

Au début des années 1960, l'OTAN se trouvait confrontée à une vulnérabilité majeure : la dépendance de ses forces aériennes à l'égard de longues pistes en dur, cibles privilégiées d'une éventuelle frappe soviétique de première salve. La destruction des infrastructures aéroportuaires aurait pu neutraliser l'essentiel de la puissance aérienne alliée en quelques minutes. Pour répondre à cette menace, l'Alliance atlantique formula en août 1961 une version actualisée de la spécification NBMR-3 (NATO Basic Military Requirement n°3), qui définissait le besoin d'un avion de combat tactique capable de décoller et d'atterrir verticalement (VTOL, pour Vertical Take-Off and Landing) tout en atteignant des performances supersoniques en vol horizontal. Le cahier des charges stipulait un rayon d'action de 460 km, une vitesse de croisière de Mach 0,92 et une vitesse de pointe de Mach 1,5, avec une charge utile de 910 kg.

La compétition NBMR-3 attira onze projets concurrents. Deux furent retenus : le P.1154 de Hawker Siddeley et le Mirage III V de Dassault. En France, le programme avait toutefois débuté de manière autonome dès août 1960, lorsque l'état-major de l'armée de l'Air avait établi la fiche-programme d'un avion de combat supersonique à décollage et atterrissage verticaux, destiné à succéder au Mirage III E dans un rôle de pénétration et d'attaque, avec une mise en service envisagée pour 1967. Le constructeur Dassault proposa un appareil équipé de turboréacteurs de sustentation pour le décollage et l'atterrissage, et d'un turboréacteur classique pour le vol normal. Sud-Aviation, qui avait proposé un projet concurrent de configuration similaire (le SA-X-600), ne fut pas retenu mais obtint de participer au programme Dassault en fabriquant le fuselage du démonstrateur et du Mirage III V.

Devant la nouveauté de la formule, les deux sociétés avancèrent prudemment en proposant deux étapes : d'abord un démonstrateur subsonique utilisant des moteurs déjà existants, le Balzac V ; puis un appareil aux dimensions et aux performances d'un véritable chasseur supersonique, le Mirage III V, équipé de réacteurs de sustentation et de propulsion plus puissants mais encore à l'étude.

Le Balzac V : un démonstrateur technologique

Genèse et conception

Le 2 février 1961, la DTIA (Direction Technique et Industrielle de l'Aéronautique) notifia à la Générale Aéronautique Marcel Dassault (GAMD) et à Sud-Aviation la commande d'un avion expérimental à décollage vertical désigné Balzac V. L'appellation de l'appareil avait une origine anecdotique : le numéro de série du prototype, 001, rappelait le numéro de téléphone BALZAC 00.01 de l'agence Publicité Jean Mineur, célèbre dans toute la France pour ses films publicitaires projetés au cinéma avant les séances, où l'on voyait le personnage du « *Petit Mineur* » lancer son pic dans une cible. Le « V » accolé au nom signifiait « *vertical* ».

Le Balzac V fut construit à partir du tout premier prototype du Mirage III, le Mirage III 001, dont il réutilisait une partie de la voilure. Le fuselage, en revanche, fut entièrement reconçu en coopération avec Sud-Aviation pour accueillir le système de sustentation verticale. L'appareil était un monoplace expérimental, dépourvu de tout armement et de tout équipement

opérationnel. Sa seule mission était l'étude et la mise au point de la formule du vol vertical en vue du futur Mirage III V.

Le système de propulsion

La solution retenue pour assurer le vol stationnaire reposait sur l'installation de huit réacteurs de sustentation Rolls-Royce RB.108, disposés verticalement dans le fuselage, par paires dans quatre compartiments, de part et d'autre de la manche à air du réacteur de propulsion. Chaque RB.108 fournissait une poussée unitaire d'environ 1 000 kgp (soit environ 9,8 kN). La poussée verticale cumulée des huit moteurs de sustentation atteignait ainsi environ 8 000 kgp. Les réacteurs de sustentation étaient alimentés en air par quatre entrées d'air situées sur le dessus du fuselage. Leurs tuyères débouchaient par des ouvertures sous le fuselage, obturées par des trappes qui se fermaient en vol horizontal pour ne pas perturber l'écoulement aérodynamique.

Pour la propulsion en vol de croisière, un réacteur Bristol Siddeley Orpheus BOr.3 était installé dans la partie arrière du fuselage, développant une poussée d'environ 2 200 kgp (21,6 kN) sans postcombustion. Ce moteur, de puissance modeste, limitait les performances en vol horizontal : le Balzac V ne pouvait prétendre au vol supersonique. L'appareil disposait de 1 650 litres de carburant, ce qui ne lui permettait de voler qu'environ un quart d'heure après un décollage vertical, ou une trentaine de minutes après un décollage conventionnel.

Le Balzac V introduisit deux innovations majeures dans l'histoire de l'aviation Dassault : il fut le premier appareil du constructeur à disposer de commandes de vol électriques (sans timonerie mécanique et avec redondance), et le premier à transmettre au sol par télémesure les données du vol en temps réel.

Le contrôle d'attitude en vol stationnaire était assuré par des buses d'air comprimé (dites « *puffer pipes* ») disposées au nez, en queue et aux extrémités des ailes. En l'absence de vitesse aérodynamique, les gouvernes classiques étant inopérantes, ces jets de réaction constituaient le seul moyen de stabiliser l'appareil autour de ses trois axes.

Les essais en vol

Le Balzac V fut assemblé à l'usine Dassault à partir de janvier 1962, et les premiers essais au sol eurent lieu en juillet de la même année. Le 12 octobre 1962, à Melun-Villaroche, le pilote d'essais René Bigand effectua le premier vol stationnaire. L'appareil était entravé au moyen de saisines de nylon attachées au point de levage avant et aux trains principaux. Un deuxième vol entravé eut lieu le même jour, puis un troisième le 15 octobre. Le 18 octobre, Bigand réalisa le premier vol libre près du sol et, le 25 octobre, au cours de son troisième vol libre, l'avion se maintint plus de deux minutes en vol stationnaire hors de l'effet de sol.

La première transition du vol vertical au vol horizontal eut lieu le 18 mars 1963, lors du 17^e vol. Le 29 mars, le Balzac V accomplit le premier cycle complet : décollage vertical, vol en palier, puis atterrissage vertical. L'appareil fut ensuite testé par plusieurs pilotes du Centre d'Essais en Vol (CEV) et de l'armée de l'air américaines, qui confirmèrent la qualité de la performance technique réalisée tout en soulignant la complexité de la formule.

Les accidents

Le programme Balzac V fut marqué par deux accidents mortels. Le 10 janvier 1964, lors de sa 125e sortie (126^e selon certaines sources), l'appareil s'écrasa au cours d'un vol stationnaire à basse altitude. Pendant une descente verticale, le Balzac V subit des oscillations divergentes incontrôlables en roulis ; l'aile gauche finit par percuter le sol et l'avion se retourna sous l'effet de la poussée continue des réacteurs de sustentation. L'accident fut attribué au dépassement des limites de stabilisation du système d'autostabilisation à trois axes. Bien que les dommages à la cellule fussent relativement légers, le pilote d'essais du CEV, Jacques Pinier, ne s'éjecta pas et périt dans l'accident.

Après reconstruction et modifications, le Balzac V reprit ses essais le 2 février 1965. Mais le 8 septembre 1965, un second accident mortel se produisit, une nouvelle fois au cours d'un vol stationnaire à basse altitude. L'appareil était alors piloté par le Major Phillip E. Neale de l'*US Air Force*, dans le cadre d'une coopération franco-américaine sur les technologies VTOL. Les causes exactes de cet accident n'ont pas été rendues publiques. Le Major Neale fut tué dans l'accident.

Au total, le Balzac V avait effectué 179 vols. L'appareil aurait pu être réparé, mais le premier prototype du Mirage III V volait déjà à cette date. Le Balzac V ne fut donc pas reconstruit et fut ferrailé. Malgré son destin tragique, le démonstrateur avait rempli une part significative de sa mission : il avait permis d'accumuler des données essentielles sur le vol vertical, la transition et le comportement d'une cellule à aile delta en régime VTOL, ainsi que de valider les commandes de vol électriques et le système de télémessure.

Le Mirage III V : un prototype à l'échelle opérationnelle

Description et caractéristiques

Le 29 août 1961, la DTIA commanda à Dassault, conjointement avec Sud-Aviation, l'étude et la réalisation de deux prototypes d'avions à décollage vertical désignés Mirage III V. Contrairement au Balzac V qui n'était qu'un démonstrateur subsonique, le Mirage III V possédait des dimensions et une motorisation compatibles avec les exigences d'un véritable avion de combat supersonique, capable d'atteindre Mach 2.

L'appareil était sensiblement plus grand que le Mirage III de série. Selon les données du Musée de l'Air et de l'Espace, il mesurait 18 mètres de longueur, présentait une envergure de 8,72 mètres et une hauteur de 5,55 mètres. Sa masse à vide était de 10 000 kilogrammes et sa masse en charge atteignait 13 440 kilogrammes. L'aile delta, caractéristique de la famille Mirage, avait été agrandie et le fuselage allongé, avec un dessin différent au niveau des ailes, pour répondre aux contraintes spécifiques du décollage vertical.

La motorisation

Le principe de propulsion restait identique à celui du Balzac V — des réacteurs de sustentation séparés combinés à un moteur de croisière — mais avec des motorisations largement

supérieures.

Huit réacteurs de sustentation Rolls-Royce RB 162-1 étaient installés verticalement dans le fuselage, montés par paires au centre de l'appareil. Chacun délivrait une poussée unitaire de 2 000 kgp. La poussée verticale totale atteignait ainsi 16 000 kgp.

Pour la propulsion horizontale, le premier prototype (Mirage III V-01) reçut initialement un turboréacteur SNECMA TF 104 B, développant 6 500 kgp avec postcombustion. Ce moteur était une version francisée du Pratt & Whitney JTF10. En décembre 1965, lors du 15^e vol, une version plus puissante, le TF 106 A3, fut installée. Le second prototype (Mirage III V-02) reçut quant à lui un SNECMA TF 306, autre dérivé du Pratt & Whitney TF30, développant environ 8 400 kgp avec postcombustion.

Le nombre total de moteurs embarqués — neuf — posait des défis considérables en matière de fiabilité, de maintenance et de masse. Chaque réacteur de sustentation, bien que de dimensions réduites, nécessitait ses propres circuits d'alimentation en carburant, ses systèmes de démarrage et de contrôle.

Le premier vol stationnaire du 12 février 1965

Le Mirage III V-01 effectua son premier vol stationnaire le 12 février 1965 sur l'aérodrome de Melun-Villaroche. L'appareil était piloté par René Bigand, pilote d'essais de Dassault. Il se souleva verticalement grâce à la poussée combinée de ses huit réacteurs de sustentation et demeura en vol stationnaire au-dessus de la piste. Ce premier vol constituait l'aboutissement de plusieurs années de développement et tirait parti de l'ensemble des données accumulées lors des 179 vols du Balzac V.

La réussite de ce vol stationnaire représentait une avancée notable : pour la première fois, un appareil de dimensions et de masse compatibles avec un chasseur opérationnel supersonique démontrait sa capacité à décoller verticalement.

La campagne d'essais et le record de Mach 2

La première transition du vol stationnaire au vol horizontal eut lieu le 24 mars 1966, cette fois aux mains de Jean-Marie Saget, pilote d'essais de Dassault. Contrairement aux espoirs, le Mirage III V présentait un comportement transversal en phase de transition plus délicat que celui du Balzac V. Le V-01 atteignit Mach 1,35 en vol horizontal.

Le second prototype, le Mirage III V-02, équipé du réacteur SNECMA TF 306 plus puissant et doté de nouvelles entrées d'air sur les moteurs de sustentation, effectua son premier vol le 22 juin 1966 aux mains de Jean-Marie Saget. Le 12 septembre 1966, à son 11^e vol, le V-02 atteignit la vitesse de Mach 2,03 en palier, soit environ 2 506 km/h. Il devenait ainsi le premier — et à ce jour le seul — aéronef à décollage et atterrissage verticaux de l'histoire à franchir le mur de Mach 2, un record qui demeure inégalé.

Les limites du concept

Malgré ces résultats, le programme Mirage III V mit en lumière les limites fondamentales du concept de chasseur VTOL à réacteurs de sustentation séparés.

La pénalité de masse constituait le handicap principal. Les huit réacteurs de sustentation ne servaient qu'au décollage et à l'atterrissage. Pendant la totalité du vol de croisière et de la mission de combat, ils représentaient une masse morte considérable, retranchée de la charge utile et du carburant emportable. La version de série envisagée, équipée de huit RB 162-31 de 2 200 kgp chacun et d'un TF 306 de 9 000 kgp, aurait eu un rôle d'assaut tactique avec une charge de 907 kilogrammes, une vitesse en basse altitude de Mach 0,92 et un rayon d'action de combat de seulement 467 kilomètres — des performances limitées rapportées à la complexité du système.

La complexité propulsive posait un problème logistique évident. Neuf réacteurs à entretenir, alimenter et surveiller représentaient un fardeau considérable pour les escadrons. La consommation de carburant durant les phases de décollage et d'atterrissage verticaux, au cours desquelles les huit réacteurs de sustentation fonctionnaient à plein régime, réduisait encore l'autonomie de l'appareil.

Enfin, la phase de transition entre vol vertical et vol horizontal restait une manœuvre exigeante et risquée, comme les accidents du Balzac V l'avaient tragiquement démontré, et comme les essais du Mirage III V le confirmèrent avec le comportement transversal délicat constaté lors des premières transitions.

L'abandon du programme

Le 28 mars 1966, pour des raisons techniques et financières, le ministère des Armées arrêta le programme de série du Mirage III V, tout en laissant se poursuivre les essais sur les prototypes. Le ministère de la Défense s'était aperçu que la formule retenue était trop complexe à mettre au point et que le coût du programme dépassait les budgets prévus. Le projet de série avait en réalité été abandonné dès mai 1966, même si les essais en vol continuèrent.

Le 28 novembre 1966, à Istres, le Mirage III V-02 fut accidentellement détruit lors d'essais en vol dérapé. Le pilote, le commandant Jarriges, parvint à s'éjecter. Ce crash mit un terme définitif au programme.

En 1970-1971, la Cour des Comptes dressa le bilan financier du programme et conclut que le gouvernement français y avait investi en vain 200 millions de francs (équivalant à environ 238 millions d'euros en valeur 2022), auxquels s'ajoutaient 79 millions de francs pour le réacteur Rolls-Royce RB.162 (environ 94 millions d'euros en valeur 2022), soit un total de 279 millions de francs dépensés entre 1960 et 1966.

Sur le plan stratégique, la doctrine militaire française avait évolué entre-temps. Par ailleurs, aucune nation ne parvint à développer un chasseur VTOL supersonique opérationnel selon le concept des réacteurs de sustentation séparés. La spécification NBMR-3 de l'OTAN, officiellement abandonnée en 1965, ne déboucha sur aucune mise en service. Le P.1154

britannique fut lui aussi annulé. Seul le Hawker Siddeley Harrier, fondé sur un concept radicalement différent de poussée vectorielle à partir d'un unique moteur Rolls-Royce Pegasus, réussit à aboutir à un avion de combat VTOL opérationnel, certes subsonique.

Héritage

Le Mirage III V-01, préservé, est aujourd'hui exposé au musée de l'Air et de l'Espace du Bourget, dans le hall des prototypes.

Le programme Balzac V / Mirage III V doit être évalué à la lumière de son époque et de ses objectifs. Si aucun chasseur opérationnel n'en est jamais issu, les deux appareils permirent à Dassault et à l'industrie aéronautique française d'acquérir une connaissance approfondie des technologies de vol vertical. Les données recueillies sur le contrôle d'attitude par jets de réaction, les effets de sol, les phénomènes de réingestion des gaz chauds et la dynamique de la transition alimentèrent les travaux ultérieurs. L'expérience des commandes de vol électriques inaugurées sur le Balzac V contribua aux développements ultérieurs de Dassault dans le domaine du contrôle de vol numérique.

Le record de Mach 2,03 atteint par le Mirage III V-02 le 12 septembre 1966 demeure, plus d'un demi-siècle plus tard, la vitesse la plus élevée jamais atteinte par un aéronef à décollage vertical. Ce résultat démontra que, du strict point de vue aérodynamique et propulsif, la combinaison du décollage vertical et du vol supersonique était réalisable. Le problème n'était pas la faisabilité technique mais la viabilité opérationnelle et économique.

Les noms de Jacques Pinier, pilote d'essais du CEV, et du Major Phillip E. Neale de l'*US Air Force*, morts aux commandes du Balzac V, rappellent le coût humain de cette entreprise.