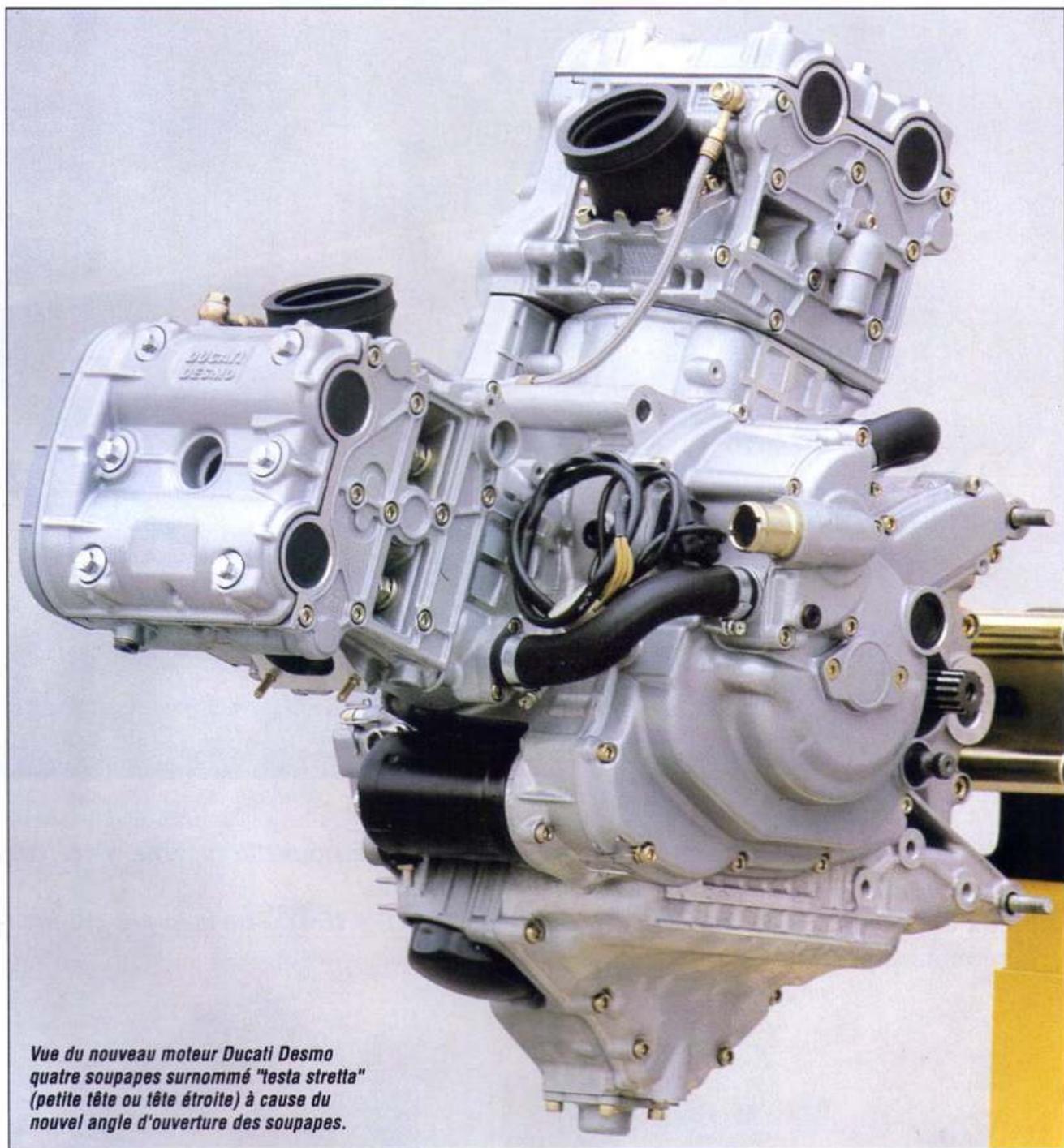


Ducati 996 "Testa Stretta"

En compagnie des techniciens Ducati nous avons analysé le nouveau bicylindre Desmo quatre soupapes. Celui-là même qui équipe le premier lot de machines destinées à l'homologation en mondial Superbike.

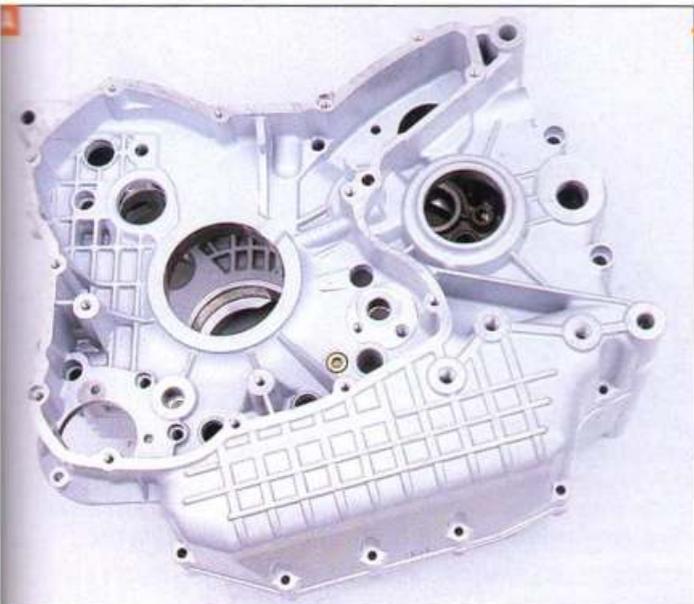


Vue du nouveau moteur Ducati Desmo quatre soupapes surnommé "testa stretta" (petite tête ou tête étroite) à cause du nouvel angle d'ouverture des soupapes.

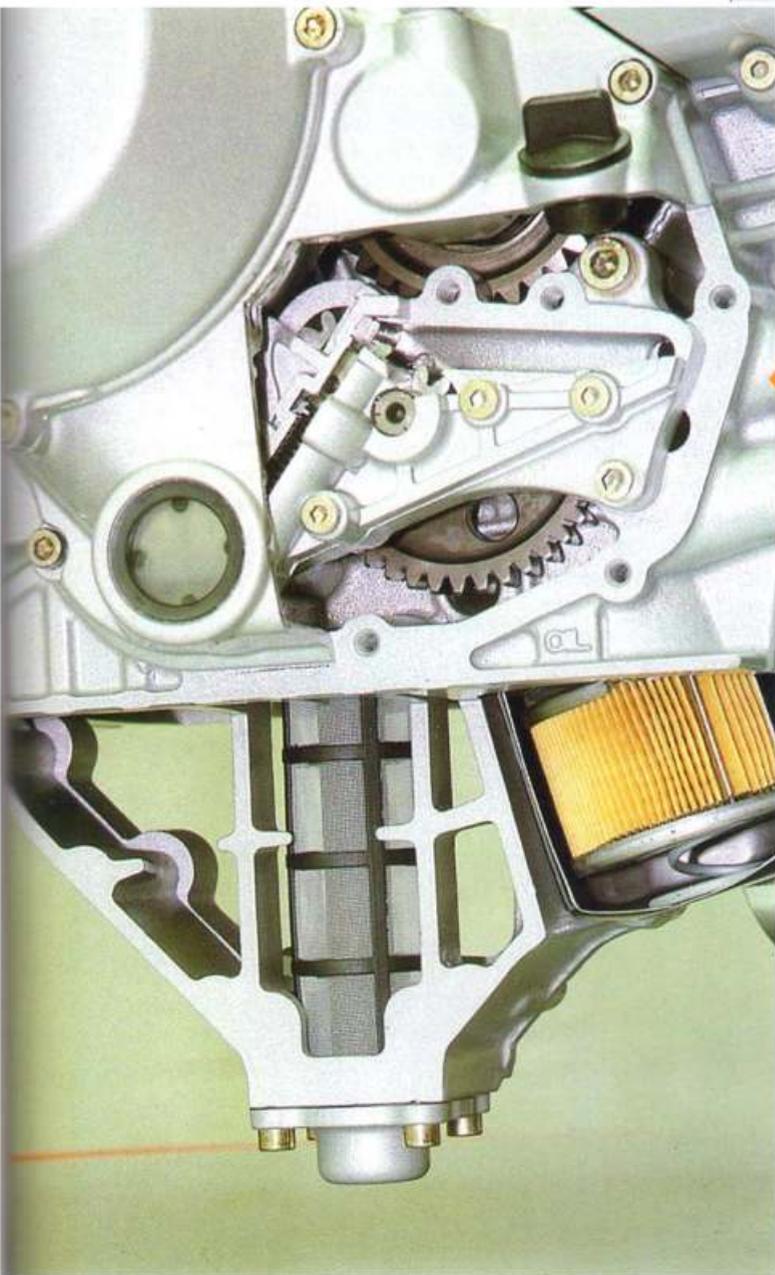
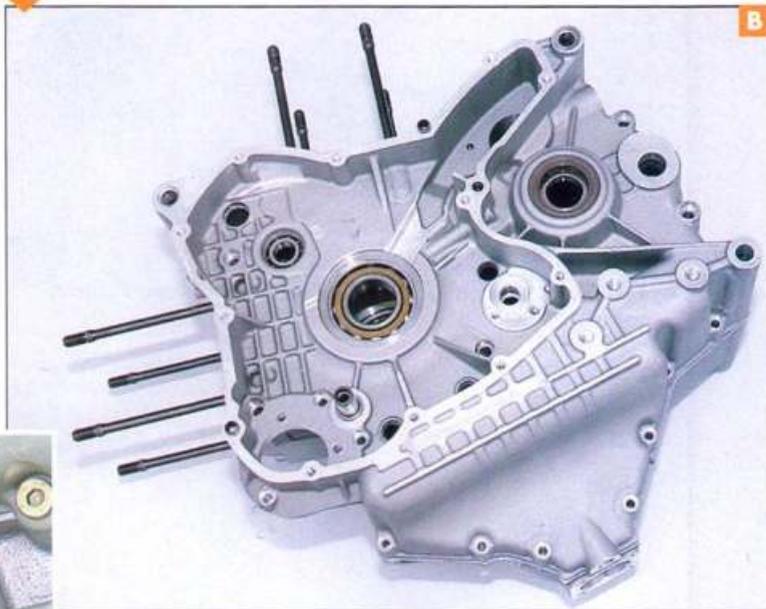
"**A** lors Messieurs, comment trouvez-vous ce nouveau quatre soupapes?" C'est sur ces paroles que nous sommes accueillis dans

son bureau par l'ingénieur Massimo Bordi, après visite du département R&D de Borgo Panigale. Nous nous montrons enthousiasmés d'avoir pu observer de près un moteur encore plus abouti, surtout

modifié au niveau des culasses pour plus d'efficacité et de compacité. Non sans orgueil et passion, Mr Bordi nous répond qu'un autre pas en avant a été franchi. Mais attention, ce moteur est complète-



Le nouveau carter surnommé "coupe basse" (photo B) comparé à l'ancien (photo A). Il se démarque par sa protubérance inférieure faisant office de puits pour la pompe à huile qui fonctionne ainsi sans l'influence des changements d'assiette ou des variations d'accélération. Cette modification a été suggérée par le département course qui utilisait la saison passée un dispositif similaire greffé sur les carters standards.



Section de la partie basse du carter moteur. On peut observer le pré-filtre désormais vertical et la cartouche. Le cheminement du collecteur d'échappement avant a dû être modifié pour laisser la place au puits d'huile.

ment nouveau, même s'il reprend les bases de son prédécesseur. En effet, le cœur d'un moteur est essentiellement constitué de son groupe thermique et celui-ci a été entièrement redessiné. Si les carters et tout le reste sont indispensables, ils ne le sont que pour transformer et acheminer à la roue arrière l'énergie fournie par l'unité thermique. Un grand nombre de modifications concernant les culasses a permis de réduire l'angle des soupapes à la valeur record de 25°. Nous nous remémorons avec Mr Bordi les étapes qui ont abouti à cette dernière version du huit soupapes Desmo depuis sa thèse d'ingénieur. On se rappelle aussi l'époque où ce moteur connut le succès dans sa version 851 cm³ et qui, après quinze années d'histoire, flirte maintenant avec la limite des 1000 cm³. À cette époque, l'angle entre soupapes était de 40°, une valeur justifiée par les choix techniques des motoristes de Formule 1 du moment, Cosworth et BMW en tête. On pourrait écrire un livre à ce sujet. Mais revenons au 996 R, évolution extrême du 996 SPS et nouvelle "arme" de Ducati pour le mondial SBK. Ce moteur est très important pour la marque italienne après que l'abandon forcé de Carl Fogarty ait empêché l'usine de ▶



À gauche, l'ancien pré-filtre monté horizontalement, à droite le nouveau. La plus grande surface filtrante a permis une réduction des pertes de charge à l'aspiration.



Comparaison des deux vilebrequins. A gauche, le nouveau dont la course passe de 66mm à 63,5mm. Autre différence notable : le calage du rotor d'alternateur n'est plus assuré par un cône et une clavette, mais par des cannelures. Les bielles Pankl sont d'excellente facture, certainement, avec les Carillo, les meilleures du marché.



Photo A: le nouveau cylindre en alliage léger qui profite du même traitement de surface au Nickasil que son prédécesseur. En comparant avec les composants de l'ancien moteur (photo B), on remarque la section plus faible des passages du liquide de refroidissement, ce qui accroît d'autant la résistance aux déformations. Le flux reste néanmoins suffisant d'autant que par le passé les joints avaient déjà des passages plus étroits. A noter également la jupe de piston réduite à sa plus simple expression et l'absence de traitement antifriction.



défendre le titre mondial contre la Honda bicylindre de Colin Edwards. Sa structure générale est quasi identique à celle du SPS, à savoir : cylindres en L, distribution double arbres commandée par courroies crantées, commande desmodromique des quatre soupapes par cylindre, alimentation par injection, embrayage à sec et boîte six rapports.

Les carters

Les carters moteur, pour la première série de 200 pièces nécessaires à l'homologation, ont été coulés dans des moules non permanents (généralement en sable). Cette solution est plus économique pour les petites séries et les délais plus courts. L'alliage utilisé est l'AlSi7, différent de l'AlSi12 normalement employé pour la coulée en coquille (par gravité). Inutile de préciser que ces pièces ont un aspect très "racing" du fait d'une élaboration minutieuse, typique des petites séries ou des prototypes. Ces carters sont surnommés par les italiens "coupe basse", à cause d'un appendice dans la partie inférieure. Dans cet appendice se trouve un puits pour l'huile dans lequel est immergée la prise de pompe à huile. Ce tube se trouve toujours partiellement immergé, insensible aux accélérations, à la force centrifuge et aux rapides variations d'assiette de la moto. Nous pensons également qu'une grosse quantité d'huile est ainsi maintenue dans une zone tranquille, loin des organes en mouvement. Le lubrifiant est ainsi moins sujet aux phénomènes de pompage et de barbo-



Le ciel du piston Asso de 100 mm de diamètre est pratiquement plat grâce à la faible inclinaison des soupapes nécessitant de plus petites empreintes. L'axe flottant a un diamètre de 20 mm.

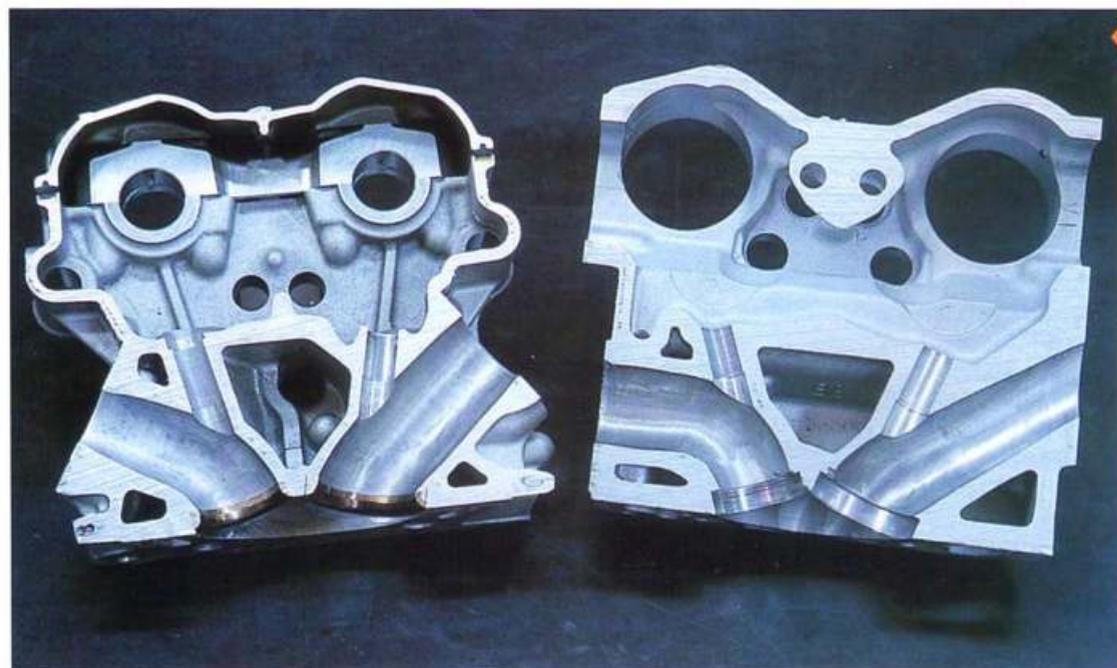


La série des trois segments. Le raqueur d'huile est désormais en trois parties.

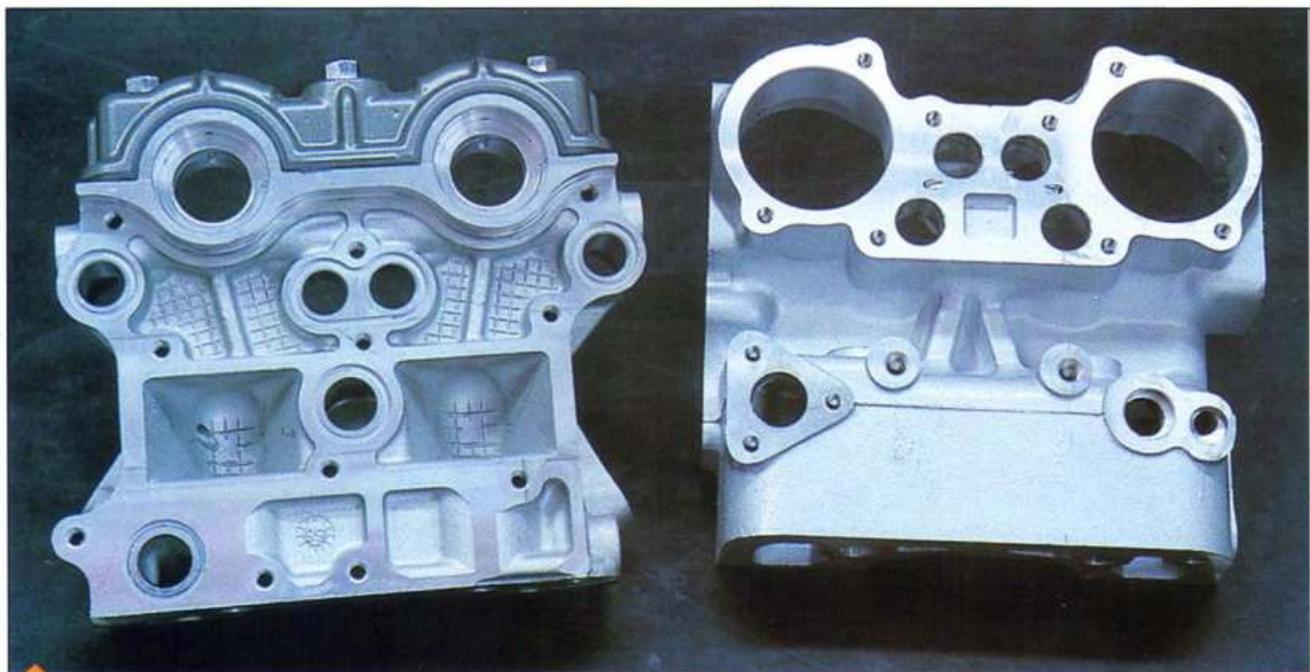
tage imposés par des régimes élevés, surtout sur des modèles de course. Cette solution a déjà été brillamment expérimentée sur les moteurs officiels de la saison passée. Mais cet appendice était rajouté aux carters normaux au prix d'un délicat et coûteux travail de mécanique (pour pouvoir être industrialisé). Désormais, le filtre est vertical et possède une surface filtrante plus importante, ce qui diminue d'autant les pertes de charge à l'aspiration. Le système de lubrification n'a pas été modifié en profondeur mais simplement affiné pour optimiser le flux d'huile vers les divers composants. À cette fin, quelques conduits de passage d'huile ont été élargis pour réduire les pertes de charge à l'envoi et par là même augmenter l'efficacité de la pompe à engrenages dont le volume reste inchangé.

Course réduite

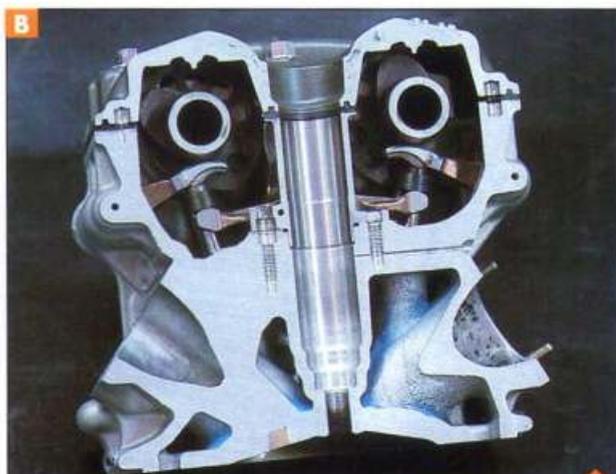
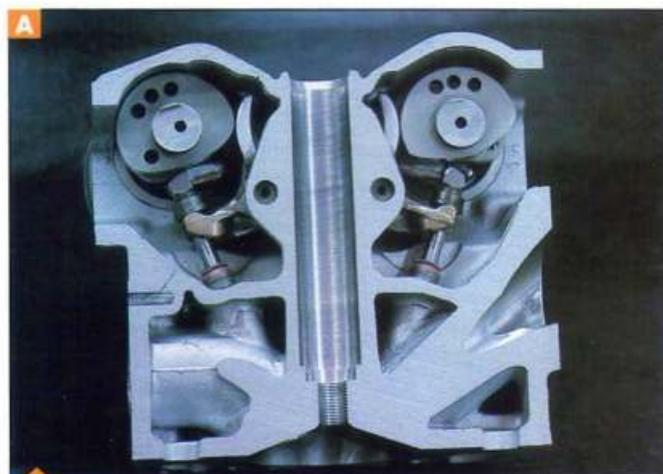
Les dimensions caractéristiques du moteur (alésage x course x nombre de cylindres) passent de 98 x 66 mm x 2 (995.67 cm³) à 100 x 63.5 mm x 2 (997.45 cm³) d'où une réduction significative de la course. Ce choix technique est important car il permet d'obtenir le double avantage d'une vitesse moyenne de piston (faible course) et d'une surface disponible pour les soupapes plus élevée (fort alésage). Le rapport course/alésage est ramené à 0.635, valeur quasi iden-



La pièce maîtresse de ce nouveau propulseur, la culasse (à gauche), a un angle entre soupapes très fermé de 25°, soit 12° à l'admission et 13° à l'échappement. Les conduits sont bien plus rectilignes et le parcours des gaz est nettement différent. La partie supérieure est maintenant séparée et les supports d'arbres à cames sont directement taillés dans la masse.



Vue externe des deux culasses mettant en évidence leurs différences (à gauche, la nouvelle).

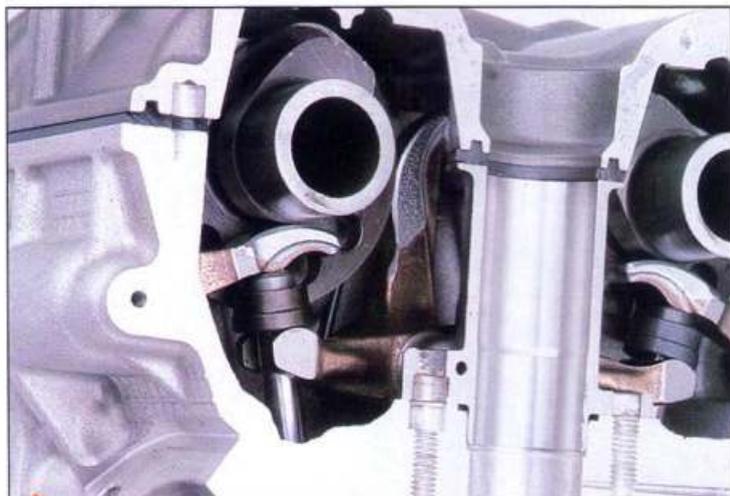


L'ancienne culasse (A) avec les deux axes de rotation des balanciers à l'intérieur et traversant. Dans la nouvelle culasse (B), avec un angle entre soupapes de 25°, l'axe du balancier d'ouverture a été déplacé à l'extérieur alors que celui de fermeture est resté à l'intérieur. Par contre, le faible espace intérieur a contraint les concepteurs à utiliser la pièce centrale en acier forgé pour y usiner les logements borgnes de l'axe du balancier de fermeture.

tique au rapport du moteur de l'Aprilia RSV 1000 SP et s'approchant des standards des multicylindres de plus faible cylindrée unitaire. La vitesse moyenne du piston au régime de puissance maxi est de 21.2 m/s. C'est effectivement une valeur relativement faible avec tous les bénéfices qui en découlent en termes de forces d'inertie et de sollicitations d'ensemble. L'entraxe des bielles de 124 mm est inchangé. Cela a permis de réduire le rapport rayon de manivelle/entraxe à 0.256 (la longueur de la bielle représente 1.95 fois la course). Ce facteur est directement lié aux forces alternatives des premier et second ordres en plus des

efforts du piston sur les parois du cylindre. L'axe de 42 mm du nouveau vilebrequin et le diamètre des paliers sont inchangés. Côté gauche, le cône et la clavette qui servaient à la fixation du volant de l'alternateur ont été remplacés par un arbre cannelé, plus fiable, et comparable à celui utilisé en Superbike la saison dernière. Les bielles sont de classiques Pankl. Elles se sont toujours révélées fiables et ce, dès les premières années de développement de ces moteurs. Elles représentent, avec les Carillo, ce qui se fait de mieux actuellement sur le marché. Il s'agit d'un modèle démontable tournant sur des coussinets lisses aux deux

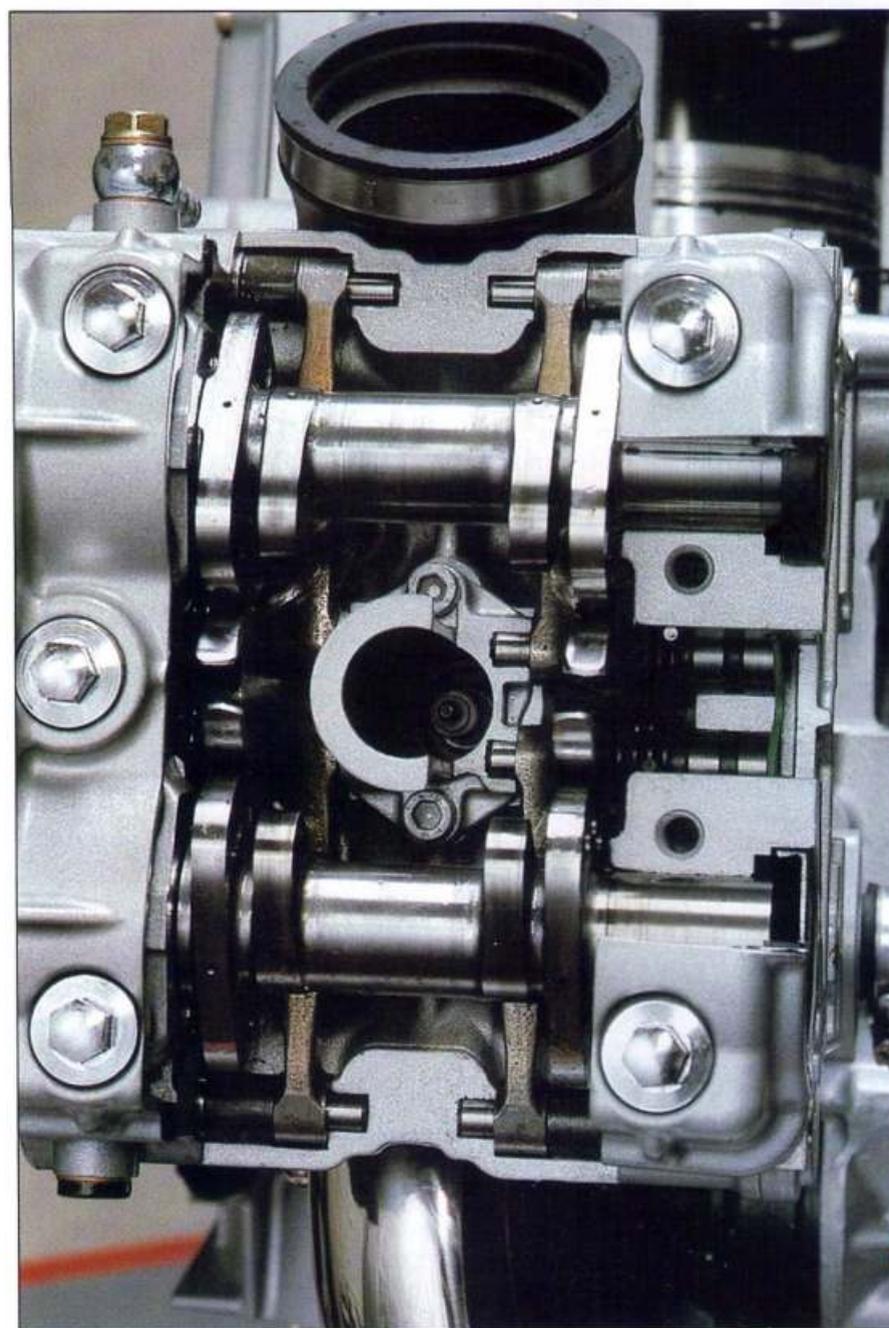
axes. Les pistons forgés viennent de chez Asso. La jupe est très courte et largement ajourée au niveau des portées d'axe. Ce dernier est monté flottant et son diamètre est de 20mm. Les pistons ne sont pas revêtus d'un traitement antifriction. Ils sont équipés de segments en provenance de la firme japonaise NPR (Nippon Piston Ring). Le premier des segments d'étanchéité est maintenant à torsion d'épaisseur 1mm, plutôt qu'en "L". Le second est conique pour une épaisseur de 1.2mm. Le segment racleur en une pièce contenant le ressort est désormais en trois parties. Les cylindres en alliage léger reçoivent un traite-



La pièce centrale de la culasse sert également de pion de centrage dans sa partie basse usinée.



La même pièce centrale, servant aussi de puits de bougie, sectionnée et photographiée côté interne.

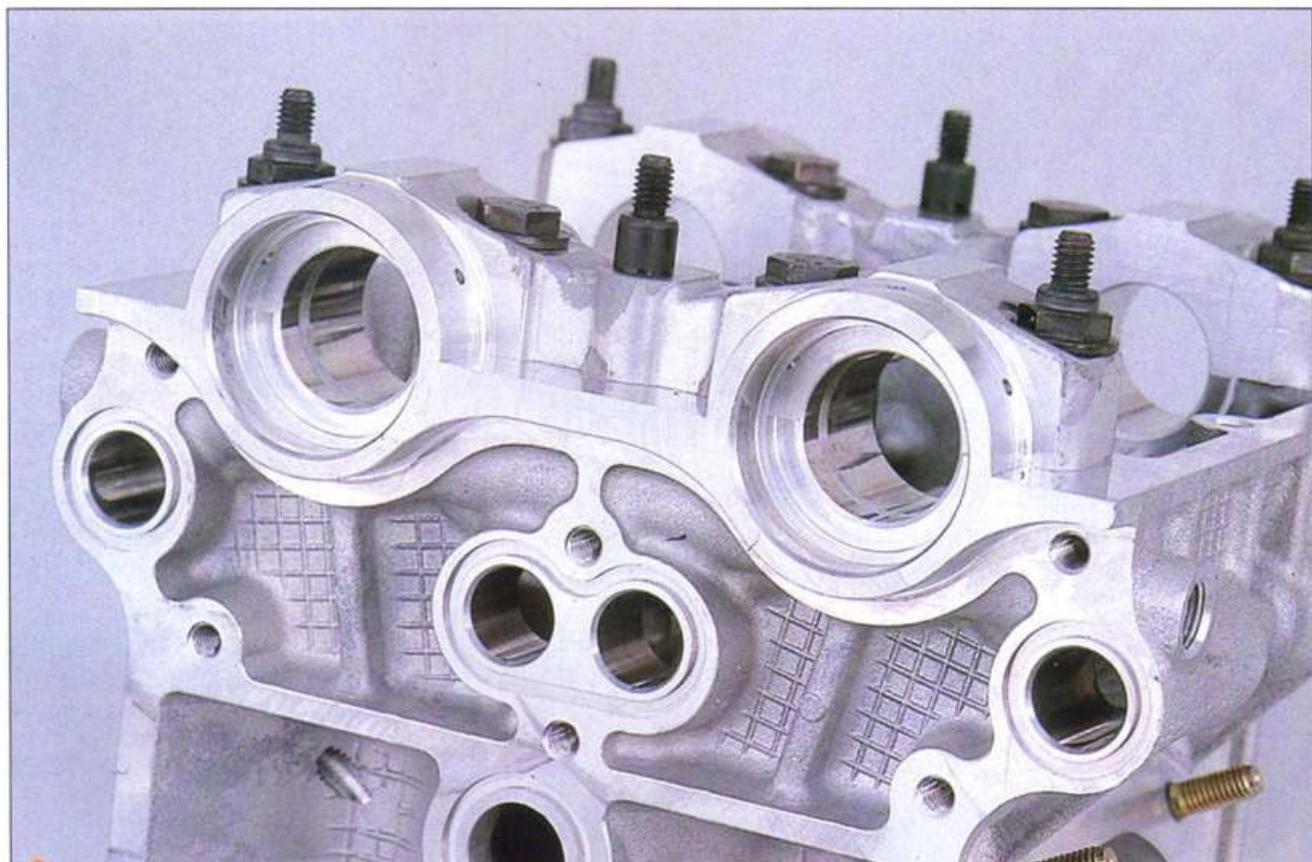


ment de surface au Nickasil. Les passages de liquide de refroidissement ont aussi été modifiés. Suite à de nombreux essais, leur section a été revue à la baisse afin d'accroître les surfaces des plans de joint entre cylindre et culasse. Ces zones sont en effet très sollicitées tant au niveau thermique que mécanique. Déjà sur l'ancienne version, les joints de passage de liquide de refroidissement avaient une section plus faible que celle des passages mêmes, trop importante.

La culasse "testa stretta"

Cette nouvelle culasse est née suite à de nombreuses simulations sur le logiciel CAE (Computer Aided Engineering) lequel permet d'optimiser la dynamique des gaz dans les conduits. L'ensemble est vraiment plus compact avec des conduits plus courts et rectilignes. Le diamètre des soupapes d'admission passe de 36 à 40 mm, celles d'échappement de 30 à 33 mm avec pour résultat une hausse de l'aire de passage de 20%. Les deux types de soupapes ont une tige de 7mm couissant dans un guide reporté. Les sièges de soupape sont à 45° dans la zone d'étanchéité avec des chanfreins de 30° vers la chambre de combustion et de 60° vers le conduit. Celui d'admission est incliné de 42° ▶

Vue intéressante dans laquelle on peut observer le positionnement des petits axes des balanciers et des arbres à cames.



Les supports d'arbres à cames sont désormais directement taillés dans l'aluminium de la culasse. De classiques demi paliers supérieurs maintenus par deux vis chacun complètent le montage.

(contre 35° précédemment). Par rapport à la verticale, les axes de soupapes sont inclinés de 13° pour l'admission et de 12° pour l'échappement, pour une ouverture relative de 25°. La petite bougie de 10 mm prend place dans un puits en position centrale. Pas de double allumage : comme nous le rappelle Mr Bordi, l'efficacité de la combustion est fonction de la turbulence du flux entrant dans la chambre de combustion. Meilleure est cette turbulence et meilleure sera la vitesse de propagation du front de flamme. La position de la bougie est aussi très importante, elle doit absolument être centrale. Deux bougies en position latérale donnent souvent lieu à une propagation anormale du front de flamme avec parfois pour conséquence un phénomène de détonation incontrôlée. La forme de la chambre de combustion est dès lors extrêmement compacte. À première vue, les soupapes semblent presque parallèles et le ciel du piston paraît plat, seules les empreintes des soupapes viennent briser cette planéité. Le joint de culasse, de type "multi layer" (à strates), est composé de fines tôles

d'acier. Le rapport volumétrique est fixé à 11.4 pour 1. Un grand soin a été apporté à la cinématique de la distribution car cette dernière a été entièrement redessinée en fonction des conduits. En particulier, les axes des balanciers d'ouverture et de fermeture sont positionnés respectivement à l'extérieur et à l'intérieur, par rapport à l'axe des soupapes. De plus, ils ne sont plus traversant mais maintenus dans des logements borgnes. La conception de la pièce centrale en acier forgé est à notre avis très judicieuse. Elle assume les fonctions de puits de bougie, de support d'axe des balanciers de fermeture et de pion de centrage. Enfin, les deux arbres à cames tournent sur des supports directement usinés dans l'aluminium de la culasse, les demi paliers supérieurs étant fixés par deux vis. Cette configuration permet une plus grande accessibilité mécanique et en conséquence, la simplification des opérations de manutention et de réglage. Cette zone du moteur, de part la modification des paramètres de lubrification, a été l'objet d'intenses test expérimentaux, pour finalement aboutir à la réduction de la quantité

d'huile utilisée. Comme le veut la tradition Ducati, l'entraînement de la distribution est confié à deux courroies crantées HDT2 larges de 21 mm. Les poulies menées sont centrées sur un axe en acier en bout d'arbre à cames et maintenues par trois vis. Pour permettre les réglages, les perçages des poulies sont oblongs. Ce système simple, après quelques affinements techniques, s'est avéré parfait. Pour réduire les oscillations des courroies, les galets ont été déplacés et leur diamètre revu à la hausse. Fruits de ces modifications, 99 kW (135 CV) à 10000 tours/minute et un couple maxi de 105 Nm (10.3 kgm) à 8000 tours/minutes, données fournies par le constructeur pour le moteur de série. Il y a encore quelques années, cette puissance était celle de la 888 officielle alors qu'elle est aujourd'hui disponible sur un moteur de série au taux de fiabilité nettement plus élevé. En ce qui concerne le championnat Superbike, de bons résultats sont légitimement attendus de la version course et c'est sur cette dernière évolution que reposent les espoirs de tous les passionnés de la marque transalpine.