

## MiG-29 Fulcrum



Le MiG-29 fut conçu dans les années 1970 pour remplacer le MiG-21 et le MiG-23 au sein des forces aériennes tactiques soviétiques assignées à l'aviation de front. Entré en service en 1983, il devait être la réplique soviétique aux avions occidentaux de la classe du F-16 de Lockheed Martin (General Dynamics). Exporté en grande quantité avant l'effondrement de l'URSS, beaucoup d'utilisateurs soviétiques réexportèrent leurs appareils afin de rationaliser leur armement aérien ou pour aider à échelonner leurs

dettes. Dès la fin des années 80, Mikoyan commença à produire des versions améliorées du MiG-29, en augmentant nettement ses capacités et en améliorant sa polyvalence.

Le MiG-29 demeure un chasseur de supériorité aérienne extrêmement efficace, comparable au F-16 et au F/A-18 et même supérieur dans certains domaines, en particulier celui de chasseur pur. Le MiG-29 est avantagé par sa taille réduite et sa signature radar frontale relativement faible, et par ses deux moteurs qui lui confèrent des atouts de sécurité et de survie. Le MiG29 possède grâce à eux un rapport poussée/poids très élevé, que vient compléter une aile hyper sustentatrice de faible traînée. Toutes ces caractéristiques font du MiG-29 un appareil aux performances extraordinaires en matière de virages.

Le fuselage porteur, les ailes hyper sustentatrices, les apex et la double dérive du MiG-29 lui permettent des performances inégalées à grande incidence et à faible vitesse. La conception rustique des entrées d'air permet aux moteurs résistants du MiG-29 de continuer à fonctionner même à des incidences extrêmes et malgré des perturbations importantes de l'écoulement dans les entrées d'air. L'appareil peut ainsi effectuer des manoeuvres telles que la retombée sur la queue et le cobra.

Le système électromécanique sophistiqué de commandes de vol du MiG-29 permet au pilote de dépasser brièvement les limites d'accélération (g) et d'incidence, entrant alors dans des parties du domaine de vol propices au décrochage, et qui sont normalement interdites par le système de commandes de vol. S'il devait choisir entre dépasser les limites g et a, ou perdre le combat, s'écraser ou ne pas réussir à échapper à un tir de missile, le pilote du MiG-29 pourrait dépasser les butées de manche qui correspondent à ces limites "élastiques" alors que le calculateur de commandes de vol d'un pilote de F16 ne lui aurait jamais permis de dépasser certaines limites "inviolables".

Le MiG-29 était l'un des premiers chasseurs de première ligne à posséder un viseur sur casque, combiné aux missiles R-73 (AA-11 'Archer'), qui lui conférait une capacité remarquable de tir avec des grands angles de dépointage. L'armement à courte portée était complété par deux missiles BVR (Beyond Visual range ou Hors du champ visuel) R27 (AA-10 'Alamo') très efficaces, équivalents aux plus récents AIM-7 Sparrows. L'appareil était également innovateur dans la mesure où il comportait une combinaison de capteurs de détection, d'acquisition et de poursuite de cibles, pouvant être utilisés en coopération ou individuellement. L'utilisation de systèmesIRST (recherche et poursuite

par infrarouge) avec télémètre laser ont rendu possibles les missions d'interception, de l'acquisition à l'attaque, sans émettre de signaux électromagnétiques qui pourraient être détectés par les systèmes de détection et alerte radar (RHAWS) de la cible, offrant ainsi une alternative intéressante au radar.

Le prix raisonnable du MiG-29, en particulier après l'effondrement de l'URSS lorsque la Russie et les nouveaux états indépendants manquaient de ressources financières, en fit un chasseur très abordable, tandis que les frais d'entretien étaient également assez bas. Le MiG-29 de base était facile à entretenir et à réparer, et il possédait une grande capacité à encaisser les coups. Il était capable d'opérer à partir de sites sommaires, atout primordial pour les forces aériennes peu développées. Malgré son coût modeste, l'équipement du MiG-29 était perfectionné, et possédait un système RHAWS, un système de transmission de données, et d'autres systèmes perfectionnés qui n'étaient pas proposés parmi l'équipement standard des chasseurs contemporains occidentaux.

Cependant, le MiG-29 de base était loin d'être parfait, et il souffrait de plusieurs inconvénients majeurs. Son rayon d'action et son endurance étaient très limités, tandis que l'intégration de ses systèmes et de son avionique était médiocre, imposant une charge de travail importante au pilote. De plus, ce dernier dépendait lourdement d'aides extérieures (GCI ou AWACS) pour établir une liste de priorité des menaces et des cibles. L'absence d'un système de commandes de vol électriques impliquait que le simple fait de piloter l'avion et



d'utiliser ses systèmes accaparait l'attention du pilote, et réduisait par là même sa capacité à apprécier la situation! La durée de fonctionnement entre deux révisions des moteurs du MiG-29 était initialement trop courte, et même aujourd'hui, ils nécessitent plus d'entretien que les moteurs de chasseurs occidentaux équivalents. Les moteurs émettent également une quantité relativement importante de fumées en utilisant certains types de carburants, ce qui, dans certaines circonstances, est gênant, car ils produisent une traînée de fumée peu discrète. Le système d'armement BVR est assez médiocre selon les normes modernes; le canon interne ne possède que 149 obus et la durée de vie du tube du canon est très réduite. Cependant, et en dépit d'un viseur rudimentaire, l'arme est d'une précision surprenante. L'emport de réservoirs externes de carburant empêche l'utilisation du canon (si un réservoir est monté en position ventrale) ou accapare de: points d'emport d'armement BVR (si les réservoirs sont montés sous voilure). L'appareil n'est pas vraiment capable de lancer des attaques de précision dans sa version de base, mais ce problème a été réglé par les modernisations.

Après l'effondrement de l'URSS, les utilisateurs du MiG-29 souffrirent de la mauvaise qualité des pièces détachées et des services de soutien logistique, mais de nouveaux arrangements furent vite mis en place et à la fin des années 90, l'infrastructure de soutien logistique a connu une amélioration spectaculaire.

Les défauts principaux du MiG-29 de base ont été supprimés avec le MiG-29M. La priorité la plus importante était d'optimiser la polyvalence de l'appareil, en mettant en place une nouvelle avionique et de nouveaux systèmes, et en rendant l'avion capable d'utiliser un éventail d'armes air-sol sophistiquées. Dans un premier temps, (avec un prototype désigné 9-14 par l'OKB) le bureau d'étude a simplement ajouté un grand pod externe d'avionique au MiG-29S en service à l'époque, mais il devint vite évident que ceci nuirait trop aux performances, même en installant des moteurs de poussée supérieure. Il fut alors décidé qu'il valait mieux effectuer une série de changements d'ordre modeste, ce

qui permettrait de résoudre la question du manque d'autonomie et de la faible durée de vie opérationnelle.

Tout en conservant la configuration externe du MiG-29, le MiG-29M a fait l'objet d'une révision complète. La cellule fut renforcée et des composants et pièces de sous assemblage en aluminium et lithium soudés furent utilisés, réduisant ainsi l'utilisation des éléments de fixation, de joints d'étanchéité et de rivets conventionnels, tout en limitant le poids et en libérant un espace interne accru pour le carburant et l'avionique. Des matériaux composites furent également utilisés, réduisant encore le poids et accroissant la force et la rigidité. Le fuselage remanié est construit autour d'un nouveau réservoir en alliage aluminium et lithium dans la section centrale, s'étendant aux apex, remplaçant les entrées d'air auxiliaires d'extrados du MiG-29 de base. Pour ce faire, les épaisses trappes d'obturation des entrées d'air anti-FOD (anti-dégâts occasionnés par des corps étrangers), qui sont habituellement fermées pendant le décollage et l'atterrissage, furent remplacées par des grilles remplissant la même fonction tout en assurant un flux d'air suffisant vers les moteurs. Les nouveaux réservoirs augmentaient la capacité interne de carburant de 25%, approchant celle du F/A-18 (et supérieure à celle du Rafale de Dassault). La capacité accrue en carburant a entraîné une augmentation de l'autonomie, du rayon d'action et de l'endurance.

La nouvelle cellule du MiG-29M comprenait également une arête dorsale de fuselage remaniée au volume interne accru. Cet espace permettait de loger une partie des nouveaux réservoirs, mais renfermait également le nouveau brouilleur actif perfectionné Gardeniya, et les lance leurres (électromagnétiques et infrarouges). Ces derniers transportaient 120 obus, le double du nombre emporté par le MiG-29 de base dans ses lance leurres situés à la base des dérives. Tandis que les changements structuraux apportés au MiG-29M n'ont pas entraîné d'augmentation du poids à vide, l'augmentation de la capacité de carburant a entraîné un accroissement du poids maximum au décollage, qui fut encore augmenté par l'ajout de pylônes d'intrados renforcés afin de permettre l'emport de charges plus lourdes. Afin d'exploiter ce potentiel, le MiG-29M fut équipé d'un train d'atterrissage renforcé, tandis que ses moteurs furent remplacés par des turbopropulseurs RD-33K plus puissants. Ils comportaient une soufflante remaniée pour augmenter le débit masse, ainsi qu'une configuration métallurgique améliorée (avec notamment la technologie de lames uniques en galène) pour supporter des températures plus élevées. Ils comportaient des unités numériques de contrôle à pleine autorité, donnant une augmentation de poussée totale d'environ 5 kN par moteur. La durée de vie du moteur a également été augmentée. Le nouveau RD-33K est interchangeable avec le RD-33 de base, et peut être utilisé pour améliorer les performances des MiG-29 déjà en service.



En plus des changements structuraux et des modifications apportées au groupe propulseur, la cellule du MiG-29M comportait une série de raffinements aérodynamiques. Le profil des gros apex proéminents a été redessiné avec une courbure plus prononcée des bords d'attaque, de sorte qu'ils semblent beaucoup plus "pointus". En conséquence, les tourbillons créés étaient beaucoup plus vigoureux, ce qui améliorait la maniabilité aux grandes incidences. Les ailerons furent agrandis vers l'extérieur, ce qui améliorait le contrôle en roulis, tandis que la corde des empennages horizontaux fut augmentée et que le bord d'attaque fut redessiné avec un décrochement, donnant un

contrôle plus important en tangage (utilisation symétrique) et en roulis (utilisation différentielle). Les décrochements de bord d'attaque généraient des tourbillons qui aidaient à garder le flux laminaire à grande incidence. Les aérofreins d'origine de taille réduite, placés au-dessus et au-dessous du méplat du fuselage furent remplacés par un aérofrein dorsal beaucoup plus grand et plus puissant situé sur l'arrière de l'arête dorsale. Celui-ci permettait une décélération plus rapide et il fut renforcé pour des utilisations à vitesse élevée, tandis que son emplacement plus en avant avait pour conséquence des mouvements en tangage moins grands lors de l'utilisation.

Tandis que le MiG-29 original disposait d'un système de commandes de vol électromécaniques conventionnel (comportant cependant des éléments assez sophistiqués, comme une connexion progressive aileron/gouverne de direction à grande incidence), le MiG-29M possédait un système de commandes de vol électriques analogiques, avec quatre canaux pour le tangage et trois pour le roulis et le lacet. Mikoyan conservait un système mécanique de secours, programmé avec des limites élastiques, qui pouvaient être dépassées en appliquant une force accrue sur le manche, de telle sorte que le pilote puisse excéder les limites g ou d'incidence afin d'éviter un missile ou un obstacle du terrain, ou qu'il puisse pointer (avec le nez de l'appareil ou le viseur de casque) une cible pour un tir instantané. L'utilisation de limites élastiques était l'un des avantages principaux du système de commandes de vol du MiG-29 original. Un système analogique avait été utilisé car, de l'avis général, il était plus fiable et plus résistant aux dégâts occasionnés par les impulsions électromagnétiques. Les inconvénients occasionnés par le poids supplémentaire étaient acceptés comme un mal nécessaire.

Bien qu'il fût à l'époque une amélioration du cockpit classique analogique du 'Fulcrum' de base, le cockpit avec écrans de visualisation du MiG-29M demeure assez primitif par rapport aux normes occidentales. Cependant, dans certains domaines, le nouveau cockpit est aussi avancé que n'importe quel modèle occidental. Ses deux écrans multifonctions sont placés dans la partie supérieure du tableau de bord, près de la VTH (et donc près de la ligne de vision du pilote) et sont entièrement commandés par des commandes HOTAS des manettes des gaz et du manche, sans boutons d'entrée de données autour des écrans. Le seul élément primitif dans les systèmes d'affichage réside dans le fait qu'il s'agit d'écrans cathodiques monochromes à balayage par quadrillage et non pas d'écrans couleurs à cristaux liquides à haute luminosité. Certaines personnes avancent l'idée que les affichages monochromes distraient moins le pilote, sont plus faciles à interpréter et forcent les concepteurs de systèmes d'affichage à utiliser des symboles clairs et sans ambiguïté, sans se servir du support des couleurs. D'autres suggèrent que les affichages monochromes sont plus faciles à utiliser dans des situations de combat, en particulier sous facteur de charge, quand le pilote risque de ne plus distinguer les couleurs sous les effets du " voile gris ". Mis à part les écrans d'affichage, le cockpit du MiG-29M n'a pas évolué, et il est toujours encombré d'instruments analogiques traditionnels.

Les nouveaux systèmes avioniques, comprenant un nouvel équipement électrooptique doté d'un système IRST (recherche et poursuite par infrarouge), d'un laser et d'une caméra TV, rendent l'appareil capable d'utiliser tout un éventail de nouvelles armes air-sol, telles que les bombes et les missiles à guidage TV, infrarouge ou laser. Ceci représentait une amélioration par rapport au MiG-29 de base, qui ne possédait que des bombes classiques et des roquettes non guidées dans le cadre de son rôle air-sol limité. L'armement du



MiG-29M comprend le Kh-25ML (AS-12 'Kegler') à guidage laser, le Kh-29L (AS-14 'Kedge') également à guidage laser, et la bombe KAB-5001 à guidage laser, ainsi que les bombes à guidage TV Kh-29T ASM ou KAB-500KR. Deux pylônes extérieurs supplémentaires furent ajoutés au MiG-29M, amenant leur total à huit, en plus des points d'emport centraux. Les quatre pylônes internes furent renforcés pour permettre l'emport de charges de 1000 Kg maximum, tandis que les pylônes externes étaient renforcés pour permettre l'emport de charges de 500 kg maximum. Le chargement de guerre maximum est de 4500 Kg. La présence de quatre points d'emport sous voilure améliora de façon spectaculaire l'efficacité en combat en permettant à l'appareil d'emporter jusqu'à huit missiles air-air, ou jusqu'à six missiles avec deux réservoirs de carburant externes sous voilure. Fait encore plus important, le MiG-29M peut emporter quatre missiles BVR R-27 (AA-10 'Alamo') au lieu de seulement deux, ces missiles pouvant être la nouvelle version R27RE à portée augmentée. L'appareil peut également transporter jusqu'à huit nouveaux missiles BVR air-air R77 (AA-12 'Adder') à guidage radar actif, dont les performances les ont conduit à être surnommés 'AMRAAMski' en Occident. Ils possèdent des gouvernes originales dont la structure en treillis leur confère une efficacité très importante par rapport à leur taille réduite (puisque chaque grille comporte une surface sustentatrice importante) avec des efforts de braquage relativement faibles. Ils sont également très efficaces à grande incidence.

Contrairement aux versions précédentes du MiG-29, le MiG-29M possède une capacité SEAD (Suppression of Enemy Defenses ou Suppression des défenses ennemies) ou 'Wild Weasel', et peut emporter jusqu'à quatre missiles anti-radar Kh-25MP ou Kh31P. Le Kh-25MP peut être lancé automatiquement par le nouveau L-150 Pastel RHAWS, qui peut contrôler la séquence de lancement et verrouiller avec précision chaque missile sur une cible particulière.

Le radar à impulsions Doppler N-019 'Slot Back' du MiG-29 de base possède de bonnes performances, mais manque toujours de flexibilité. Conçu principalement dans une optique air-air, il ne possède pas de modes air-sol perfectionnés, tandis que son manque de capacités de traitement l'empêchait d'établir, à bord de l'appareil, une liste de priorité entre les cibles et les menaces, ce qui obligeait le pilote à avoir recours aux contrôleurs d'interception au sol GCI (Ground Control interception) dans la plupart des cas. Le MiG-29M utilisait un nouveau radar N010 doté d'une antenne de réseau plane de type AN/APG-65 au lieu de l'antenne à torsion de type cassegrain du radar précédent. Le nouveau radar offrait une augmentation de portée de 25%, et comprenait tout un éventail de modes air-sol, y compris un mode suivi de terrain et un mode cartographie radar à échelle constante (faisceau réel et ouverture synthétique) avec des options gel et zoom sur image. Il se peut que ce radar ait été influencé par le AN/APG-65 du F/A-18, dont l'URSS avait obtenu les détails par espionnage.

Ayant réussi ses essais initiaux au début des années 90, le MiG-29M a connu une période creuse au cours de laquelle la fin des tests de développement dépendait de l'arrivée de fonds supplémentaires, qui ne se matérialisèrent qu'en 1995. Ce délai fut imposé par la restructuration de la défense russe faisant suite à la fin de la guerre froide. Au cours de cette période, l'influence politique plus importante de Sukhoi lui permit de monopoliser les ressources limitées disponibles pour les projets de nouveaux appareils. Les Su-30, Su-33 et Su-35 furent préférés au MiG-29M et à sa version pour la Marine, le MiG-29K. Des fonds furent finalement libérés à la demande du Ministère Russe de la Défense.

Des rapports non confirmés suggèrent que le MiG-29K a été réactivé. Cette version capable d'opérer sur porte-avions est globalement équivalente au MiG-29M, doté du même radar, d'une capacité en carburant accrue, de moteurs plus puissants, d'une avionique et de systèmes d'armement polyvalents. L'appareil de base possède une perche de ravitaillement en vol rétractable et il est équipé pour pouvoir emporter une nacelle de ravitaillement en vol. Si le MiG29K est disponible pour la Marine russe, il pourrait remplacer ou venir renforcer le Su-33 à bord de l'Amiral Kuznetsov, lui conférant



une capacité de frappe plus importante, et permettant d'emporter plus d'appareils pour le même encombrement dans les hangars et sur le pont. Le MiG-29K serait un appareil idéal pour des nations utilisatrices de porte-avions telles que l'Inde et la Thaïlande, leur offrant un appareil polyvalent dans une cellule relativement compacte. Il peut décoller sur une distance réduite, à l'aide d'un tremplin et il n'a pas besoin de catapulte de lancement. Il apponte en utilisant un brin d'arrêt conventionnel. Les performances du MiG29K sont très semblables à celles du MiG29M.



Mikoyan a commencé à présenter des modernisations importantes aux utilisateurs du MiG-29 au début des années 90, avec des missiles R-77 (AA-12), des perches de ravitaillement en vol et des améliorations du radar. Les limites de facteur de charge et d'incidence furent légèrement accrues grâce à des modifications apportées au système électromécanique de commandes de vol. La durée de vie des moteurs et leur puissance furent accrues, tandis que l'émission de fumées fut réduite. L'appareil peut également être rendu compatible avec un éventail d'armes air-sol, y compris les armes

guidées de précision. Ces améliorations sont peu onéreuses, efficaces et peuvent être appliquées très rapidement. A moins d'avoir des renseignements affirmant le contraire, il faut estimer que n'importe quel MiG-29 rencontré possède ces améliorations. Aux distances habituelles de combat aérien, il existe peu de différences externes visibles entre le MiG-29 de base et le MiG-29M/MiG-29K, qui est, comme nous l'avons expliqué plus haut, un appareil bien plus efficace. En gardant cela à l'esprit, considérez que chaque 'Fulcrum' rencontré est en fait un MiG-29M, à moins de savoir que vous êtes en train d'attaquer un 'Fulcrum' équipé d'un 'Slot Back'!

La meilleure façon de traiter un MiG-29 est de le détruire à distance maximale, si les règles d'engagement le permettent. Si vous êtes forcé de l'affronter à distance réduite, maintenez une vitesse et une puissance élevées et n'oubliez pas le grand angle de dépointage avec lequel le viseur de casque permet au pilote de tirer un missile. N'engagez en aucune circonstance un combat tournoyant à faible vitesse et ne tentez pas d'utiliser le plan vertical à basse altitude. La capacité en carburant limitée du MiG-29 de base signifie qu'il atteindra son "bingo" carburant avant vous et il peut s'avérer tactiquement efficace de le forcer à épuiser ses réserves en carburant et de l'attaquer dès qu'il tente de décrocher. En dépit de son âge, de son prix et de sa rusticité, le Mikoyan MiG-29 demeure un adversaire redoutable et ne doit pas être sous-estimé! Il a été exporté dans de nombreux pays et représente donc la menace aérienne que vous avez le plus de chances d'affronter dans la plupart des scénarios.