

Monographie de l'**Associazione Italiana per la Storia dell' Automobile (AISA)**

<https://www.aisastoryauto.it/monografie/>

Traduction française par outils numériques
Patrice Moreaux (patrice.moeaux@ouvaton.org)
Août 2026

Autorisation de diffusion par l'AISA : août 2026

La diffusion de ce document doit porter mention de son origine italienne.

Ce document est disponible en version originale italienne :

<https://www.aisastoryauto.it/monografie/monografia-69/>

L'ÉVOLUTION DE LA TECHNIQUE MOTOCYCLISTE EN 120 ANS

Conférence d'Alessandro Colombo

Milan, le 25 mars 2006

Pionniers et précurseurs

Selon l'historiographie « officielle », le premier véhicule motorisé à deux roues remonte à 1870-1871, lorsque le Français Pierre Michaux a équipé son vélo d'un petit moteur à vapeur conçu par le Français Louis Guillaume Perreaux.

Bien sûr, comme c'est souvent le cas, tout le monde ne s'accorde pas sur cette primauté. Les Américains, par exemple, affirment que Silvester Roper, de Roxbury dans le Massachusetts, a construit dès 1860 un véhicule à vapeur à deux roues, sans pédales, conservé aujourd'hui à la Smithsonian Institution de Washington, mais cette date a fait l'objet de nombreuses contestations.

Entre-temps, les premiers essais et la construction des premiers moteurs à combustion interne avaient également commencé, menés par Barsanti et Matteucci en Italie, par Lenoir en France, par Clerk en Angleterre et par Otto et Langen en Allemagne.

Le premier véhicule à deux roues équipé d'un moteur à combustion interne, construit en 1885, soit un an avant la première automobile, est le « biciclo » de Daimler, un véhicule qui ajoute, aux deux roues principales, deux petites roues latérales stabilisatrices, et qui n'a que très peu de points communs avec la structure caractéristique d'une moto. Le moteur, monocylindre à quatre temps, présente un alésage de 58 mm et une course de 100 mm, ce qui correspond à une cylindrée de 264 cm³ et à une puissance d'environ 0,5 CV à 600-700 tr/min. Cette priorité fait elle aussi l'objet de contestations. L'Angleterre revendique la priorité d'Edward Butler, qui dessina un tricycle à moteur à combustion interne en 1884 et dont les dessins furent exposés la même année lors d'une exposition ; mais, en réalité, l'exemplaire ne fut construit qu'en 1887.

Il convient également de mentionner le motocycle à trois roues proposé par le Français Félix Millet dans un brevet de 1888, équipé d'un moteur rotatif en étoile à cinq cylindres, placé dans la roue avant, et réalisé quelques années plus tard. Un véhicule à deux roues ultérieur, datant de 1894-1895 et équipé du même moteur, cette fois monté dans la roue arrière, a participé à la course Paris-Bordeaux de 1895, mais a abandonné après quelques kilomètres.

Les premiers à tenter la production en série d'un véhicule motorisé à deux roues furent les frères Heinrich et Wilhelm Hildebrand qui, avec le soutien d'Aloys Wolfmüller et de Hans Geisenhof, fondèrent à Munich la société Hildebrand & Wolfmüller afin de produire une moto équipée d'un moteur bicylindre horizontal refroidi par eau. Avec un alésage de 90 mm et une course de 117 mm pour une cylindrée totale de 1 489 cm³, le moteur développe une puissance qui,

selon certaines sources, est d'environ 1,7 CV et, selon d'autres, de 2,5 CV à 600 tr/min.

La particularité de ce nouveau moteur réside dans la liaison directe des bielles à l'essieu de la roue arrière. La distribution utilise un système de commande des soupapes d'échappement actionné par des cames situées sur l'essieu de cette même roue, tandis que les soupapes d'admission sont automatiques.

L'engouement suscité par son apparition en 1894 a permis de recueillir de nombreuses commandes et la production a atteint un rythme de 10 unités par jour. Même si les 2 000 unités dont on parlait à l'époque n'ont pas été produites, 800 ont certainement été construites à Monaco et une licence de fabrication a également été accordée en France, mais des problèmes techniques (difficultés d'allumage au ralenti, avec le système à tube incandescent) et un coût de production élevé, qui semble largement supérieur au prix de vente, conduisent rapidement la société à la faillite. C'est un « scénario » qui, dans l'histoire de la moto, connaîtra de nombreuses autres interprétations dans le domaine des motos de luxe.

En 1894, George Bouton, déjà constructeur d'une intéressante petite locomotive à vapeur, est invité par le comte De Dion à concevoir un petit moteur à combustion interne et, l'année suivante, le premier tricycle équipé de ce moteur est déjà prêt. La principale nouveauté de ce petit moteur, qui développe un demi-cheval avec une cylindrée de seulement 137 cm³, réside dans son régime de rotation de 1 800 tr/min, trois fois supérieur à celui des autres moteurs construits à la même époque. Au cours des années suivantes, des modèles de plus grande cylindrée seront produits, jusqu'à un bicylindre de 12 CV en 1903.

La qualité du moteur (qui, dès les premiers exemplaires montés sur les tricycles, adopte l'allumage électrique), la structure simple et rationnelle du véhicule et les nombreuses victoires remportées en compétition sont à l'origine d'un grand succès commercial et d'une multitude d'imitateurs.

En 1896, sans doute influencé par les solutions proposées par Hildebrand et Wolmüller, le colonel anglais H. Capel Holden conçoit et construit la première moto équipée d'un moteur à quatre cylindres horizontaux et opposés, avec une transmission directe du mouvement des bielles à la roue arrière, tandis qu'à partir de cette même roue arrière, une chaîne transmet le mouvement à l'arbre à cames qui commande les soupapes d'échappement (les soupapes d'admission étant automatiques).

Ses caractéristiques de base indiquent un alésage de 54 mm et une course de 115 mm (cylindrée totale de 1 054 cm³) et, à un régime de 420 tr/min, une puissance d'environ 3 CV. Avec des roues de petit diamètre et un empattement de seulement 1 200 mm, la littérature de l'époque attribue à ce quatre cylindres un poids incroyable de seulement 60 kg et une vitesse maximale d'environ 40 km/h. Un deuxième modèle à refroidissement par eau sera construit en 1899 et commercialisé jusqu'en 1902, puis la production cessera en raison de défauts similaires à ceux de la Hildebrand et Wolfmüller.

La moto avant la guerre de 1914-1918

Les années marquant le tournant du siècle et celles qui ont immédiatement suivi ont vu naître certaines des marques qui allaient compter parmi les plus prestigieuses du monde de la moto, telles que PEUGEOT et TERROT en France, NORTON, ARIEL, EXCELSIOR, SCOTT, DOUGLAS et MTCHLESS en Angleterre, INDIAN et HARLEY DAVIDSON aux États-Unis, NSU en Allemagne, F.N., MINERVA et SAROLEA en Belgique, MOTOSACOCHE en Suisse, BIANCHI et FRERA en Italie.

Dans le domaine des moteurs, à la seule exception de SCOTT, tous les grands constructeurs se sont orientés vers les moteurs à quatre temps, une solution qui peut certainement tirer davantage parti du développement simultané de ce même type de moteur dans les secteurs automobile et aéronautique.

Les étapes fondamentales de l'évolution des moteurs sont sans aucun doute celles liées à une nouvelle augmentation des régimes de rotation, qui atteignent près de 3 000 tr/min, et des puissances spécifiques, qui passent de 8 à 10 CV/litre au début du siècle à 20 CV/litre en 1914, avec des pics encore plus élevés sur les modèles de compétition.

Tout cela est dû à certaines innovations fondamentales telles que l'allumage par magnéto, l'apparition des premiers carburateurs à aiguille, l'augmentation des taux de compression, le passage, y compris pour l'admission, à des soupapes commandées (et non plus automatiques, dont l'ouverture dépendait de la dépression dans le cylindre) et l'introduction de pompes de lubrification, pour la plupart manuelles.

Les moteurs à quatre cylindres de la F.N. méritent une mention particulière ; ils trouvèrent rapidement des adeptes aux États-Unis avec les marques PIERCE et HENDERSON.

La transmission, dans la plupart des cas, est à courroie et relie directement l'arbre moteur à la roue arrière. La transmission par chaîne, qui s'est immédiatement répandue aux États-Unis, est encore relativement rare en Europe en 1914 et n'équipe que quelques modèles dotés d'une boîte à deux vitesses. Les modèles à quatre cylindres F.N. et Pierce optent quant à eux, notamment en raison de la disposition longitudinale du moteur, pour une transmission par arbre avec un couple conique de réduction final.

Il convient également de signaler les premières tentatives de variation continue du rapport de transmission à l'aide de poulies à diamètre d'enroulement variable, menées par ZENITH avec le modèle Gradua et par RUDGE avec le modèle Multi.

Dans la plupart des cas, le cadre reprend la forme classique du vélo, avec l'intégration du moteur à la place du pédalier et un doublement du tube supérieur. La suspension avant se généralise avec l'utilisation de fourches qui sont, pour la plupart, du type à bras oscillants courts ou, plus tard, à parallélogramme, tandis que les exemples de suspensions arrière sont très rares (NSU, Indian).

La sécurité est négligée, les freins n'étant présents que sur la roue arrière : il s'agit soit d'un patin agissant dans la gorge de la poulie de transmission, soit, dans le cas des transmissions finales à chaîne, de tambours de petit diamètre bloqués par des sangles externes ou des cales internes.

L'éclairage est assuré par des phares à acétylène dont le montage est tout à fait

facultatif.

Parmi les événements les plus marquants de cette période, il convient de signaler, en 1907, la naissance de ce qui allait devenir la compétition la plus célèbre dans le domaine de la moto : le Tourist Trophy anglais, remporté par la Matchless de Charles Collier chez les monocylindres et par la Norton de Rem Fowler équipée d'un moteur Peugeot chez les bicylindres.

Toujours en 1907, on note également le record de l'Américain Glenn Curtiss, pionnier de l'aviation, qui, avec un moteur huit cylindres en V de 40 CV à 1 800 tr/min destiné à un avion et monté à titre d'essai sur un châssis de moto, atteint sur la plage de Daytona la vitesse incroyable de 218,864 km/h. Même s'il n'a pas été officiellement homologué, ce record, largement relayé par la presse de l'époque, représente la vitesse la plus élevée atteinte jusqu'alors par n'importe quel véhicule et, dans le domaine de la moto, il ne sera dépassé que dans les années 1930.

Toujours dans le domaine des deux-roues de compétition, il convient de rappeler la première apparition des quatre soupapes radiales par cylindre sur les moteurs Alcyon de 1912 et l'original bicylindre Peugeot de 1914, doté d'un double arbre à cames en tête et de quatre soupapes par cylindre disposées en toit, selon la solution que le concepteur lui-même, le Suisse Henry, avait mise au point deux ans plus tôt pour les moteurs à quatre cylindres de la Peugeot L 76, qui dominait les courses en France et avait remporté la victoire avec Émil Goux à Indianapolis en 1913.

Les nouveautés de l'après-guerre

Pendant la Première Guerre mondiale, la moto est utilisée aussi bien en version simple pour des missions de liaison (transmission d'ordres) qu'en version avec side-car. Cette dernière configuration est employée non seulement pour les unités équipées de mitrailleuses, mais aussi pour le transport des blessés et pour acheminer les officiers supérieurs dans des zones inaccessibles aux voitures.

La reprise de la production après la guerre repose dans un premier temps sur des modèles reprenant ceux fabriqués en 1914-1915, mais de nouveaux constructeurs commencent très vite à s'imposer.

En Italie, en 1919, apparaît la révolutionnaire Garelli 350 à deux temps, fruit d'une étude menée pendant les années de guerre, qui, grâce à son cylindre dédoublé, introduit un système de lavage unidirectionnel bien plus efficace que ceux alors en usage.

En 1921, Moto Guzzi voit le jour avec un moteur innovant à cylindre horizontal présentant un rapport course/alésage inférieur à la norme, en net contraste avec la tendance alors en vigueur des moteurs à longue course, ainsi qu'une lubrification forcée avec double pompe de refoulement et de récupération, alors que les autres motos sont encore équipées d'une lubrification par perte avec des pompes manuelles ou des systèmes automatiques de dosage du lubrifiant.

La distribution, qui, dans le prototype initial, est à arbre unique à quatre soupapes, sera remplacée dans la production en série, pour des raisons économiques, par un système à soupapes opposées.

C'est en Allemagne que naît la BMW, avec des moteurs bicylindres à cylindres opposés sur des motos qui se distingueront également dans les années suivantes par leur originalité, leur niveau de finition et leur grande fiabilité mécanique ; c'est également en Allemagne que se développe l'application du moteur à deux temps aux petites cylindrées, avec des conceptions inédites.

Ce sont également les années du grand essor de l'industrie motocycliste britannique qui, sans rechercher de conceptions trop innovantes (le bicylindre à cylindres opposés ABC, la Triumph R à quatre soupapes et la Rudge à quatre soupapes radiales constituent les principales innovations notables), atteint des niveaux de production élevés grâce à un produit d'une grande qualité et à une politique commerciale habile. Sunbeam, Norton, Rudge, Velocette, B.S.A., Triumph et Ariel sont les grands noms du peloton anglais.

Aux États-Unis, Harley-Davidson sort renforcée d'une guerre qui l'a vue fournir l'armée américaine. Ses modèles, tout comme ceux d'Indian, son concurrent direct, sont perfectionnés et comptent parmi les premiers à être équipés d'un système électrique de série.

Dans le domaine des quatre cylindres, Henderson, A.C.E. et Cleveland s'imposent, mais les difficultés liées à des prix proches de ceux des voitures haut de gamme et la crise financière de 1929 marquent pratiquement la fin de ce secteur, seule A.C.E. survivant après avoir été absorbée par Indian.

D'un point de vue technique, en ce qui concerne les moteurs, il convient de signaler le passage des soupapes latérales aux soupapes en tête, notamment pour les modèles sportifs, tandis que dans les moteurs de compétition, les modèles à distribution à arbre unique s'imposent dans la seconde moitié des années 1920.

L'Italie est en quelque sorte à l'avant-garde avec la Bianchi 350 à double arbre, apparue en 1923, et avec le retour, en 1924, de la distribution à arbre unique à quatre soupapes sur les Moto Guzzi 500 de compétition. En Angleterre, Matchless est la première à adopter la distribution à arbre unique, suivie par Velocette, qui l'adopte sur les 350 de la série K de 1925, puis par Norton, qui l'utilise sur les modèles CS1 et CJ, dessinés par Walter Moore, en 1927.

Sur les moteurs de série, la lubrification par perte disparaît progressivement au cours des années 1920 pour céder la place à la lubrification forcée. Les taux de compression des moteurs de série augmentent, avec des soupapes en tête, pour atteindre environ 6:1, et les puissances spécifiques passent de 20 à 25 CV/litre au début des années 1920 à 30 à 35 CV à la fin des années 1930.

Des valeurs plus élevées sont atteintes par les modèles de compétition, qui utilisent des carburants spéciaux et peuvent donc également bénéficier de taux de compression plus élevés, avec des pics de puissance spécifique, à la fin de la période considérée, de 50 à 60 CV/litre.

Dans le domaine des transmissions, après la disparition de la courroie, l'utilisation de boîtes de vitesses à trois rapports se généralise et plusieurs boîtes à quatre rapports font également leur apparition. Il s'agit généralement de boîtes séparées avec une transmission primaire par chaîne entre le moteur et la boîte (à sec ou à bain d'huile), mais on trouve également des exemples de boîtes monobloc (comme sur les Moto Guzzi). Vers la fin des années 1920, la commande manuelle cède la place à la

commande au pied avec sélecteur.

Peu de nouveautés au niveau des châssis, si l'on excepte les modifications apportées à la partie supérieure lorsque les réservoirs « sous le cadre » cèdent la place à ceux placés sous la selle. Il convient également de signaler l'introduction de la suspension arrière sur les Moto Guzzi G.T. en 1928.

Compte tenu des vitesses plus élevées et d'une densité de circulation accrue, une importance accrue est accordée aux systèmes de freinage. Après une période où seul le frein arrière était présent (parfois complété à l'avant par des freins à jante), les freins à tambour se généralisent sur les deux roues dans la seconde moitié des années 1920.

Il s'agit, en général, de tambours en tôle de petit diamètre, fixés au moyeu par des clous ou moulés en fonte (surtout à l'arrière lorsqu'ils doivent supporter les fixations de la couronne de transmission).

Il convient également de mentionner quelques exemples de freins à commande intégrée (Rudge). À la fin des années 1920, l'adoption d'un système d'éclairage électrique avec batterie embarquée et de systèmes de recharge à dynamo séparée ou intégrée à l'aimant se généralise également en Europe.

La vitesse maximale des motos de série passe de 80 à 90 km/h en 1919 à 120 à 130 km/h à la fin des années 1920.

La moto dans les années 1930

Au début des années 1930, le marché européen propose une vaste gamme de modèles allant des petites motos légères à moteur à deux temps aux modèles de grosse cylindrée qui, dans la plupart des cas, sont équipés de moteurs monocylindres à quatre temps de 500 cm³ ou au maximum, de 600 cm³ pour les modèles destinés à être attelés à un side-car.

Parmi les exceptions les plus notables à cette règle, on peut citer les bicylindres à cylindres opposés de BMW, les bicylindres en V de Brough Superior, H.R.D.-Vincent, A.J.S. et B.S.A., le bicylindre parallèle de Triumph et l'Ariel Square Four 1 000 avec deux vilebrequins couplés et les quatre cylindres verticaux disposés en carré.

Le marché américain, après la crise de 1929 qui a entraîné la fermeture de nombreuses usines, repose plus que jamais sur le duo Indian-Harley-Davidson, qui n'est toutefois pas exempt de problèmes économiques.

Du point de vue de l'évolution technique, la période allant de 1930 au début de la Seconde Guerre mondiale ne présente pas, pour les moteurs de série, de grandes nouveautés, si l'on excepte un passage de plus en plus marqué des soupapes latérales aux soupapes en tête, y compris dans les moteurs à quatre temps des modèles de tourisme, l'introduction, déjà mentionnée, du bicylindre parallèle par Triumph et, chez les moteurs à deux temps, l'application par DKW du système de lavage à courants tangentiels (de type Schnürle) qui caractérisera ensuite toute la production de moteurs à deux temps dans les années qui suivront la Seconde Guerre mondiale.

À la fin des années 1930, les puissances spécifiques des moteurs de série atteignent 35 à 40 CV par litre.

Dans le domaine des transmissions, les boîtes de vitesses à quatre rapports se généralisent et le

commande au pied, tandis que, en ce qui concerne le châssis, les nouveautés les plus importantes sont sans aucun doute l'apparition de la fourche télescopique sur les BMW (à commencer par le modèle R 12 de 1935) et la généralisation des suspensions arrière dans la seconde moitié des années 1930, avec une nette préférence pour les solutions à glissement vertical ou à « roue guidée » (bras oscillant avec guides dans le cadre et ressorts séparés). Au début de l'année 1940, les vitesses maximales des modèles commercialisés atteignent 135 à 140 km/h.

De grandes nouveautés dans les motos de compétition

Face à une innovation relativement modérée sur les modèles de série, on assiste en revanche à une évolution fulgurante des modèles de compétition.

La principale nouveauté réside dans la suralimentation. Testée initialement vers la fin des années 1920 sur quelques modèles destinés à battre des records, elle se généralise dans les années 1930, notamment en Italie et en Allemagne, sur les modèles de compétition.

Parmi les moteurs à quatre temps, les plus importants sont le quatre cylindres Rondine (devenu par la suite Gilera), qui utilise un compresseur volumétrique de type Roots, le bicylindre BMW équipé d'un compresseur volumétrique à palettes monté directement sur la partie avant de l'arbre moteur, et le monocylindre Moto Guzzi 250, pour lequel les essais ont conduit à l'intégration d'un réservoir de grande capacité entre le moteur et le compresseur afin de compenser la discontinuité cyclique typique de l'alimentation d'un monocylindre à quatre temps.

En Angleterre, outre les moteurs de grosse cylindrée destinés à battre le record absolu, la suralimentation, également testée par Velocette sur un bicylindre en ligne, ne sera utilisée en compétition qu'en 1939 sur un quatre cylindres réalisé par A.J.S. pour le championnat d'Europe.

On trouve toutefois des conceptions originales même parmi les moteurs qui renoncent à la suralimentation pour miser sur des véhicules plus simples et plus légers, comme c'est le cas du bicylindre de Moto Guzzi ou du 250 à double arbre de Benelli.

Il convient également de souligner la très grande variété de configurations testées par DKW sur les moteurs à deux temps suralimentés qui, toujours équipés de moteurs à cylindre divisé et d'un mécanisme à bielle et biélette, vont du compresseur à piston-pompe, commandé par des lamelles ou par une soupape rotative, au compresseur volumétrique.

En 1940, les puissances spécifiques des modèles de compétition atteignaient 150 à 160 CV/litre pour les moteurs suralimentés et 90 à 100 CV/litre pour les moteurs non suralimentés (ces derniers bénéficiant toutefois de la liberté en matière de carburant, qui permettait des taux de compression allant jusqu'à 10:1, voire au-delà). Face à une relative stagnation en matière d'innovation chez les modèles de compétition de l'industrie britannique, les constructeurs italiens et allemands remportent d'importantes victoires, y compris dans la course la plus prestigieuse pour les Anglais : le Tourist Trophy de l'île de Man. En effet, après le double succès de Moto Guzzi (250 et 500) avec Stanley Woods en 1935 et celui d'Omobono Tegni (Moto Guzzi 250) en 1937, on assiste à celui de la DKW de Sigfried Wunsche dans la catégorie 250 (1938) et celle, retentissante, de George Meier (BMW 500) en 1939. Comme nous le verrons également plus loin, les années 1930-1937 s'inscrivent dans la continuité de ce que

peut être qualifiée d'âge d'or des grands records mondiaux, dont la signification, à l'instar de celle de nombreuses victoires sportives prestigieuses, tend désormais à revêtir également une dimension politique évidente.

Puis, la guerre mondiale, en plus de paralyser toute activité sportive, entraîne également la suspension de la production en série, ne laissant place qu'aux motos destinées à un usage militaire. Parmi ces dernières, outre les motos de série légèrement modifiées, on trouve des modèles construits pour répondre à des besoins tactiques spécifiques. Parmi les exemples typiques de ces modèles spéciaux, on peut citer les motocarrettes à traction intégrale BMW et Zündapp, destinées à opérer sur des terrains à faible adhérence tels que les neiges de Russie ou les sables des déserts d'Afrique du Nord, ainsi que les petits engins pliables et parachutables développés par l'industrie britannique.

La motorisation grand public

La reprise après la période de guerre s'inscrit dans un contexte de graves difficultés économiques ; par conséquent, la motorisation individuelle, indispensable notamment pour pallier les graves lacunes des transports publics, ne peut être assurée que par des véhicules de petite cylindrée et à coût modéré.

Les trois principales catégories sont constituées des moteurs auxiliaires, des motos légères d'une cylindrée allant jusqu'à 125 cm³ et des scooters. Les premiers moteurs auxiliaires à connaître un grand succès à cette époque sont le Mosquito de GARELLI en Italie et le Velosolex en France, tandis que parmi les motos légères, c'est la Moto Guzzi 65, le célèbre « Guzzino », qui remporte la palme de la popularité. Dans le domaine des scooters, la Vespa de Piaggio est concurrencée par la Lambretta d'Innocenti. Leur immense succès, outre leurs qualités indéniables en termes de praticité d'utilisation, est surtout dû aux prix rendus possibles par une organisation industrielle de la production, contrairement à celle, encore essentiellement artisanale, de nombreuses motos légères.

Ce sont les années d'une nette prédominance de l'industrie italienne, moins touchée par les bombardements et donc favorisée par des conditions plus propices à la reprise que ne l'étaient celles de l'industrie britannique ou allemande ; cela s'explique également, dans les années suivantes, par la tendance de l'industrie britannique à se désintéresser des petites cylindrées pour se concentrer sur les grandes, ainsi que par l'attention accrue portée par l'industrie allemande, qui a mis plus de temps à se redresser, à la production automobile plutôt qu'à celle des motos.

Au cours de la période de vingt ans considérée, le scooter auxiliaire cède rapidement la place à des cyclomoteurs dotés d'un châssis élastique et d'une boîte de vitesses à deux ou trois rapports, pour évoluer, au milieu des années 60, vers des solutions équipées d'un variateur continu.

Les motos légères connaissent, notamment sur le marché italien, une transition rapide des moteurs à deux temps vers ceux à quatre temps, ainsi qu'une augmentation de la cylindrée, passant de 125 à 175 cm³. Dans le domaine des scooters également, on observe une augmentation de la cylindrée jusqu'à 200 cm³, mais les moteurs restent à deux temps et les modèles les plus répandus sont ceux d'une cylindrée de 150 cm³, suffisante pour permettre l'accès aux autoroutes.

Les motos de grosse cylindrée, négligées en Italie où l'on continue à produire, avec quelques améliorations, des modèles d'avant-guerre, se développent en Angleterre où les bicylindres, qui font également leur apparition sur le marché nord-américain, voient leur cylindrée augmenter jusqu'à 650 cm³, ainsi qu'en Allemagne avec l'évolution des modèles BMW.

D'un point de vue technique, dans le domaine de la motorisation, il convient de signaler une utilisation plus fréquente des distributions à arbres à cames en tête, même sur les moteurs de petite cylindrée, l'introduction par Ducati de la distribution desmodromique et l'apparition du démarrage électrique sur certains scooters équipés de groupes motodynamiques.

Les puissances spécifiques des moteurs de série sont particulièrement élevées dans la catégorie des petites cylindrées où, au milieu des années 60, on atteint 80 à 90 CV/litre.

En matière de châssis, dans le sillage des développements des bicylindres anglais, l'adoption de cadres à double berceau avec fourche télescopique à l'avant et bras oscillant à l'arrière, équipés d'éléments ressort-amortisseur hydrauliques développés par des entreprises spécialisées, se généralise. Côté freins, on assiste à une diffusion progressive des tambours centraux en alliage léger.

La vitesse maximale des motos de série au milieu des années 1960 avoisine les 180 km/h.

Les changements dans les motos de compétition

L'après-guerre marque également le grand retour des compétitions, où la suralimentation a été abolie. Les moteurs à quatre temps dominent cette période et, parmi les modèles les plus importants, il convient de citer tout d'abord les quatre cylindres Gilera et MV, les bicylindres Moto Guzzi et

Les A.J.S. et les Norton Manx monocylindres, avec leur châssis exceptionnellement souple, se distinguent dans la catégorie des 500. Les Moto Guzzi et Benelli monocylindres ainsi que la NSU bicylindre se démarquent dans la catégorie des 250, tandis que les Mondial, Morini, MV et NSU monocylindres s'imposent dans la catégorie des 125.

Au milieu des années 50, les puissances spécifiques des motos de compétition atteignent 130 CV/litre pour la catégorie 500 et 150 CV/litre pour la catégorie 125.

Avec l'innovante « huit cylindres » de Moto Guzzi, la puissance spécifique d'une 500 s'approche des 150 CV par litre, tandis que dans les petites cylindrées, les nouvelles MZ à deux temps à disque rotatif font leur apparition ; en 1958, la 125 développe une vingtaine de CV (160 CV par litre), mais ce n'est qu'en 1962 qu'un moteur à deux temps remportera son premier titre mondial avec la Suzuki 50 pilotée par le pilote et technicien Ernst Degner, qui avait quitté la MZ, suivie l'année suivante par la Suzuki 125 pilotée par Hugh Anderson.

Les années 1960 voient la réduction de la cylindrée atteindre des limites inimaginables sur les modèles Honda, avec un moteur à deux cylindres, à double arbre à cames et quatre soupapes par cylindre sur une 50 cm³ en 1964, qui tourne à 20 000 tr/min, puis, l'année suivante, avec un cinq cylindres de 125, atteignant des puissances de l'ordre de 300 CV/litre, une valeur alors inimaginable, même

si elle se rapportait à l'arbre moteur et non plus à la roue, comme c'était l'usage en Europe.

Toujours dans le domaine de la compétition, il convient de souligner l'impulsion donnée par la soufflerie de Moto Guzzi au développement des carénages, qui ont permis des augmentations considérables des vitesses maximales, ainsi que la généralisation rapide de leur utilisation qui s'en est suivie. L'émergence d'une spécialisation plus marquée des « tout-terrains » en trois catégories distinctes – motocross, enduro et trial – a également joué un rôle important.

Dans le domaine des records absolus, l'activité connaît un ralentissement, mais il est important de rappeler les brillants résultats obtenus par NSU en 1956 sur le lac Salé, où la vitesse maximale a été portée par Herz à plus de 338 km/h et où d'autres records importants ont également été établis dans les petites cylindrées grâce aux véhicules spéciaux à section frontale réduite et au pilote allongé, conçus par Gustav Adolf Baumm.

La domination des motos japonaises

Au cours de la seconde moitié des années 1960, on assiste à un déclin rapide de l'industrie européenne traditionnelle de la moto. L'augmentation du pouvoir d'achat et le formidable essor de l'industrie automobile contribuent à porter le coup de grâce à une industrie qui, née il y a bien longtemps, n'avait jamais su, à de rares exceptions près, mettre en place des programmes à long terme lui permettant l'industrialisation du produit, indispensable pour réduire les coûts.

L'offensive de l'industrie japonaise qui se déchaîne sur les marchés à la fin des années 60 trouve donc un terrain extrêmement favorable.

Seules quelques zones protégées, comme l'Italie, grâce à des droits de douane élevés, ainsi que les productions de scooters et de cyclomoteurs, reposant sur une base industrielle plus solide, ont été épargnées.

Les principaux atouts de la percée japonaise, savamment annoncée par une nette suprématie dans les compétitions, sont les suivants : l'ouverture d'esprit face à des conceptions mécaniques même complexes, une attention scrupuleuse portée aux besoins spécifiques des différents marchés grâce à une étude détaillée de tous les secteurs, y compris les niches, et une industrialisation accélérée du produit qui se traduit par des prix extrêmement compétitifs.

Lancée en Asie du Sud-Est et aux États-Unis, l'offensive japonaise s'étend rapidement à l'Amérique latine et à l'Europe, où c'est surtout l'industrie britannique, alors à l'agonie, qui en fait les frais. L'essor est fulgurant et, en 1981, plus de sept millions et demi d'unités sont produites au Japon. Un ralentissement du marché américain ramènera toutefois la production à des niveaux nettement inférieurs au cours des années suivantes.

Parmi les très rares constructeurs de motos de grosse cylindrée qui survivent, même si leurs niveaux de production sont d'un tout autre ordre, il convient de citer BMW en Allemagne, Harley-Davidson aux États-Unis, ainsi que Moto Guzzi, avec ses V7, et Ducati en Italie.

À ceux-ci s'ajoute l'Aprilia qui, après le succès de ses deux

deux-temps de compétition, se lancera également dans le secteur des grosses cylindrées en assumant aussi la charge de relancer Moto Guzzi et Laverda, avant d'être elle-même victime de difficultés financières et de passer, avec ces marques, sous l'égide du groupe Piaggio.

D'un point de vue technique, les principales innovations apportées par l'industrie japonaise sont les suivantes : l'introduction en série de moteurs multicylindres à quatre temps, équipés d'un arbre à cames en tête et de quatre ou cinq soupapes par cylindre ; le perfectionnement des moteurs à deux temps grâce à l'utilisation généralisée de soupapes d'admission à lamelles, du refroidissement par eau et de soupapes de contrôle d'échappement ; l'adoption de pneus de section plus large et dotés de nouveaux mélanges de gomme pour améliorer l'adhérence transversale, et par conséquent celle de châssis dotés d'une plus grande rigidité torsionnelle, le perfectionnement des suspensions avec des unités arrière à action progressive et des fourches avant équipées de dispositifs anti-plongée, l'adoption en série des freins à disque et la généralisation du démarrage électrique.

Dans le sillage de ce qui se passe dans le secteur automobile dans les années 1980, les constructeurs japonais s'essayaient également à la suralimentation par turbocompresseur sur les moteurs de moto, mais cette expérience sera de courte durée, car il s'avère plus facile d'obtenir les mêmes performances, sans pénalités notables en termes de poids et à moindre coût, en recourant simplement à des moteurs atmosphériques de plus grande cylindrée.

Au cours de ces dernières années, marquées par une orientation de plus en plus sportive de la moto, on assiste également à une spécialisation croissante des modèles, avec un courant « tout-terrain » inspiré des grands rallyes africains et un autre, plus nettement routier, avec des machines entièrement carénées, clairement inspirées des motos de Grand Prix ou des Superbikes.

Dans les petites cylindrées, une sophistication excessive porte les motos à des prix prohibitifs, laissant de plus en plus de place au scooter qui, notamment en raison de lois spécifiques, comme celle sur le casque, se développe d'abord surtout dans le secteur des moteurs de 50 cm³, puis également avec des modèles de moyenne et grosse cylindrée.

Dans les années 1980, l'électronique fait son entrée dans le domaine de la moto, non seulement au niveau de l'allumage, où elle était déjà présente avec des systèmes à décharge capacitive, mais aussi avec des systèmes combinés d'allumage et d'injection. Outre les innovations mises en œuvre par les constructeurs japonais, on trouve en Europe le système Bosch Motronic, utilisé sur les moteurs multicylindres de BMW (qui contrôle également la sonde lambda du catalyseur sur l'échappement), et le système Weber-Marelli utilisé par Moto Guzzi et Ducati.

Il convient également de signaler l'intervention de l'électronique dans le contrôle de la soupape d'échappement sur les moteurs à deux temps, dans l'autorégulation des suspensions sur certains modèles de compétition et dans les systèmes ABS de contrôle du freinage.

La moto aujourd'hui

Les puissances des motos de série, qui avaient déjà atteint des niveaux proches de 260 à 280 CV/litre sur les sophistiquées 125 cm³ à deux temps d'il y a quelques années, sont

aujourd'hui de l'ordre de 150 à 160 CV/litre pour les quatre-cylindres à quatre temps, avec des vitesses maximales largement supérieures à 250 km/h et pouvant atteindre 300.

En ce qui concerne les catégories, outre la poursuite de la tendance en faveur des motos sportives, accompagnée d'un recul sensible des versions tout-terrain, il convient de signaler une orientation récente vers les motos « nues » dotées de moteurs d'une cylindrée inhabituelle, comme la Triumph Rocket III à trois cylindres en ligne de 2 294 cm³ ou le bicylindre en V Kawasaki VN 2000 d'une cylindrée de 2 053 cm³³, qui ont largement dépassé les 1 450 cm³³ de l'Electra Glide Ultra Classic de Harley-Davidson ainsi que les 1 832 cm³³ du six-cylindres boxer de la Honda Gold Wing.

Une autre tendance récente est celle des « motards », qui allient des châssis et une allure typiques des motos tout-terrain à des roues de route et des moteurs monocylindres de cylindrée moyenne. Leur popularité a également conduit à la création de modèles plus puissants (« supermotards ») et de compétitions dédiées. Dans le domaine des moteurs de compétition, dès 1974, et notamment en raison de la limitation du nombre de cylindres imposée par la FIM, tous les championnats du monde, jusqu'en 2001, ont été remportés par des moteurs à deux temps. L'approfondissement des études sur la dynamique des interactions entre l'admission et l'échappement a en effet permis d'atteindre des pressions moyennes effectives d'un niveau qui, jusqu'à il y a quelques années, était l'apanage des moteurs à quatre temps ; ainsi, avec un cycle utile par tour, il est possible d'obtenir des puissances maximales élevées même à des régimes pas particulièrement élevés. Aujourd'hui, les puissances spécifiques des moteurs à deux temps de Grand Prix des catégories 125 et 250 tournent autour de 360 à 380 CV/litre, tandis que celles des moteurs à quatre temps de la Formule GP, lancée en 2002, sont de l'ordre de 240 à 250 CV/litre et celles des quatre temps destinés aux Superbikes, davantage soumises à des contraintes réglementaires, dépassent tout de même les 170 à 180 CV/litre.

Les records de vitesse

En matière de records, c'est l'Américain Don Vesco qui a établi à plusieurs reprises de nouveaux records absolus, portant la limite pour les véhicules à traction sur les roues à 512,746 km/h en 1978. L'Américain Dave Campos l'a surpassé en 1990, portant le record à 518,449 km/h avec un véhicule équipé de deux moteurs Harley-Davidson de^{1 491}cm³chacun, ainsi que l'Américain Sam Wheeler, le 19 août 2004, avec le véhicule E-Z.Hook, équipé d'un moteur Kawasaki suralimenté de^{1 107} cm³et d'un coefficient de traînée aérodynamique de 0,1007, le plus bas jamais enregistré à ce jour, a porté le record à 534,847 km/h. Des vitesses bien supérieures, proches de la vitesse du son, ont été atteintes par des véhicules à trois roues qui sont de véritables « aérojets » sans ailes, mais nous estimons que ces performances, bien qu'homologuées par la F.I.M., n'ont que très peu à voir avec les motos. C'est pourquoi nous limitons notre tableau des vitesses maximales en moto aux seuls véhicules à traction sur roue.

LES VITESSES LES PLUS ÉLEVÉES ATTEINTES DEPUIS 1900 AVEC UNE TRACTION SUR ROUES

Année	Pilote	Marque	Cylindrée	Lieu	Moyenne (km/h)
1901	<i>Rigal</i>	<i>Darraq</i>	<i>1 400</i>	<i>Achères (F)</i>	<i>108 433</i>
1902	<i>Rigal</i>	<i>Darraq</i>	<i>1 727</i>	<i>Achères (F)</i>	<i>109 090</i>
1904	<i>Lanfranchi</i>	<i>Peugeot</i>	<i>1 489</i>	<i>Dourdan (F)</i>	<i>123 287</i>
1905	<i>Giuppone</i>	<i>Peugeot</i>	<i>1 489</i>	<i>Ostende (B)</i>	<i>132 352</i>
1905	<i>Cissac</i>	<i>Peugeot</i>	<i>1 489</i>	<i>Blackpool (GB)</i>	<i>140 625</i>
1907	<i>Curtiss</i>	<i>Curtiss V8</i>	-	<i>Daytona (États-Unis)</i>	<i>218 864</i>
1914	<i>S. George</i>	<i>Indian</i>	<i>1 000</i>	<i>Brooklands (GB)</i>	<i>152,44</i>
1920	<i>E. Walker</i>	<i>Indian</i>	<i>1 000</i>	<i>Daytona (États-Unis)</i>	<i>166,67</i>
1920	<i>Parkhurst</i>	<i>Harley-Dav.</i>	<i>1 000</i>	<i>Daytona (États-Unis)</i>	<i>168 466</i>
1923	<i>C.F. Temple</i>	<i>British-Anzani</i>	<i>1 000</i>	<i>Brooklands (Royaume-Uni)</i>	<i>174,58</i>
1923	<i>J. Wudverton</i>	<i>A.C.E.</i>	<i>1 300</i>	<i>Philadelphie (États-Unis)</i>	<i>204,80</i>
1924	<i>H. Le Vack</i>	<i>Brough Sup.</i>	<i>1 000</i>	<i>Arpajon (F)</i>	<i>191,59</i>
1924	<i>F. Ludlow</i>	<i>Henderson</i>	<i>1 300</i>	<i>Daytona (États-Unis)</i>	<i>215,51</i>
1926	<i>C.F. Temple</i>	<i>OEC Temple</i>	<i>1 000</i>	<i>Arpajon (F)</i>	<i>195,39</i>
1928	<i>O. Baldwin</i>	<i>Zenith-JAP</i>	<i>1 000</i>	<i>Arpajon (F)</i>	<i>200,56</i>
1929	<i>H. Le Vack</i>	<i>Brough Sup.</i>	<i>1 000</i>	<i>Arpajon (F)</i>	<i>207,73</i>
1930	<i>G.S. Wright</i>	<i>OEC Temple</i>	<i>1 000</i>	<i>Arpajon (F)</i>	<i>216,48</i>
1930	<i>G.S. Wright</i>	<i>OEC Temple</i>	<i>1 000</i>	<i>Arpajon (F)</i>	<i>220,99</i>
1930	<i>E. Henne</i>	<i>BMW</i>	<i>750</i>	<i>Munich-Ingolstadt</i>	<i>221,54</i>
1930	<i>G.S. Wright</i>	<i>OEC Temple</i>	<i>1 000</i>	<i>Cork (IR)</i>	<i>242,59</i>
1933	<i>Henne</i>	<i>BMW</i>	<i>750</i>	<i>Tat (H)</i>	<i>244,4</i>
1934	<i>Henne</i>	<i>BMW</i>	<i>750</i>	<i>Gyon (H)</i>	<i>246 069</i>
1936	<i>Henne</i>	<i>BMW</i>	<i>500</i>	<i>Francfort (Allemagne)</i>	<i>272 006</i>
1937	<i>Fernihough</i>	<i>Brough-Sup.</i>	<i>1 000</i>	<i>Gyon (H)</i>	<i>273 244</i>
1937	<i>Taruffi</i>	<i>Gilera</i>	<i>500</i>	<i>Brescia-Bergame (I)</i>	<i>274,181</i>
1937	<i>Henne</i>	<i>BMW</i>	<i>500</i>	<i>Francfort (Allemagne)</i>	<i>279 503</i>
1951	<i>W. Herz</i>	<i>NSU</i>	<i>500</i>	<i>Munich-Ingolstadt (D)</i>	<i>290</i>
1955	<i>R. Wright</i>	<i>Vincent HRD</i>	<i>1 000</i>	<i>Christchurch (NZ)</i>	<i>297 640</i>
1956	<i>W. Hertz</i>	<i>NSU</i>	<i>500</i>	<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>338 092</i>
1965	<i>B. Johnson</i>	<i>Triumph Sp.</i>	<i>750</i>	<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>361,4</i>
1966	<i>R. Leppan</i>	<i>Triumph 2x650-</i>		<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>395,3</i>
1970	<i>Don Vesco</i>	<i>Yamaha 2x350</i>		<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>405,543</i>
1970	<i>C. Rayborn</i>	<i>Harley Dav.</i>	<i>2 × 925</i>	<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>424</i>
1974	<i>Don Vesco</i>	<i>Yamaha 2x750</i>		<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>453 278</i>
1975	<i>Don Vesco</i>	<i>Yamaha 2x750</i>		<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>487 078</i>
1978	<i>Don Vesco</i>	<i>Kawasaki 2x1 016</i>		<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>512 746</i>
1990	<i>Dave Campos</i>	<i>Harley Dav.</i>	<i>2 × 1 491</i>	<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>518 449</i>
2004	<i>Sam Wheeler</i>	<i>Kawasaki</i>	<i>1 107</i>	<i>Bonneville (États-Unis)</i>	<i>534 847</i>

Les records en italique ne sont pas homologués par la F.I.M. Les records américains, à l'exception de celui de Curtiss en 1907, sont homologués par l'A.M.A. ou d'autres associations reconnues.