consignes rencontrées. Elles définissent que pour tel couple/régime moteur on doit obtenir telle position de languette et telle pression de suralimentation. La soupape de décharge, fermée dans les bas régimes, est gérée de la même manière. La 405 T16 reçoit également un dispositif type "overboost". La surpression s'obtient par une consigne de pression à laquelle on a ajouté une marge en différence. Pour une valeur maximale de pression relative au collecteur d'admission (pression de suralimentation après échangeur) fixée à 1,1 bar, on rajoute 0,2 bar soit, en overboost, une pression relative de 1,3 bar.

Agrément de conduite

un véhicule équipé d'un moteur à allumage commandé de 2,0 l. Les turbocompresseurs testés ont été équipés d'un même compresseur et d'éléments tournant communs afin de minimiser les différences. Les perméabilités des turbines ont été choisies afin de donner la même puissance maximum. Les essais ont consisté à faire des accélérations à partir du ralenti et à partir de vitesses stabilisées. Il a tout d'abord été constaté que le VAT améliore fortement l'accélération pendant les 5 premières secondes. A ce moment le T25 atteint le niveau de pression de régulation et la différence de vitesse reste alors constante entre les 2 types de turbocompresseurs. La section critique plus petite du VAT donne une meilleure pente initiale à la courbe de pression de suralimentation. La pression entrée turbine est augmentée; l'effet négatif sur le balayage (P entrée moteur - P échappement) n'est pas pénalisant sur l'accélération. Bien que la section critique du VAT 25 puisse encore être diminuée, le VAT atteint 300 mb de pression de suralimentation en un temps plus court de 25%. La vitesse de 60 km/h est atteinte 10% plus tôt. D'autres part, d'autres essais ont montré qu'une mauvaise position de la languette pouvait avoir des effets négatifs. La languette tenue fermée trop longtemps peut amener des pressions d'échappement excessives et causer des pertes performances moteur. De même, la pression dynamique des gaz sur la languette peut causer son ouverture prématurée engendrant par la même une perte de performances.

La géométrie variable s'est également alliée à la technique du bypass afin d'augmenter encore l'agrément de conduite. Le VAT permet en effet par un contrôle "intelligent" de la position de la languette de maîtriser la variation de couple instantané en transitoire pour mieux s'accorder à la demande du conducteur. La position "languette fermée" supprime les points morts et les impressions de vide à l'accélération (le temps de réponse) et une ouverture dosée de la languette adoucit la variation de couple pour un meilleur confort du passager sans rejeter de gaz à l'échappement comme le fait un bypass. Les consommations à charge partielles ont par ailleurs été optimisées. Enfin, le gain le plus immédiat apporté par le VAT en moteur à allumage commandé est dû à son aptitude à fonctionner à plus haute température de gaz que le VNT. A puissance identique, le moteur pourra si les autres composants le permettent, fonctionner à richesse faible sur la courbe pleine charge. Le gain de consommation sera autant de réduction en émissions polluantes. La construction simple du VAT est également intéressante du point de vue de l'inertie thermique. Le supplément de masse d'un carter de turbine VAT comparé à un carter T25 conventionnel n'est que de 20%. L'amorçage des pots catalytiques est donc peu affecté.

Cette surpression peut intervenir à partir de 2300 tr/mn et jusqu'au régime maximum (6500 tr/mn). La période de fonctionnement (45 sec. maximum) peut être redemandée 1/10 de seconde après la coupure automatique. Le turbocompresseur à géométrie variable Garrett VAT25 supporte des températures de fonctionnement élevées avec des gaz d'échappement atteignant 950°C. A un régime moteur de 2600 tr/mn, en pleine charge et pour une température d'air d'admission avant filtre (air ambiant) de 22°C, l'air d'admission sera portée à 132°C en sortie de compresseur puis descendra à 60°C en sortie de l'échangeur (air/eau). Ce Delta t° de 60°C reste pratiquement constant sur l'ensemble de la plage d'utilisation moteur. Comme sur les autres 405, le radiateur en aluminium de 23 dm2 est à double circulation d'eau.

Il comporte une partie supérieure d'environ 6 dm2 dans laquelle circule l'eau réservée à l'échangeur air/eau du refroidissement d'air d'admission. Afin d'obtenir un plus grand refroidissement que dans celui de la boucle normale (Delta t° = 45°C) l'eau est contrainte de circuler plus lentement (2,5 l/mn) dans des tubes de plus forte section. deux moteurs ventilateurs de 310 W viennent en appoint, si nécessaire, pour compléter le dispositif de refroidissement.