

Les évolutions du Merlin

Pendant 10 ans, Rolls-Royce ne va cesser de faire évoluer le Merlin, pour le rendre toujours plus puissant et plus polyvalent. En juillet 1934, apparaît le premier Merlin de pré-production, le Merlin A. Il présente un alésage (137 mm) légèrement inférieur à la course (152 mm), deux arbres à cames en tête, et fait largement appel aux alliages légers, pour le carter, le bloc cylindres et les pistons. Par comparaison, les moteurs en fonte à soupapes latérales et à course longue des automobiles courantes de la même époque apparaissent bien démodés¹. Le Merlin A est évalué à 790 cv à 2500 tours/mn à l'altitude de 12 000 pieds, performance déjà intéressante pour un bloc qui pèse moins de 600 kg à sec (sans huile ni liquide de refroidissement). En même temps, une autre version est mise à l'étude, avec des chambres de combustion redessinées et 4 soupapes par cylindre : en février 1935, le Merlin B est mesuré au banc d'essai : il atteint 960 cv à 11000 pieds. Le premier avion à avoir reçu un biplan Hawker Hart, le K 3036, dans lequel on monte un type C, de façon à obtenir le certificat de vol civil de 50 heures, avant d'entreprendre les essais sur le Hurricane prototype K 5083.. Les modifications se suivent jusqu'au type F, qui sortira en petit nombre sous le nom de Merlin I. Le Merlin G (appelé Merlin II en production) est le premier type de grande série. Il atteint 1030 cv à 3000 tours/minute et 16 250 pieds d'altitude. Par rapport au type A, le Merlin G a gagné 30 % en puissance et s'est alourdi de 100 kg. Dans ses dernières évolutions, en 1945, alimenté par de l'essence d'indice 130/150, le Merlin dépasse expérimentalement les 3000 cv. Bien évidemment, de nombreuses modifications ont été nécessaires pour absorber un triplement de la puissance initiale, mais le dessin d'origine a été conservé, démonstration éclatante de la justesse de la conception initiale.

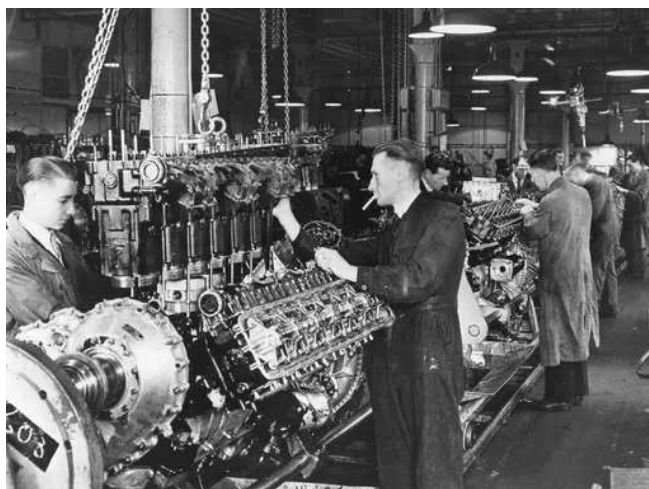
L'un des avantages du Merlin réside dans sa cylindrée relativement faible pour un 12 cylindres, qui se traduit par une course de 152 mm, laquelle autorise un régime maximum élevé. En effet, la vitesse de rotation d'un moteur est limitée, entre autres facteurs, par la vitesse de déplacement du piston, qui ne peut pas dépasser certaines valeurs sans imposer des efforts trop importants aux différents organes. Pour une même vitesse de déplacement du piston, un Merlin tourne à 3000 tours par minute alors qu'un Hispano-Suiza, avec sa course de 170 mm est limité à 2700 tours². La consommation du Merlin est toutes proportions gardées, assez modérée : sur un Merlin XX; elle varie entre 130 litres à l'heure (régime le plus économique) et 450 litres à puissance maximale (3000 tours/mn à 0.6 kg/cm² de pression de suralimentation). Au combat, pendant une durée qui ne doit pas excéder 5 minutes, le Merlin XX peut tourner en surpuissance à 0,8 kg/cm² de pression. La consommation atteint alors 520 litres à l'heure. On constatera que le rendement énergétique d'un Merlin est très favorable (plus de 50 cv par litre de cylindrée), comparé aux moteurs automobiles de la même époque, de conception plus rustique, qui développent entre 25 et 30 cv au litre. Le choix, dès l'origine, de 4 soupapes par cylindres, évite les difficultés liées à l'inertie de soupapes d'une masse importante et aux contraintes excessives exercées sur les ressorts à haut régime.

Au cours de la première année, Rolls-Royce rencontre des difficultés dans la production. Les nombreux sous-traitants se révèlent incapables d'assurer une production en série de qualité constante : 65 % des culasses livrées pour le Merlin I doivent aller à la casse, et 80% pour le

¹ Il faut toutefois préciser que l'amour immodéré des constructeurs automobiles britanniques d'avant-guerre pour les moteurs à très longue course tire son origine d'une bizarrerie de la réglementation fiscale, qui établissait la *road tax* (la vignette) exclusivement en fonction de l'alésage. L'adoption d'une course très longue, qui ne favorise pas les hauts régimes, à seule fin de réduire la puissance fiscale, ne concernait bien évidemment que les modèles populaires, l'acheteur d'une Rolls-Royce se souciant peu du montant de la taxe.

² . La vitesse de déplacement du piston atteint alors 15,24 m/s.

Merlin II, si bien que la production du premier semestre 1937 équivaut à la moitié de la production du semestre équivalent de 1936. Grâce à d'importants investissements, un effort de réorganisation (et notamment la séparation de la division automobiles de la division aéronautique), à l'adoption des 3x8 et aux heures supplémentaires, Rolls-Royce s'affranchit de la sous-traitance et parvient fin 1937 à remplir ses engagements, tout en réduisant le rebut à 12% des pièces. Entre temps, Rolls-Royce a renoncé à couler les 12 cylindres en un seul bloc. Le Merlin résulte de quatre moulages ; deux rangées de six cylindres vissées sur un carter en deux parties, inférieure et supérieure, le tout en fonte d'aluminium. En 1940, Rolls-Royce s'apprête à satisfaire une demande accrue en investissant dans une deuxième usine à Crew.



La fabrication du Merlin. On voit, à gauche, les ouvriers qui enfilent la blouse ou la combinaison, mais gardent la cravate : pas de négligé chez Rolls !

La suralimentation

Livré à partir d'août 1937, le Merlin II ne dispose encore que d'un compresseur à vitesse unique, et l'indice d'octane de 87 du carburant limite la pression de suralimentation à 0,4 kg/cm². En juin 1939, parviennent en Angleterre les premières livraisons de carburant à indice d'octane 100, en provenance de la raffinerie Esso d'Aruba, au large du Vénézuéla. La RAF constitue des stocks, et l'utilise à partir de mars 1940 : la pression de suralimentation peut passer à 0,6 kg/cm², améliorant ainsi la puissance en altitude. Le Merlin III se distingue par un arbre d'hélice universel, qui permet d'adapter tous types d'hélices, les Watts bipales en bois à pas fixe, les Hamilton tripales à deux pas, les Rotol à vitesse constante. Cette modification était capitale, dans la mesure où, avec une hélice à pas fixe, ou même à deux pas, les vitesses atteintes en piqué pouvaient conduire à la casse du moteur (la vitesse de rotation de l'hélice le met en sur-régime). Grâce à l'arbre universel, la plupart des Hurricane et des Spitfire des premières séries, montées d'origine avec l'hélice Watts pourront recevoir dès qu'elles seront disponibles, les hélices à vitesse constante.

La puissance d'un moteur est avant tout fonction de la quantité d'air qu'il peut absorber et évacuer. À régime de rotation comparable, c'est principalement la capacité des cylindres qui

détermine la quantité d'air aspirée, sauf si cet air est comprimé. C'est tout l'intérêt de la suralimentation de permettre au moteur d'absorber plus d'air sans accroître la cylindrée et par conséquent le poids et le volume du groupe propulseur. Il est également important que cet air soit aussi dense que possible, c'est à dire aussi froid que possible. En travaillant sur la suralimentation, Rolls-Royce va obtenir du Merlin des résultats spectaculaires.

Le Merlin X représente une étape décisive dans l'évolution du Merlin. Rolls-Royce l'équipe d'un compresseur à deux vitesses, dont il avait acheté la licence à Farman en 1935. Contrairement au turbo-compresseur entraîné par les gaz d'échappement, le compresseur mécanique est directement entraîné par le moteur. Il absorbe inévitablement une partie de son énergie, et il importe que le surcroît de puissance apporté par la compression ne soit pas inférieur à la puissance nécessaire pour faire tourner le compresseur. A basse altitude, le régime du compresseur doit être modéré et à haute altitude, lorsque l'air a perdu en densité, il doit au contraire tourner à sa vitesse maximale pour fournir le maximum de puissance. Avec le compresseur Farman, Rolls-Royce améliore très sensiblement les performances du Merlin, et s'engage pour le long terme dans la voie du compresseur mécanique, à contre-courant des constructeurs Américains qui ont opté pour le turbocompresseur. Le choix du compresseur mécanique, solution technique complexe, va se révéler en définitive judicieux car, contrairement au turbo-compresseur, le compresseur mécanique ne requiert pas l'utilisation de certains métaux rares dont l'approvisionnement est difficile en temps de guerre.

Sir Stanley Hooker, physicien de formation, s'attache à optimiser le rendement du compresseur : avec une suralimentation entièrement revue, le Merlin XX délivre désormais à 6500 m la puissance du Merlin X à 4500 m, et 1390 cv au décollage. L'intervention du Dr. Hooker illustre une évolution majeure dans la culture de l'entreprise. Chez Rolls comme ailleurs, beaucoup d'ingénieurs et de techniciens étaient issus de l'apprentissage, et avaient fait leurs classes en atelier. L'empirisme régnait en maître. Pour développer un moteur, on le poussait aux essais jusqu'à ce qu'il casse, puis on regardait ce qui avait cassé, et on renforçait ou l'on modifiait, à la lumière de l'expérience, du flair... Et dans l'ensemble, les résultats étaient satisfaisants. Le théoricien, considéré avec méfiance, devaient s'effacer devant l'homme de terrain. Henry Royce, le fondateur, n'était-il pas lui-même un homme de terrain, qui avait commencé les mains dans le cambouis ? Cette culture de l'homme d'atelier, du « practical man » était assez typiquement britannique, et devait se poursuivre longtemps. A la même époque, en Allemagne, les bureaux d'étude étaient presque toujours dirigés par des « docteurs », physiciens, mathématiciens ou chimistes. Chez Rolls-Royce, le véritable patron jusqu'en 1926, c'est Claude Johnson. Johnson est un organisateur, un administrateur, un commercial, mais ce n'est pas un scientifique. L'arrivée de Stanley Hooker ne marque pas une rupture avec les méthodes en vigueur, mais un inflexionnement dans les habitudes de la maison. L'expérimentation, toujours nécessaire, demeure, mais la construction en série du Merlin conduisit aussi à rationaliser les installations. Comme beaucoup d'entreprises britanniques dans les industries mécaniques, Rolls Royce avait conservé les locaux des origines, exigus, peu fonctionnels, avec un outillage vieillot.

En reprenant tous les calculs, Stanley Hooker avait compris que Rolls-Royce s'engageait dans la mauvaise direction. Par la suite, il parut évident qu'un seul compresseur ne parviendrait jamais à délivrer toute la surpression que l'essence à haut indice d'octane pouvait autoriser. La compression augmentant la température de l'air, il faut le refroidir, car l'air chaud moins dense conduit à un mauvais remplissage des cylindres. C'est pourquoi les versions postérieures au

Merlin XX possèdent deux compresseurs avec un refroidisseur installé entre les deux compresseurs, et un autre à la sortie du deuxième compresseur : c'est la technique aujourd'hui très répandue sur les moteurs diesel turbo-compressés, de l'intercooler. Sur le Merlin, l'intercooler n'agit pas en simple refroidisseur, c'est un véritable échangeur de chaleur, qui peut aussi réchauffer.



Après avoir soutenu son doctorat à Oxford en 1935, Stanley Hooker avait travaillé pour l'Amirauté avant d'être recruté par Rolls-Royce en janvier 1938. Sa contribution au développement du Merlin fut essentielle. À la suite de Stanley Hooker, d'autres scientifiques de haut niveau seront recrutés par Rolls-Royce, comme Alan Arnold Griffith, grand spécialiste des turbines.

Stanley Hooker (1907-1984) fut annobli en 1974.

Le Merlin développant une puissance de plus en plus importante, la question de la dissipation de la chaleur était devenue critique. À l'origine, le Merlin avait été conçu pour recevoir un système de refroidissement original, destiné à améliorer l'aérodynamisme, qui faisant appel à des condenseurs dans les ailes, auxquels était joint un petit radiateur rétractable utilisé lors du roulage et à faible vitesse. Assez rapidement, le système avait été abandonné au profit du circuit de refroidissement traditionnel sous pression. À partir du Merlin XII, un mélange de 70 % d'eau et de 30 % de glycol va remplacer le glycol pur : il sera aussi efficace au niveau du refroidissement, tout en réduisant les risques d'incendie (le glycol pur est extrêmement inflammable) et en diminuant les contraintes thermiques.

À sa naissance , le Merlin est alimenté par carburateurs. Les premiers combats révèlent l'inconvénient majeur du carburateur. Lors d'une brusque décélération, l'alimentation se coupe pendant quelques secondes. Les pilotes allemands, dont le moteur est alimenté par injecteurs, comprennent qu'il suffit de piquer brusquement pour se débarrasser d'un poursuivant. Et cependant, le choix du carburateur ne peut pas être considéré comme une erreur de conception. Il se produit dans un carburateur une chute de température du mélange, qui devient plus dense, car l'air froid est plus dense que l'air chaud, accroissant ainsi la puissance développée par le moteur. Et l'on avait estimé que cet avantage compensait largement l'inconvénient d'une coupure de l'alimentation sous G négatif. Seule l'expérience du combat pouvait fournir la preuve de la supériorité de l'alimentation par injection.

C'est une femme, Beatrice Shilling, qui trouve la parade en 1941 en mettant au point un diaphragme percé d'un trou qui placé dans les cuves, limite la coupure d'alimentation. Coureur motocycliste et ingénieur aéronautique, Beatrice (Tilly) Shillings acquiert la célébrité avec ce qui fut rapidement baptisé « l'orifice de Miss Shillings ». Puis en 1942, apparaît une version améliorée du carburateur SU, avant que le Merlin n'adopte l'injection en 1943.