

# La nouvelle BMW HP4 RACE. Table des matières.



<b>1</b>	<b>La nouvelle BMW HP4 RACE.</b>	
	(Résumé) .....	2
<b>2</b>	<b>Ensemble mécanique.</b> .....	5
<b>3</b>	<b>Partie cycle et habillage.</b> .....	10
<b>4</b>	<b>Systèmes électriques et électroniques, dotation.</b> .....	17
<b>5</b>	<b>Puissance et couple moteur.</b> .....	21
<b>6</b>	<b>Fiche technique.</b> .....	22

# 1 La nouvelle BMW HP4 RACE. (Résumé)



## **La nouvelle BMW HP4 RACE: high-tech et innovation faits main pour des performances de pointe sur circuit.**

De tous temps, des solutions techniques vouées aux performances maximales sur circuit caractérisent les motos de course d'usine perfectionnées dans le moindre détail et triées sur le volet. La nouvelle HP4 RACE présentée par BMW Motorrad est une moto de course pur sang qui sera construite en édition limitée à 750 exemplaires. Sa fabrication manufacturée a été confiée à une petite équipe hautement spécialisée, ce qui garantit une qualité du plus haut niveau.

Pour ce qui est de l'ensemble mécanique, de l'électronique et des éléments de suspension, la nouvelle HP4 RACE ne le cède en rien aux motos d'usine actuellement alignées en Superbike; quant à la partie cycle avec son cadre carbone, elle se situe même un cran au-dessus. Accusant un poids de 171 kilogrammes en ordre de marche et tous pleins faits, la nouvelle HP4 RACE fait même mieux que les motos d'usine actuelles disputant le Championnat du Monde de Superbike et dépasse à peine le poids des motos officielles engagées en MotoGP.

## **Cadre principal monocoque en carbone de fabrication industrielle à partie arrière autoporteuse, roues en carbone.**

En lançant la HP4 RACE, BMW Motorrad est le premier constructeur de motos au monde à permettre la fabrication industrielle en petite série d'un cadre principal 100 pour cent carbone ne pesant que 7,8 kilogrammes et à rendre ainsi cette technologie prometteuse accessible au plus grand nombre. Les jantes avant et arrière sont réalisées avec le même matériau high-tech qui apporte un allègement de quelque 30 pour cent par rapport à des jantes en alliage léger forgé en présence d'une conception ciblée de la rigidité.

## **Éléments de suspension Öhlins, bras oscillant à renfort inférieur et étriers de frein Brembo monoblocs issus du Championnat du Monde de Superbike.**

La nouvelle HP4 RACE répond aussi à l'ambition de la technologie de course de plus haut niveau pour ce qui est des éléments de la suspension et des freins. La fourche inversée de type FGR 300 et le combiné ressort/amortisseur de type TTX 36 GP sont tous deux fournis par l'équipementier suédois Öhlins et sont mis en œuvre sous une forme

strictement identique au Championnat du Monde de Superbike ainsi qu'en MotoGP. Le bras oscillant à renfort inférieur en alliage léger constitué de pièces fraisées et de pièces de tôle est un autre composant qui correspond à ce qui est utilisé au Championnat du Monde de Superbike.

Le système de freinage de la nouvelle HP4 RACE comprend deux étriers de frein Brembo monoblocs du type GP4 PR, des composants qui sont eux aussi plutôt l'apanage des motos alignées en championnat du monde. Les pistons en titane et les étriers monoblocs en aluminium à surface nickelée représentent la meilleure association de matériaux actuellement disponible en la matière. Associés à des disques de frein en acier T-Type-Racing, d'un diamètre de 320 millimètres et d'une épaisseur de 6,75 millimètres, le système offre des performances de freinage exceptionnelles.

**Moteur de course pur sang et boîte de vitesses racing « close ratio » à rapports de démultiplication adaptés selon la spécification du Championnat du Monde.**

La nouvelle HP4 RACE bénéficie d'un moteur racing pur sang ressemblant aux spécifications 6.2 et 7.2, comme au Championnat du Monde d'Endurance et de Superbike. La puissance de pointe est de 158 kW (215 ch) à 13900 tr/min. Le couple maximal de 120 Newtons-mètres est atteint à 10000 tr/min. Le régime maximal a été porté à 14500 tr/min contre 14200 tr/min sur le moteur de la S 1000 RR. Visant des performances maximales, la moto fait appel à une boîte à six rapports du type « close ratio » se distinguant par un étagement optimisé des rapports et différentes transmissions secondaires (livraison avec plusieurs pignons et couronnes de chaîne).

**Système électrique à poids optimisé, tableau de bord 2D et Contrôle de traction dynamique DTC, frein moteur EBR, protection anti-wheeling et autres éléments électroniques.**

La nouvelle BMW HP4 RACE est équipée d'un pack complet de systèmes de régulation et d'assistance électroniques ainsi que d'un réseau de bord électrique à poids optimisé, développé pour répondre aux exigences de la course. Le tableau de bord 2D avec mémoire de données extractibles (enregistreur de données 2D) fournit une multitude d'informations.

Le Contrôle de traction dynamique DTC acoustiquement perceptible et géré par coupure d'allumage, le frein moteur EBR et la protection anti-wheeling offrent de nombreuses possibilités d'adaptation à différents circuits et à différentes conditions de piste. Ils peuvent être programmés pour chaque rapport, selon le souhait du pilote, et permettent d'exploiter idéalement l'énorme potentiel dynamique de la nouvelle HP4 RACE. D'autres éléments

électroniques: le Pit lane limiter qui surveille le respect de la limitation de vitesse dans l'allée des stands et le Launch Control qui assure des départs de course parfaits.

### **Éléments de carénage légers en carbone et réservoir en aluminium brossé à la main.**

Le carénage en carbone, le cache boîte à air et le capot de selle de la nouvelle HP4 RACE arborent les couleurs BMW HP Motorsport. Un réservoir en aluminium brossé à la main, puis enduit d'un vernis transparent souligne le look racing haut de gamme.

### **Les points forts de la nouvelle BMW HP4 RACE en un coup d'œil:**

- Cadre principal monocoque en carbone n'accusant que 7,8 kilogrammes sur la balance.
- Partie arrière du cadre en carbone de type autoporteur, réglable sur trois hauteurs.
- Jantes en carbone à poids réduit d'environ 30 pour cent par rapport à des jantes en alliage léger forgé.
- Fourche inversée Öhlins type FGR 300.
- Combiné ressort/amortisseur Öhlins type TTX 36 GP.
- Étriers de frein Brembo monoblocs type GP4 PR associés à des disques de frein en acier T-Type-Racing d'un diamètre de 320 millimètres (épaisseur: 6,75 mm) à l'avant.
- Moteur de course au niveau des moteurs du Championnat du Monde débitant 158 kW (215 ch) à 13900 tr/min et un couple maximal de 120 Newtons-mètres à 10000 tr/min.
- Boîte de vitesses racing « close ratio » à rapports de démultiplication adaptés.
- Système électrique à poids optimisé avec une batterie lithium-ion léger de 5 Ah.
- Tableau de bord 2D et système d'acquisition de données 2D, enregistreur de données compris.
- Contrôle de traction dynamique DTC (programmable sur 15 niveaux, rapport par rapport).
- Frein moteur EBR (programmable sur 15 niveaux, rapport par rapport).
- Protection anti-wheeling (programmable rapport par rapport).
- Launch Control (fonction de départ automatisé).
- Pit lane limiter (limitation de la vitesse dans l'allée des stands).
- Éléments de carénage légers en carbone dotés de fixations rapides.
- Coloris BMW HP Motorsport.
- Fabrication manufacturée de 750 unités.

## 2 Ensemble mécanique.



« Avec le moteur de la nouvelle HP4 RACE, nous proposons un moteur de course du niveau des moteurs de Championnat du Monde. La fabrication manufacturée assure la qualité maximale du point de vue du rendement et de la fiabilité. »

### **Rudolf Schneider**

Chef de projet produits à 4 et à 6 cylindres

### **Le moteur de la nouvelle HP4 RACE: technologie de course HP pur sang pour des performances du plus haut niveau.**

La nouvelle HP4 RACE bénéficie d'un moteur de course pur sang. À la base, il s'agit du moteur de course hautes performances de la S 1000 RR développé en vue du Championnat du Monde d'Endurance et de Superbike et répondant à la spécification régissant le Championnat du Monde. Il débite une puissance de pointe de 158 kW (215 ch) à 13900 tr/min, soit 12 kW (16 ch) de plus que le moteur animant la RR homologuée pour la route. Le couple maximal de 120 Newtons-mètres est atteint à 10000 tr/min (RR: 113 Nm à 10500 tr/min). Le régime maximal a été porté à 14500 tr/min contre 14200 tr/min sur le moteur de base.

### **Fabrication manufacturée aussi sophistiquée que fascinante du moteur de course repéré par sa propre tranche de numéros.**

À l'instar de toute la moto, le moteur de course propulsant la HP4 RACE est assemblé à la main par une petite équipe d'experts à l'Usine BMW Motorrad de Berlin. Une longue expérience de la course et une profonde expertise technique auxquelles se joignent l'enthousiasme et l'amour du détail, créent les conditions nécessaires à la construction d'un moteur de course haut de gamme.

### **Arbres à cames modifiés et ligne d'admission optimisée pour un net gain de puissance et de couple.**

La culasse reprise de la RR, par sa géométrie, l'usinage des conduits d'admission et d'échappement, la conception de la chambre de combustion et la distribution, offre déjà des conditions idéales pour un moteur de course. En témoignent d'innombrables victoires de course et titres remportés au cours des dernières années.

Pour accroître la puissance et le couple, les motoristes ont donc pu se concentrer sur la mise en œuvre de nouveaux arbres à cames d'admission et d'échappement et sur des modifications et des optimisations ciblées de la boîte à air et de la préparation du mélange. Ainsi, les arbres à cames autorisent des levées plus importantes aux soupapes d'admission et d'échappement également reprises de la RR et, avec les durées d'ouverture recalculées des soupapes et les ressorts de soupapes adaptés en conséquence, ils réunissent les conditions requises pour obtenir un gain de puissance.

Comme le moteur de la RR, le moteur de course de la HP4 RACE, qui présente un rapport volumétrique de 13,7 à 13,9/1, se distingue par des longueurs d'admission variables. Un servomoteur monté sur la boîte à air et géré par cartographie varie en effet la longueur des trompes d'admission sur deux étages. À partir d'un régime de 11 500 tr/min, le système ouvre les trompes d'admission courtes, favorables au débit de la puissance maximale. Les trompes d'admission ont cependant été recalculées pour leur mission sur la HP4 RACE. Elles sont plus longues et présentent une section plus grande. S'y ajoute la mise en œuvre d'une boîte à air avec des trompes d'air et des leviers de réglage optimisés.

### **Embiellage allégé avec des bielles ultrarésistantes et des pistons sélectionnés pour un velouté et une endurance optimums.**

Le carter moteur divisé dans le plan horizontal de la HP4 RACE correspond à celui de la RR. Afin de réduire les pertes par frottement, les surfaces de glissement des cylindres, intégrées dans le demi-carter supérieur et réalisées par compression isostatique à chaud (CIC ou HIP en anglais) pour obtenir un matériau de départ aussi homogène que possible, sont soumises à un honage polissage spécifique. Associées aux pistons en alliage léger de série de la RR, elles offrent les meilleures conditions pour un moteur de course hautes performances. Pour remplir leur mission sur la nouvelle HP4 RACE, les pistons et les bielles sont cependant sélectionnés en fonction de leur poids afin de minimiser les différences des masses oscillantes entre les quatre unités de cylindres pour un velouté et une tenue mécanique maximums.

Pour répondre aux exigences mécaniques accrues d'un moteur de course, le groupe de la nouvelle HP4 RACE fait appel à des bielles fraisées en acier matricé à haute résistance fournies par le renommé équipementier autrichien Pankl. Le vilebrequin soumis à un équilibrage de précision tient compte des nouveaux rapports de masse. Il a été allégé d'environ 200 grammes pour permettre l'exploitation en course et pouvoir monter en régime avec une grande spontanéité. Cet allègement est obtenu grâce à des alésages

aménagés dans les masselottes ainsi que dans le pignon de transmission primaire sur le côté droit du vilebrequin.

### **Jeux de paliers optimisés pour l'exploitation en course et alimentation en huile adaptée en conséquence.**

La réduction des pertes par frottement est un facteur essentiel pour tout moteur de course. Elle détermine la puissance moteur effectivement transmise à la roue arrière pour assurer l'accélération. D'où une attention particulière prêtée par les motoristes aux jeux de paliers lors de l'assemblage du moteur de la HP4 RACE. Un jeu trop faible n'étant pas souhaitable afin de maintenir les pertes par frottement à un niveau minimum, les coussinets des paliers lisses du vilebrequin et des bielles sont sélectionnés selon une plage de tolérances étroite, spécialement définie pour le moteur de la HP4 RACE.

Dans ce contexte, le système d'alimentation en huile adapté sert également à assurer la réduction des pertes par frottement et un apport optimal en lubrifiant. Ainsi, la pression d'huile a été ajustée exactement aux exigences techniques du moteur en course ainsi qu'à l'huile moteur utilisée du type Shell Advantec Ultimate 0W40.

Le carter d'huile en aluminium fraisé dans la masse, anodisé noir et disposé sur le côté droit contribue lui aussi à l'optimisation de l'alimentation en huile. Sa géométrie étant adaptée au cheminement de la ligne d'échappement, le carter d'huile n'assure pas seulement l'alimentation infaillible du côté aspiration de la pompe à huile, mais dispose en plus d'une valve de régulation réglable de la pression d'huile.

Les radiateurs d'huile et d'eau correspondent aux composants de série de la RR. À l'instar de ce qui se fait dans la compétition, il n'y a cependant pas de ventilateur. Alors que la pression régnant dans le radiateur de série s'élève à 1,2 bar, le système de refroidissement de la nouvelle HP4 RACE fonctionne avec une pression allant jusqu'à 1,8 bar. Le point d'ébullition du liquide de refroidissement passe ainsi à sensiblement plus de 100 degrés centigrade, ce qui améliore radicalement le refroidissement du moteur.

### **Ligne d'échappement racing 4-en-2-en-1 légère en titane.**

La conception de la ligne d'échappement prend une part essentielle dans le développement d'un moteur de course. Conformément aux exigences du quatre cylindres en ligne, la HP4 RACE dispose d'une ligne d'échappement 4-en-2-en-1 en titane léger. Même les brides de collecteur sont en titane. Cette ligne d'échappement est la meilleure solution possible pour assurer un couple corsé dans la plage des régimes moyens et une puissance de pointe élevée pour un poids réduit. Le silencieux arrière adapté quant à la contre-

pression des gaz et gainé carbone s'inscrit également dans la construction allégée.

**Boîte HP racing à six rapports du type « close ratio » à rapports de démultiplication optimisés et différentes transmissions secondaires pour les meilleurs temps au tour.**

Il n'est possible de boucler des tours ultrarapides sur circuit que lorsque les rapports de démultiplication de la boîte de vitesses et, par là, les démultiplications totales, sont parfaitement adaptés aux conditions locales. C'est pourquoi toutes les paires de pignons de la boîte à six rapports équipant la nouvelle HP4 RACE ont été recalculées, à l'exception de celle du 3<sup>e</sup> rapport.

Les motos conçues pour la route doivent faire des concessions à l'usage quotidien ; c'est particulièrement vrai pour les rapports de boîte. C'est ainsi qu'elles disposent d'un 1<sup>er</sup> rapport relativement court – par exemple pour la circulation en ville ou le démarrage en côte – alors que l'ouverture des autres rapports est plutôt grande.

La boîte à six rapports de la nouvelle HP4 RACE, déclinée de celle de la RR, est en revanche entièrement axée sur une utilisation sur circuit. C'est ainsi que les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> rapports sont plutôt longs, alors que la démultiplication des rapports 4 à 6 est relativement courte. Avec une transmission primaire identique, cela signifie que les transitions entre rapports sont rapprochées pour obtenir des performances optimales sur circuit et, donc, la meilleure accélération possible. En outre, la HP4 RACE est livrée avec un choix de plusieurs pignons et couronnes de chaîne pour permettre l'adaptation de la transmission finale à différentes conditions de piste.

<b>Rapport</b>	<b>HP4 RACE</b>			<b>S 1000 RR</b>		
<b>1</b>	18	43	2,38889	17	45	2,64706
<b>2</b>	22	44	2,00000	22	46	2,09091
<b>3</b>	<b>22</b>	<b>38</b>	<b>1,72727</b>	<b>22</b>	<b>38</b>	<b>1,72727</b>
<b>4</b>	22	34	1,54545	24	36	1,50000
<b>5</b>	25	35	1,40000	25	34	1,36000
<b>6</b>	24	31	1,29167	23	29	1,26087
<b>Primaire</b>	<b>46</b>	<b>76</b>	<b>1,65217</b>	<b>46</b>	<b>76</b>	<b>1,65217</b>



### **Grille de passage de rapports inversée et shifter HP Pro pour monter et descendre les rapports sans actionner l'embrayage.**

La nouvelle HP4 RACE répond en dotation standard au souhait de nombreux pilotes amateurs de circuit qui préfèrent une grille de passage de rapports inversée avec le 1<sup>er</sup> rapport en haut et les rapports 2 à 6 en bas.

Le shifter HP Pro spécialement adapté à la HP4 RACE permet de monter les rapports sans actionner l'embrayage et offre ainsi une accélération parfaite quasiment sans rupture de charge. Grâce à la fonction « coup de gaz », il permet aussi de rétrograder sans intervenir activement sur l'embrayage ou les papillons des gaz dans les plages de régimes et de charge importantes. Les passages de rapports sont ainsi ultrarapides et l'actionnement de l'embrayage est réduit à un minimum, ce qui favorise des temps au tour optimums.

Rétrograder sans devoir actionner l'embrayage présente de gros avantages, surtout lorsque le pilote tourne à un rythme soutenu sur circuit. En effet, il n'est pas obligé de modifier la position de la main gauche pour saisir le levier d'embrayage, celui-ci ne devant plus être actionné. En outre, les influences indésirables du transfert de charge sur la roue arrière sont sensiblement réduites, si bien que la moto garde encore mieux le cap.

### **Rodage et mesure de la puissance sur le banc d'essai pour une exploitation immédiate sur circuit et des performances de pointe.**

L'assemblage manufacturé de chaque moteur HP4 RACE doté sur la face extérieure de vis en titane léger se termine par le rodage sur le banc moteur pour que le client puisse plus tard exploiter sa moto directement sur circuit.

Le rodage s'accompagne d'une mesure de la puissance: le moteur est mesuré sur le banc d'essai afin de garantir la puissance moteur de 158 kW (215 ch). À la fin, les durées d'ouverture et le jeu des soupapes sont à nouveau contrôlés et ajustés, si nécessaire. Avant que le moteur ne soit implanté dans la partie cycle de la HP4 RACE, le remplissage d'huile est renouvelé, puis le moteur est plombé.

## 3 Partie cycle et habillage.



« Avec le cadre carbone de la nouvelle HP4 RACE que nous réalisons dans une fabrication industrielle, nous ouvrons un chapitre inédit dans la construction des parties cycles pour motos. En effet, les meilleures qualités techniques possibles vont ici pour la première fois de pair avec une qualité de production constante et une parfaite rentabilité. »

### **Christian Gonschor**

Chef de projet HP4 RACE

#### **La partie cycle de la nouvelle HP4 RACE: technologie racing fascinante équivalente à celle des motos de course d'usine et même un cran au-dessus grâce à la technologie innovante du carbone.**

La conception racing rigoureuse de la nouvelle HP4 RACE ne se reflète pas seulement dans son ensemble mécanique axé sur la performance maximale. En effet, le dynamisme hors classe de la nouvelle HP4 RACE résulte pour une part absolument essentielle de la technique de sa partie cycle.

BMW Motorrad – qui par le passé a toujours joué un rôle de pionnier dans de nombreux domaines techniques avec, par exemple, le Race ABS, le shifter Pro, le Contrôle de traction dynamique DTC ou encore le Contrôle dynamique de l'Amortissement DDC – s'engage ainsi une fois de plus dans de nouvelles voies avec la HP4 RACE. En lançant cette machine, BMW Motorrad est le premier constructeur de motos au monde à permettre la fabrication industrielle d'un cadre principal tout carbone par injection RTM (moulage par injection de résine à basse pression ou Resin Transfer Moulding) en une petite série de 750 unités et à rendre ainsi cette technologie prometteuse accessible au plus grand nombre.

Mais les moyens techniques que BMW Motorrad a déployés notamment dans le domaine de la construction allégée, pour la réalisation de la nouvelle HP4 RACE ne se limitent pas au cadre carbone. En effet, la jante avant et la jante arrière sont elles aussi en ce matériau léger à haute résistance. S'y ajoutent des éléments de suspension très haut de gamme du spécialiste suédois Öhlins, mis en œuvre sous une forme identique au Championnat du Monde de Superbike ainsi qu'en MotoGP.

## **BMW Group, pionnier de la fabrication industrielle de composants de véhicules en carbone.**

En 2013, BMW Group avait ouvert une nouvelle ère en introduisant le carbone comme matériau dans la construction automobile. Avec le démarrage de la production de série de la voiture électrique BMW i3 et de la voiture de sport à hybride rechargeable BMW i8, le constructeur n'avait pas seulement mis sur roues les premières voitures premium au monde conçues dès le départ pour ces formules d'entraînement. En effet, l'habitacle de la BMW i3 étant réalisé entièrement en carbone, matériau ultraléger et ultrarésistant, il a aussi réussi à compenser le surpoids de la batterie requise pour l'entraînement électrique. Pour la structure de sa carrosserie, la BMW Série 7 mise, elle aussi, sur le carbone intégré à un mix de matériaux intelligents.

Depuis le lancement commercial de la BMW M3 CSL en 2003, BMW Group est la première entreprise au monde à avoir industrialisé le procédé de fabrication du carbone en vue de son utilisation dans la construction d'automobiles de grande série. Ce procédé de fabrication industrialisé est rentable et il est un prérequis pour la fabrication de composites carbone de grandes dimensions pour véhicules.

## **Avec la HP4 RACE, la technologie du carbone dédiée à une construction de châssis tournée vers l'avenir fait son entrée sur les motos.**

BMW Group conforte, avec la nouvelle HP4 RACE, son rôle de pionnier dans la mise en œuvre industrielle du carbone dans la construction de véhicules et propose pour la première fois une petite série de motos dotées d'un cadre principal en carbone moulé par un procédé RTM industriel. Il s'agit d'une architecture de cadre que seul BMW Motorrad propose sous cette forme.

En principe, l'application visée et le procédé de fabrication définissent différentes variantes de la technologie du carbone. Ainsi, le terme « **Carbonview** » regroupe des composants tels que les enjoliveurs ou les éléments de style particulièrement mis en avant qui exploitent avant tout les qualités visuelles et esthétiques du carbone. Le gain de poids ou de résistance passent ici au second plan. Les matériaux mis en œuvre sont en règle générale les tissus de fibres de carbone et la résine époxy traités selon la méthode de stratification manuelle (laminage manuel) ou bien à l'aide d'outils de moulage par compression.

En revanche, le terme « **Carboncore** » désigne les composants faisant appel au carbone comme matériau fonctionnel destiné à réduire le poids et/ou à augmenter la résistance d'un composant par rapport au même composant fabriqué avec un autre matériau, tel que l'acier, l'aluminium ou le magnésium.

Les matériaux de départ sont ici des tissus ou des mats. Ils sont placés dans l'outil de fabrication (moule) puis injectés d'une résine réactive à deux composantes (procédé RTM: moulage par injection de résine à basse pression ou Resin Transfer Moulding).

La catégorie « **Carbondrive** » regroupe les mats à fibres dites sans fin traités selon le procédé RTM. Il s'agit dans ce cas d'atteindre un rapport optimal entre la rigidité en torsion, en flexion et latérale d'une part et le poids de l'autre pour les composants hautement sollicités qui sont déterminants pour le dynamisme, tels que le cadre ou les roues.

### **Cadre principal et partie arrière de cadre en carbone pour réduire le poids tout en optimisant la rigidité en flexion, en torsion et latérale.**

Le cadre principal de la nouvelle HP4 RACE est un cadre périmétrique en carbone intégrant le moteur incliné de 32 degrés vers l'avant comme un élément porteur. La partie arrière autoporteuse du cadre est, elle aussi, en carbone et vissée sur le cadre principal en quatre points. Pour obtenir le meilleur comportement routier et le meilleur toucher de la route possibles, la conception et les formes du cadre ont été étudiées de sorte à lui conférer des rigidités différentes, soit un comportement défini tant en flexion qu'en torsion et une grande rigidité latérale. Ce facteur était par le passé l'un des principaux points faibles dans la conception de cadres en carbone – notamment en course où le « flex » de la partie cycle joue sur l'adhérence mécanique et peut donc décider de la victoire ou de la défaite.

Alors que les torsions de la partie cycle autour de l'axe vertical sont en règle générale indésirables, une certaine souplesse du cadre dans le sens transversal stabilise la moto en virage. Ce sont là des facteurs auxquels les ingénieurs ont prêté une attention particulière lors du développement du cadre carbone de la HP4 RACE. Ainsi, l'ensemble formé par le cadre principal, la partie arrière du cadre et le bras oscillant a été travaillé pour offrir une interaction optimale entre rigidité et souplesse afin que le pilote de la HP4 RACE bénéficie au maximum de ce que la moto offre en matière de traction, de précision et de toucher de la route.

### **Cadre principal monocoque de 7,8 kilogrammes présentant des cloisons et des inserts intégrés à la fabrication pour une tenue mécanique maximale.**

N'accusant que 7,8 kilogrammes sur la balance, le cadre principal en carbone de la nouvelle HP4 RACE gagne pas moins de 4 kilogrammes sur son pendant en aluminium qui équipe la RR du millésime 2017. Le cadre principal en carbone est du type monocoque et donc réalisé en une seule pièce, ce qui

élimine les points faibles potentiels tels que le collage ou le vissage de pièces individuelles.

La fabrication monocoque du cadre et la méthode de fabrication industrielle selon le procédé RTM sont la base d'une qualité de fabrication constante de niveau élevé et de qualités physiques constantes. Le corps du cadre, creux mais rigidifié par des cloisons dans ses profilés latéraux, se distingue ainsi par une mise en œuvre technique optimale du carbone et offre, à la clé, des qualités idéales pour assurer le comportement dynamique parfait de la nouvelle HP4 RACE. En association avec les jantes et la partie arrière du cadre, également en carbone, il apporte une contribution décisive au poids réduit de la nouvelle HP4 Race qui ne pèse que 171 kilogrammes en ordre de marche et tous pleins faits.

La résistance à la fatigue était également inscrite tout en haut de la liste des priorités pour le développement du cadre principal en carbone. Dans ce contexte, tous les logements de paliers et autres points de vissage en métal – appelés inserts – revêtent une importance primordiale. Sur la nouvelle HP4 RACE, où ils sont directement intégrés au procédé de fabrication carbone, ils sont en plus protégés contre la corrosion par une isolation en fibres de verre et se distinguent par le serrage durable indispensable réalisé grâce à une conception particulière à liaison mécanique par complémentarité de forme.

**Ergonomie facile à adapter grâce à la partie arrière de cadre en carbone de type autoporteur, réglable en hauteur, et aux repose-pied réglables.**

La partie arrière de cadre équipant la nouvelle HP4 RACE est également en carbone afin de concilier poids réduit et résistance élevée. Toutefois, il n'a pas été nécessaire de faire appel au procédé RTM sophistiqué pour la réaliser. En effet, elle est moulée par stratification manuelle, soit selon la méthode classique du traitement du carbone. Ce laminé est formé par un tissu sergé en carbone et de la résine époxy. Pour maximiser la résistance et la stabilité thermique, le composant est en plus recuit. La partie arrière de cadre en carbone permet de régler la hauteur d'assise sur trois positions. La moto est livrée avec une hauteur de selle de 831 millimètres, la position basse étant de 816 millimètres et la position haute de 846 millimètres. Les repose-pied HP fraisés en aluminium et réglables sur huit positions permettent de peaufiner l'ajustage ergonomique de la HP4 RACE.

### **Jantes carbone légères pour une maniabilité, une accélération et une performance de freinage optimales.**

La rigueur qui a présidé au développement de la nouvelle HP4 RACE pour atteindre un dynamisme maximal se reflète aussi dans les deux jantes de 17 pouces d'une largeur de 3,5 pouces à l'avant et de 6,0 pouces à l'arrière. Comme le cadre principal, elles relèvent de la catégorie « Carbondrive » et ont été réalisées en conséquence, en l'occurrence selon le procédé du tressage de fibres (« braiding ») dans lequel toute la structure requise pour la jante est tressée en une seule passe sur une machine.

Par rapport à des jantes en alliage léger forgé classiques, les jantes carbone monoblocs de la nouvelle HP4 RACE pèsent environ 30 pour cent de moins et engendrent des forces gyroscopiques réduites d'environ 40 pour cent. Ces énormes réductions se traduisent par une amélioration radicale de la maniabilité, des changements de direction plus rapides dans les chicanes et, vu la baisse des masses en rotation, par une amélioration de l'accélération et des performances de freinage qui sont d'autres conditions indispensables pour boucler des tours rapides sur le circuit de course.

En plus, les jantes carbone de la nouvelle HP4 RACE offrent des avantages en termes de souplesse et de résistance à la rupture par rapport à des jantes en alliage léger forgé. Alors qu'en essai, une roue forgée a cassé et s'est dégonflée abruptement au passage d'un obstacle de 70 millimètres de haut à une vitesse de 120 km/h, la roue carbone a absorbé toute l'énergie induite dans le creux de sa jante, puis résorbé la déformation et repris sa forme initiale. Dans ce genre de situation, il n'y a donc pas de dégonflage brusque et le pilote peut poursuivre sa course à vitesse réduite pour rentrer au stand.

Pour la nouvelle HP4 RACE, la chaîne de dégâts est conçue de sorte qu'en cas de chute, le cadre et les jantes carbone soient les derniers composants à céder.

### **Fourche inversée haut de gamme de type Öhlins FGR 300 et étriers de freins monoblocs de type Brembo GP 4 PR issus du Championnat du Monde de Superbike.**

Alors que les motos homologuées pour la route font l'objet de compromis quant au tarage de leurs suspensions, les motos de course pur sang obéissent à des impératifs rigoureux pour boucler des tours rapides. C'est pourquoi la nouvelle HP4 RACE bénéficie d'une fourche inversée Öhlins de type FGR 300 telle qu'on la trouve au Championnat du Monde de Superbike. En l'associant avec le combiné ressort/amortisseur arrière spécifique, BMW Motorrad offre un ensemble de suspensions qui est normalement l'apanage des motos alignées au Championnat du Monde.

Outre une qualité de fabrication exceptionnelle et des tubes plongeurs revêtus de nitrure de titane pour des réactions parfaites, la fourche Öhlins FGR 300 est entièrement réglable. Ainsi, l'amortissement en détente et en compression sont réglables au même titre que l'amortissement haute et basse vitesse. Pour sa mission sur la nouvelle HP4 RACE, la fourche a été adaptée pour ce qui est de la raideur des ressorts, des cales pour les valves d'amortisseurs et de l'ensemble du système hydraulique. Le débattement total est de 130 millimètres. La grande exclusivité de la nouvelle HP4 RACE est mise en relief par une plaquette en carbone fixée sur le té de fourche supérieur pour indiquer le numéro de production de la moto (1 à 750).

Des étriers de frein monoblocs haut de gamme de type Brembo GP4 PR, réservés normalement au Championnat du Monde de Superbike et au MotoGP, assurent à la nouvelle HP4 RACE une décélération optimale et une endurance extrême. Ils se distinguent par des pistons en titane à revêtement réduisant le frottement et des corps traités au nickel, y compris les surfaces de glissement des pistons, pour une sécurité de fonctionnement et des performances de freinage maximales. Les disques de frein flottants T-Type-Racing en acier ont un diamètre de 320 millimètres et une épaisseur de 6,75 millimètres. Le frein à main est actionné par un maître-cylindre Brembo Racing de type RSC 19 x 18 fraisé en aluminium. Sur la roue arrière, un étrier fixe à quatre pistons en titane s'associe à un disque de frein flottant de 220 millimètres de diamètre (épaisseur : 4,0 mm) pour accompagner la décélération.

**Bras oscillant sophistiqué en alliage léger et combiné  
ressort/amortisseur Öhlins de haute technicité avec réglage de  
hauteur emprunté au Championnat du Monde de Superbike.**

Le guidage de la roue arrière est assuré par un bras oscillant à renfort inférieur d'une longueur de 604 millimètres qui réussit aussi au Championnat du Monde de Superbike. Les ingénieurs ont renoncé en toute connaissance de cause à la possibilité de recourir au carbone pour ce composant. En effet, le bras oscillant du Championnat du Monde de Superbike avec son corps en aluminium fraisé dans la masse hautement résistant associé à des tôles d'aluminium soudées offre déjà un résultat optimum qui a fait ses preuves en matière de poids, de rigidité, de traction et de feed-back.

Un combiné Öhlins du type TTX 36 GP articulé par un système de biellettes optimisé pour le circuit de course se charge de l'amortissement et de la suspension. Comme la cinématique des biellettes qui affiche des points d'articulation s'écartant de ceux de la RR, le combiné ressort/amortisseur est également mis en œuvre au Championnat du Monde de Superbike.

L'amortissement en détente et en compression du combiné sont réglables au

même titre que l'amortissement haute et basse vitesse. En plus, le combiné se targue d'un réglage en hauteur sur une plage comprise entre +/- 3 millimètres. La raideur du ressort est de  $95 \text{ Nmm}^{-1}$ , sa longueur est de 317 mm. Le débattement total au niveau de la roue arrière est de 120 millimètres. Un insert au niveau du logement supérieur du combiné permet d'élargir la plage de hauteur de +/- 2 millimètres.

### **Géométrie de la partie cycle à réglages multiples pour un set-up optimal.**

Selon le tracé du circuit et le style de pilotage du pilote, la géométrie de la partie cycle des motos de course doit être adaptée de manière spécifique. Or, toutes les motos ne réunissent pas les conditions techniques requises dans ce contexte. Avec la nouvelle HP4 RACE, BMW Motorrad se positionne clairement sur ce point, en proposant une série de réglages au niveau des suspensions avant et arrière.

Telle qu'elle est livrée, la moto présente un déport (potence) des tés de fourche de 30 millimètres. Des inserts permettent cependant de passer à 26, à 28 et à 32 millimètres. De plus, l'angle de tête de fourche peut être réglé dans la plage comprise entre 64,5 et 66,5 degrés (RR: 66,5 degrés). La chasse correspondante est comprise entre 95 et 112 millimètres (configuration de livraison: 102,5 mm; RR: 96,5 mm). Outre les possibilités de réglage sur la partie avant, il est possible de varier la position du pivot du bras oscillant de +/- 4 millimètres, de millimètre en millimètre, afin d'adapter la HP4 RACE entièrement aux souhaits du pilote de réaliser des performances en course. Le réglage d'assiette habituel en compétition peut être effectué via un tirant réglable (113 mm, +/- 5 mm).

### **Carénage léger, capot de selle et garde-boue en carbone, réservoir en aluminium à surface brossée.**

La conception racing et la quête systématique de la construction légère et de la fonctionnalité s'expriment aussi dans l'« habillage » de la nouvelle HP4 RACE. Des composants tels que les carénages à fixations rapides, le capot de selle et le garde-boue avant sont également en carbone et enthousiasment par leur poids réduit et l'excellente qualité de leurs surfaces. La surface de la partie supérieure des carénages bénéficie d'un look carbone apparent, visualisant la noblesse du matériau high-tech de manière séduisante sous une couche de vernis transparent. L'allure haut de gamme et la belle prestance des matériaux mis en œuvre sont aussi mises en avant par le réservoir de carburant brossé puis enduit d'un vernis transparent. Inspiré du style d'une bête de course, le nuancier de la nouvelle HP4 RACE respecte les coloris traditionnels de BMW Motorsport.



## 4 Systèmes électriques et électroniques, dotation.



« Côté électronique aussi, BMW Motorrad propose avec la HP4 RACE un ensemble de fonctions que l'on ne trouve en règle générale que sur les motos d'usine alignées au Championnat du Monde de Superbike ou en MotoGP. »

### **Marc Bonders**

Responsable technique BMW Motorrad Motorsport

### **La nouvelle HP4 RACE: technique racing rigoureuse et construction allégée, y compris pour les systèmes électriques et électroniques.**

Vu leur puissance de quelque 200 ch, difficile d'imaginer les hypersportives homologuées pour la route de la trempe de la RR sans aides électroniques, telles que le Contrôle de traction dynamique DTC. Ceci est d'autant plus vrai pour les motos de course pur sang comme la nouvelle BMW HP4 RACE, dotée d'un pack complet de systèmes de régulation et d'assistance ainsi que d'un réseau de bord électrique spécialement développé pour répondre aux exigences de la course. Par rapport à la RR de série, ce dernier a été réduit au strict minimum requis en course. L'utilisation d'une batterie lithium-ion d'une capacité de 5 Ah a également permis de gagner du poids dans ce domaine.

### **Commodos robustes et faciles à manier, comme en Superbike.**

Les commodos de la nouvelle HP4 RACE correspondent à ceux qui sont mis en œuvre dans les courses éprouvantes du Championnat du monde de Superbike. À droite se trouvent le coupe-circuit sous forme de touche (rouge), la commande des modes de pilotage (bleu) et le Pit lane limiter / bouton de démarrage (noir). À gauche se trouve le bouton bleu qui sert de sélecteur pour le Contrôle de traction dynamique DTC et le frein moteur EBR (Engine Brake, effet de frein moteur réglable). Un bouton rouge et un bouton vert permettent de régler le DTC respectivement l'EBR selon le souhait du pilote. Le bouton jaune également disposé à gauche permet de feuilleter le menu des réglages.

### **Contrôle de traction dynamique DTC, frein moteur EBR et protection anti-wheeling.**

Pour assurer les meilleures performances possibles à l'accélération, la nouvelle HP4 RACE est équipée d'un Contrôle de traction dynamique DTC avec une plage de réglage allant de -7 à +7. Il tire ses informations du bloc de capteurs « sensor box » logé de manière nettement plus souple par rapport à

celui de la RR. Via différents modes de pilotage (Wet, Intermediate, Dry1, Dry2), il permet non seulement d'adapter la traction sur la roue arrière, par exemple aux conditions d'une piste sèche ou mouillée offrant un niveau d'adhérence élevée ou faible. Comme la protection anti-wheeling, il offre aussi la possibilité de régler son intervention en fonction du rapport engagé avec, par exemple, une intervention régulatrice pour les rapports 1, 2 et 3, mais sans intervention lorsque le rapport 4, 5 ou 6 est engagé. Le réglage est géré par des coupures d'allumage et différentes configurations de coupure de cylindres en fonction du patinage. Le patinage maximal autorisé pour chaque mode de pilotage est défini en fonction de la vitesse et de la prise d'angle.

Le frein moteur EBR, lui aussi réglable de manière individuelle sur une plage allant de -7 à +7, est une autre condition essentielle pour atteindre des temps au tour de top niveau. En termes de dynamisme, le Contrôle de traction dynamique assure une fonction qui assiste le pilote à l'accélération, alors que l'EBR, qui peut également être réglé rapport par rapport, le soutient lors des manœuvres de décélération, que ce soit au freinage ou tout simplement à la fermeture des gaz. La nouvelle HP4 RACE permet de moduler le couple de freinage du moteur (couple d'inertie) agissant sur la roue arrière en fonction du souhait du pilote et des conditions de piste de sorte à perfectionner encore les manœuvres de décélération et de freinage.

La protection anti-wheeling, dont le réglage sur cinq niveaux (1 à 5) se fait également en fonction du rapport permet de contrecarrer le décollement violent de la roue avant à l'accélération, difficile à maîtriser par le pilote. Il en résulte notamment des avantages à l'accélération depuis les rapports inférieurs (1 à 3) et surtout au démarrage.

### **Launch Control pour des départs en course parfaits.**

Dotée de la fonction de départ automatisé (Launch Control), la nouvelle HP4 RACE offre un système d'aide dédié à des démarrages parfaits en course. Le Launch Control est activé dès que le premier rapport est engagé. Techniquement parlant, le Launch Control limite le couple moteur exactement à la valeur maximale transmissible par la roue arrière au démarrage en première. Lorsque le pilote engage le deuxième rapport, le couple moteur est corrigé de la modification du rapport de démultiplication et peut ainsi continuer à envoyer le couple maximal transmissible à la roue arrière.

### **Pit lane limiter pour surveiller la vitesse exacte dans l'allée des stands.**

Le pilote de la nouvelle HP4 RACE dispose aussi d'une fonction de limitation de la vitesse pour circuler dans l'allée des stands. Le Pit lane limiter est opérationnel en première, pour l'activer, il suffit d'appuyer sur le bouton start

(noir). Le pilote peut ensuite ouvrir les gaz au maximum, mais le moteur sera limité au régime programmé au préalable via une coupure de l'allumage, si bien que la vitesse résultante n'est pas dépassée. En présence d'un rapport de réduction secondaire plus court ou plus long, le pilote peut augmenter ou abaisser le régime moteur requis par exemple pour une vitesse de 60 km/h.

### **Tableau de bord 2D multifonctionnel offrant une panoplie d'informations.**

Le tableau de bord 2D s'inscrit également dans la conception racing rigoureuse de la nouvelle HP4 RACE. Il dispose, pour les arrêts au stand et la phase de mise en température, d'une page dite mécanicien affichant des paramètres tels que la pression d'huile et la pression de carburant ainsi que la température d'huile et la température de l'eau de refroidissement. Cette page n'est accessible que lorsque le moteur tourne au ralenti. Dès que la première est engagée, l'écran passe automatiquement à la page pilote qui n'affiche pas seulement le régime, le mode de pilotage activé, les réglages du DTC et de l'EBR. Via l'écran, il est en effet possible d'accéder à de nombreuses autres informations, dont :

Page pilote :

- Temps au tour (laptime)
- Delta temps au tour (laptime gap)
- Meilleur temps au tour
- Réglage DTC
- Réglage EBR
- Réglage cartographie
- Température d'eau (tw – temperature water)

Page mécanicien :

- Pression de freinage à l'avant (bf – brake front ; si capteur présent)
- Pression de freinage à l'arrière (br – brake rear ; si capteur présent)
- Débattements à l'avant (sf – suspension front ; si capteur présent)
- Débattements à l'arrière (sr – suspension rear ; si capteur présent)
- Tension (Ub)
- Kilométrage total
- Position poignée des gaz (tpd – throttle position demand)
- Position papillon des gaz (tp – throttle position)
- Vitesse de rotation roue avant (vf – velocity front)
- Vitesse de rotation roue arrière (vr – velocity rear)
- Prise d'angle (la – lean angle)
- Température d'eau (tw – temperature water)

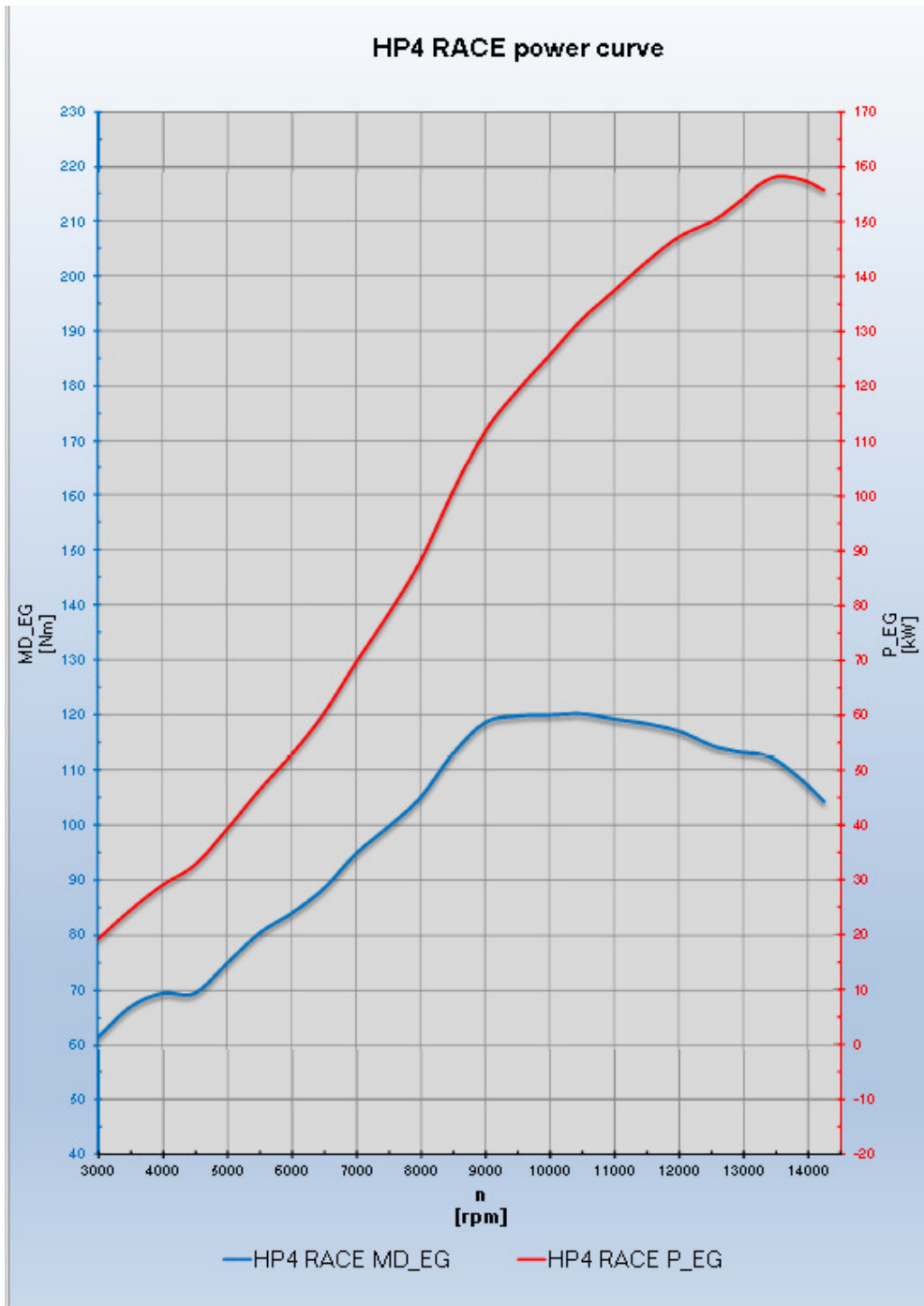
Le système d'acquisition de données 2D Data Recording permet d'enregistrer par exemple les temps au tour via GPS. Il est aussi préparé à l'utilisation d'autres capteurs saisissant par exemple les débattements ou les pressions de freinage.

### **Équipement pour l'adaptation du setup à l'exploitation sur circuit.**

Pour permettre de configurer la nouvelle HP4 RACE de manière optimale à son exploitation sur circuit, elle est livrée avec les composants spéciaux suivants :

- Inserts pour les tés de fourche pour le réglage du déport (26 mm, 28 mm, 32 mm). Configuration de livraison : 30 millimètres.
- Inserts pour la tête de fourche pour le réglage de l'angle de tête de fourche (+/- 0,5°, +/- 1°). Configuration de livraison : 0°.
- Inserts pour le cadre pour le réglage de la position du pivot du bras oscillant (+- 4 mm, + 3 mm, +- 2 mm, +- 1,0 mm). Configuration de livraison : - 3 mm.
- Pignons de 15 et de 17 dents. Configuration de livraison : 16.
- Couronnes de chaîne de 41, de 42, de 44 et de 45 dents. Configuration de livraison : 43.

# 5 Puissance et couple moteur.



## 6 Fiche technique.



<b>HP4 RACE</b>		
<b>Moteur</b>		
Cylindrée	cm <sup>3</sup>	999
Alésage / course	mm	80/49,7
Puissance	kW/ch	158/215
à un régime de	tr/min	13 900
Couple	Nm	120
à un régime de	tr/min	10 000
Architecture	quatre cylindres en ligne refroidi par eau	
Rapport volumétrique/carburant	13,7/1 à 13,9/1 / mini. supercarburant sans plomb, indice d'octane RON mini. 98	
Distribution	double ACT, soupapes actionnées par linguets individuels	
Soupapes par cylindre	4	
Ø admission / échappement	mm	33,5/27,2
Ø papillons des gaz	mm	48
<b>Système électrique</b>		
Alternateur	W	406
Batterie	V/Ah	12/5, lithium-ion exempte d'entretien
Phare(s)	W	–
Démarrreur	kW	0,8
<b>Transmission / B.V.</b>		
Embrayage	multidisques anti-dribble en bain d'huile à commande mécanique	
Boîte de vitesses	boîte racing (EVO) à 6 rapports, sélection par fourchettes et crabots, denture droite (rapports 1, 2, 4, 5, 6 optimisés)	
Rapport de réduction primaire	1 / 1,652	
Démultiplications	I	1 / 2,388
	II	1 / 2,000
	III	1 / 1,727
	IV	1 / 1,545
	V	1 / 1,400
	VI	1 / 1,291
Transmission secondaire	par chaîne	
Rapport de réduction secondaire	1 / 2,647	
Contrôle de traction	DTC, réglable sur 15 niveaux	
Frein moteur	EBR, réglable sur 15 niveaux	
<b>Partie cycle</b>		
Type de cadre	cadre carbone monocoque RTM, réglage de l'angle de tête de fourche et du pivot du bras oscillant, moteur à fonction porteuse	
Suspension roue AV	fourche Öhlins FGR 300 WSBK, précontrainte du ressort, amortissement en détente et en compression réglables, amortisseur sur direction Öhlins SD052 réglable, système de changement de roue AV rapide grâce aux pieds de fourche pivotants, garde-boue monté (les étriers de frein peuvent rester en place lors du changement de roue)	
Suspension roue AR	double bras oscillant à renfort inférieur en aluminium du type Öhlins TTX 36 GP, combiné central, précontrainte du ressort, amortissement en détente et en compression réglables, point de fixation du combiné réglable en haut (0/3 mm), renvoi de combiné (longueur tirant) réglable, surfaces d'appui pour douille entretoise sur tendeurs de chaîne pour le montage simple de la roue, tendeur de chaîne extérieur en titane, intérieur en aluminium, diabolos de béquille d'atelier en PRFC	

Débattement AV / AR	mm	130/120
Chasse	mm	102,5 (réglable entre 95 et 112)
Empattement	mm	1 440
Angle de tête de fourche	°	65,5° (réglable 0,0°, +-0,5°, +-1°)
Tirant	mm	113 (réglable +- 5mm)
Pivot de bras oscillant		-3 mm par rapp. à la K46LCI 3 (réglable +-4 mm,+3 mm,+2 mm,+1,0 mm) -> (désignation HP4R « -2 » correspond à la K46LCI 3 : « -3 » = standard)
Longueur de bras oscillant	mm	604
Déport té de fourche	mm	30 (réglable 26, 28, 32)
Roues		carbone, douilles entretoises emmanchées comprises pour faciliter le montage de la roue
Dimensions jante AV/AR		3,50 x 17" / 6,00 x 17"
Pneu	AV	120/70 ZR 17 Pirelli Diabolo Superbike Slick SC2
Pneu	AR	200/60 ZR 17 Pirelli Diabolo Superbike Slick SC2
Frein	AV	double disque Brembo Racing, disques flottants T-Racing, diamètre 320 x 6,75 mm, étriers monoblocs fixes GP4-PR WSBK à 4 pistons en titane, maître-cylindre Brembo Racing RCS19x18, y compris levier de frein réglable Brembo Racing, levier d'embrayage Brembo Racing (sans contacteur d'embrayage)
Frein	AR	monodisque Brembo Racing, étrier fixe WSBK à 4 pistons en titane, diamètre du disque 220 x 4,0 mm
Repose-pied		repose-pied rigides fraisés en aluminium, réglables sur 8 positions

#### **Dimensions et poids**

Hauteur selle à vide	mm	816 mm (position basse), 831 mm (configuration de livraison), 846 mm (position haute)
Capacité utile réservoir		17,5 l
dont réserve		env. 4 l
Poids à sec		146 kg
Poids à vide en ordre de marche, tous pleins faits	kg	171,4 kg

#### **Dotation (extraits)**

Race DTC (Contrôle de traction dynamique) BMW Motorrad +/-7; EBR (frein moteur piloté) +/-7; 4 modes de pilotage (WET, INT, Dry1, Dry2), acquisition de données 2D Data Recording/enregistreur de données (clé USB)/laptimer/GPS, tableau de bord 2D, acquisition de données 2D Data Recording préparée pour capteurs de débattement / de pression de frein, Pit lane limiter, Launch Control, repose-pied réglables (8 positions), guidon réglable (angle de flèche), té de fourche avec réglage du déport (variable via fourniture jointe), réglage hauteur de selle, réglage angle de tête de fourche (variable via fourniture jointe), réglage position bras oscillant (variable via fourniture jointe), shifter HP4 Race (up/ down), grille de passage des rapports inversée en configuration de livraison, unité de commandes WSBK, cache de levier de frein HP Race, transmission secondaire variable via fourniture jointe (pignons 15, 16, 17 / couronne de chaîne 41, 42, 43, 44, 45)

Les cotes importantes se réfèrent à l'assiette à vide selon DIN

<sup>1)</sup> Conf. à la directive 93/93/CE avec tous les consommables, réservoir rempli au moins à 90% du volume utilisable