

LOCKHEED MARTIN® F-35®B LIGHTNING II®



ロッキード マーチン F-35B ライトニングII

解説：石川 潤一

Data and facts have been compiled using research indirectly related to Lockheed Martin data, therefore, actual facts could not be independently verified regarding all aspects of this aircraft.

1990年代中盤、アメリカ国防総省は空軍・海軍・海兵隊が保有する様々な軍用機の後継機を1機種に集約する、統合打撃戦闘機(JSF)計画をスタートさせました。この計画に基づき、アメリカのロッキード マーチン社が中心となって開発した単発単座の多用途戦闘機がF-35 ライトニングIIです。空軍向けの通常離着陸型・F-35A、海兵隊向けの短距離離陸/垂直着陸(STOVL)型・F-35B、海軍向けの艦載型・F-35Cの3タイプが開発されたF-35の中でも、最も野心的なタイプがB型です。レーダーなどのセンサー類から探知されにくい高度なステルス性能をはじめ、機体に取り付けられた様々なセンサー類のデータはもちろん、作戦行動をともにする僚機や艦艇、さらには司令部のデータをもリンクする高い状況認識能力、超音速飛行という第5世代ジェット戦闘機の性能を持ちながら、離着陸時に長い滑走路を必要とせず、強襲揚陸艦や軽空母からの発着艦を可能としているのがF-35Bの特徴です。

■STOVLを可能にするメカニズム ◎3ペアリング回転ダクト・ノズル

F-35Bの最も特徴的なメカニズムが、推力偏向式のエンジン排気ダクト・ノズルでしょう。これは、排気ダクトを3分割してペアリングで繋ぎ、それぞれが逆回転することによりノズルの角度が0°(真後ろ)から95°下向き(前方5°)まで折れ曲がるものです。真後ろなら推進力に、斜め下に向ければ短距離離陸、真下なら垂直着陸やホバリング、さらに95°まで曲げればホバリングしながら後進飛行も可能。また、排気ダクトが下を向く際には、機体下面後部に設けられたドアが左右に開くようになっています。

◎リフトファンとロールポスト

さらに、コクピット後部には、エンジンと同等の推力を発揮するリフトファンを装備しています。上下の扉を開き、ファンを回して下向きに空気を吹き出す構造で、機体下面の可変ルーバーを備えた四角形のベンボックスノズルにより、噴流の向きを制御しています。このリフトファンはエンジン前部の低圧タービン軸から前方に延ばしたドライブシャフトで動力を伝えることによって、補助動力なしに駆動する優れたシステムとなっています。

加えて、機体下面の主翼付け根にはロールポストと呼ばれる機体の姿勢制御用排気噴出口を備え、垂直着陸時やホバリング時の機体姿勢を安定させています。

従来の垂直離着陸機は、ホバリング時にエンジンに高温の排気が入り込むことで出力が低下するという問題がありました。一方、F-35Bのリフトファンから吹き出す空気は、エンジン排気とは違い温度が低いことに加え、その気流がスクリーンとなって高温のエンジン排気をせき止め、エアインレットへの流入を防いでいるため、出力低下が起きにくくなる利点があります。また、低速になるSTOVL時でもエンジンに十分な量の空気を送り込めるよう、機体上面のリフトファン用空気吸入口の後方にはエンジン用補助エアインテークが備えられています。そして、これらのシステムのパワーソースがプラット&ホイットニー

●F-35B 通常離着陸形態



●F-35B 短距離離陸形態



●F-35B 垂直着陸形態



LOCKHEED MARTIN

F-35®B Lightning II®

LOCKHEED MARTIN®, F-35® Lightning II®, associated emblems and logos, and body designs of vehicles are either registered trademarks or trademarks of Lockheed Martin Corporation in the USA and/or other jurisdictions, used under license by Tamiya.

F135-PW-600 ターボファンエンジンです。1基で双発ジェット戦闘機並みの推力を発揮するこの強力なエンジンにより、F-35Bは優れたSTOVL性能だけでなく、最高速度マッハ1.6の超音速飛行と高い機動力を実現しているのです。

■高いステルス性能

F-35は、機首側面や胴体側面の傾斜角、主翼や尾翼のエッジ角度の統一など、設計段階からステルス性の高い形状を取り入れています。中でも特徴的なのがエアインレットです。通常、超音速で飛行する航空機には、エンジン性能を低下させる境界層の気流を逃がすため、境界層隔壁(ダイバータ)などが設けられますが、これはレーダー反射断面積(RCS)を増加させ、ステルス性能を低下させる一因になります。そこで、F-35では境界層隔壁のない「ダイバータレス超音速インレット(DSI)」と呼ばれる独特な形状を採用。最新の数値流体力学で導き出されたコブ状の膨らみにより、ステルス性を確保しながら境界層の流入を制御しています。また、エンジンに空気を導くインテークダクトを大きく湾曲したY字形にすることで、前方からフロントファンが見えない構造を採用。レーダー放射波を抑えてステルス性を高めています。さらに、各部の段差を極力少なくするとともに、機体表面はレーダー波吸収素材(RAM)を配合した塗料で塗装。また、パネルラインにもRAMコーティングが施された帯状の部材が取り付けられています。もちろん、通常飛行時にはリフトファン用の上下扉や補助エアインテークの扉、ロールポストの扉を閉じて、高いステルス性を発揮しているのは言うまでもありません。一方、訓練時などでは垂直尾翼の前の胴体上面と下面に、レーダーに捕捉されやすくするRCSエンハンサーと呼ばれるデバイスを取り付けて、意図的にステルスを妨げています。

■革新的なセンサー融合システム

F-35は、機首レドーム内部にAPG-81 AESA(アクティブ電子走査アレイ)レーダーを搭載。レーダー視野内に存在する23個の飛行目標を、10秒以内に全て探知する能力を持っています。また、機首の左右側面、キャノピー前の機首上部、中央胴体の上面、そして胴体中央下面前後の合計6箇所にAAQ-37 EO-DAS(電子光学分散開口システム)センサーが埋め込まれ、機体全周360度、球形の範囲を監視可能。特に地对空ミサイルに対する防御力を高めています。機首下面のサファイアガラス製フェアリング内にはAAQ-40 EOTS(電子光学ターゲティング・システム)を装備。赤外線センサーとレーザーセンサーを統合したこの目標指示装置は、電波を一切発信しないので、逆探知のおそれがなく、広い走査範囲を確保しています。さらに、多機能先進データリンク(MADL)を介して、味方のF-35

や早期警戒管制機、作戦行動をともにする艦艇、さらには司令部など外部からのデータも取得可能。これらの情報を融合し、コクピットのタッチパネル式大型液晶ディスプレイや、パイロットのヘルメットバイザーに表示するヘルメット・マウント・ディスプレイ(HMD)により、パイロットの状況判断をサポートしています。

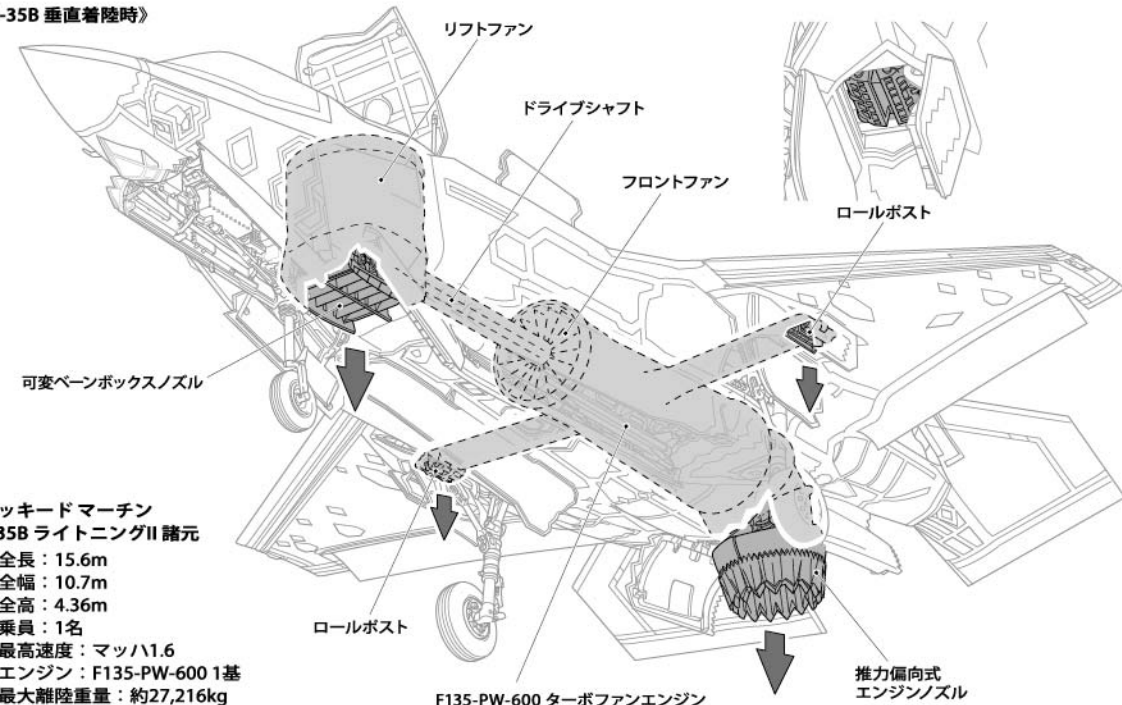
■F-35Bの兵装

F-35の胴体下面左右には兵装を格納できるウェポンベイがあり、RCS増加の要因となる兵装類を機内に収容することで、戦闘行動時のステルス性を維持しています。F-35Bはロールポストを装備しているため、ウェポンベイの全長がF-35A、F-35Cに比べて短くなっているものの、1000ポンド級の誘導爆弾2発と、AIM-120 AMRAAM空対空ミサイル2発の組み合わせなど、合計1トン超の兵装を機内搭載可能。また、ステルス性が重視されないミッションでは、左右の主翼下に3ヶ所ずつある機外搭載ステーションに兵装を取り付けることも可能です。

■F-35Bの配備と運用

F-35Bの配備が最も進んでいるアメリカでは、主に海軍が運用する強襲揚陸艦に海兵隊のVMFA(海兵戦闘攻撃飛行隊)から、通常6機を派遣して運用します。実戦飛行隊は2030年頃までに14個編成され、そのうち7個を交代で強襲揚陸艦に派遣し、残る7個は基地で陸上運用される予定です。最初のF-35B実働飛行隊となったのは、2012年9月に機体を受領したVMFA-121「グリーン・ナイツ」です。この飛行隊は2017年1月に山口県の岩国基地に移動し、F-35初の海外展開飛行隊となりました。また、岩国基地に常駐しているVMFA-242「バツ」も2020年にF-35Bを受領。2021年1月にはVMFA-225「バイキングス」がそれまでのF/A-18ホーネットからF-35Bへ機種転換するなど、着々と配備数を増やしています。そして、アメリカで最初にF-35Bを実戦投入したのは2018年9月、VMFA-211「ウェークアイランド・アベンジャーズ」です。アフガニスタンにおける近接航空支援のために強襲揚陸艦「エセックス」から出撃し、戦果をあげています。このようにアメリカ海兵隊だけでなく、イギリス海軍・空軍やイタリア海軍・空軍で配備が進められているほか、シンガポール空軍、さらには日本の航空自衛隊も導入を決定。その他にも多くの国で導入が検討されています。カタバルトを持たない強襲揚陸艦や軽空母はもちろん、滑走路が短い離島の小規模空港でも運用が可能なF-35B。世界16ヶ国で3000機以上が配備予定と言われるF-35シリーズの中でも、特に運用の柔軟性が高いF-35Bは、西側諸国の空の守りを固める、重要な役割を担っていくことでしょう。

《F-35B 垂直着陸時》



ロッキード マーチン F-35B ライトニングII 諸元

- 全長：15.6m
- 全幅：10.7m
- 全高：4.36m
- 乗員：1名
- 最高速度：マッハ1.6
- エンジン：F135-PW-600 1基
- 最大離陸重量：約27,216kg

Lockheed Martin's F-35 Lightning II: a single-engine, single-seater 5th Generation fighter developed under the Joint Strike Fighter Program (JSF), an ambitious concept that aims to satisfy the demands of the U.S. Air Force, Marine Corps and Navy in the form of one aircraft with three variants: the F-35A conventional takeoff and landing aircraft for the Air Force; the Marines' short takeoff and vertical landing (STOVL) F-35B; and the Navy's F-35C carrier takeoff and landing variant. All benefit from extremely low observability and superlative network connectivity; that the ambitious F-35B design does so while combining supersonic speed and STOVL capability bears testament to its pioneering design.

STOVL Mechanisms

The 3 bearing swivel module mechanism splits the engine duct into three sections connected by bearings and allows the engine nozzle to be moved in a range from straight rearward (0 degrees) for forward thrust to 5 degrees forward (95 degrees). It is pointed diagonally down for short takeoffs, and directly downward for vertical landings and hovering. When it points downward, doors on the fuselage underside rear open.

Behind the cockpit is a lift fan powered via a shaft from the engine turbine. It has doors top and bottom and a variable area vane box nozzle on the F-35B underside which directs outgoing air flow. A nozzle under each wing called a roll post helps control aircraft roll and stabilize the F-35B during hovering.

Stealth

Stealth is a core concept: from the shape of the wing and tail to the nose and fuselage profiles, the F-35 is designed to minimize radar cross section (RCS); the engine air intakes, for instance, provide air via a Y-shaped duct that renders the fan invisible from the front, while air is drawn in through a diverterless supersonic inlet (DSI), and the aircraft employs a radar absorbing material (RAM) topcoat and covering tape.

Multiple sensors are at the heart of the F-35's advanced capabilities, from the APG-81 active electronically scanned array radar that allows acquisition of up to twenty-three in-range targets inside ten seconds, to the six sensors of the AAQ-37 EO-DAS electro-optical system that gives 360-degree coverage of the aircraft; ground-to-air missile protection is a priority. The AAQ-40 electro-optical targeting system is installed under the nose. Data from the F-35's sensors can be shared via the MADL multifunction advanced data link without compromising low observability, while the pilot has a touch panel display and a helmet-mounted display system to aid in operations.

Ordnance

Internal weapons bays – one on either side of the fuselage –

ensure that ordnance impacts negligibly upon the F-35's stealth; on account of its roll posts, the F-35B's weapons bays are shorter than those of the F-35A and F-35C, but it can still hold one JDAM-equipped GBU-32 bomb and one AIM-120 AMRAAM air-to-air missile on either side. It has six external underwing stations which can be used to mount weapons when stealth is adjudged of lesser importance.

The F-35B in Service

The U.S. Marine Corps is perhaps the most advanced in its deployment of the F-35B; it typically stations F-35Bs in squadrons of six aircraft on U.S. Navy amphibious assault ships, and plans are afoot to form fourteen active squadrons by 2030, with seven of those based on amphibious assault ships and the other seven at air bases on land. The first operational Marine Corps F-35B unit was VMFA-121 "Green Knights," which received them in September 2012, and they were followed by units such as VMFA-225 "Vikings" who made the change to the F-35B in January 2021. Meanwhile, in September 2018 VMFA-211 "Wake Island Avengers" flew a successful mission from the USS Essex, the first live action for an F-35B. Overseas F-35B operators include the British and Italian naval and air arms, and the Japan Air Self-Defense Force also figures to make good use of the F-35B, given its significant number of air fields with shorter runways.

With the planned introduction of over three thousand F-35s by 16 different countries, the Lightning II series of aircraft – including the F-35B – looks set to become a significant presence in skies across the world.



● F-35B Vertical landing

The Lightning II von Lockheed Martin, ein einsitziges Kampfflugzeug der 5ten Generation mit einem Triebwerk wurde unter dem Joint Strike Fighter Programm (JSF) entwickelt; ein ehrgeiziges Programm, welches die Bedürfnisse der Luftwaffe, des Marine Corps und der Navy mit einem Flugzeug in drei Versionen erfüllen sollte: die F-35A für die Airforce zum horizontalen Starten und Landen, die F35B für Kurzstart und senkrechte Landung für die Marines und die F35C für die Navy für den Kurzstart auf einem Träger und die nachherige Landung auf dem Träger. Alle zusammen profitieren von einer schlechten Entdeckbarkeit und einer extrem guten Vernetzung der Systeme; das macht auch die F-35B aus die diese Fähigkeiten mit der Fähigkeit zum Überschallflug und zum STOVL Kurzstart und senkrechter Landung verbindet und damit die bahnbrechende Entwicklung bestätigt.

Der STOVL Mechanismus

Das Schwenkmodul mit drei Lagern teilt den Abgasstrahl des Triebwerkes in drei Teile und erlaubt ein Verstellen der Schwenkdüse von gerade nach hinten (95Grad). Sie wird diagonal nach unten verstellt für senkrechte Landungen und Schwebeflug. Wenn sie nach unten zeigt, gehen an der Unterseite des hinteren Rumpfes Klappen auf.

Hinter dem Cockpit befindet sich ein Hubantrieb der über eine Welle vom Triebwerk angetrieben wird. Es hat Klappen oben und unten und eine variable Austrittsöffnung an der Rumpfunterseite, die den Luftstrahl lenkt. Eine Düse an jeder Tragfläche hilft dabei das Rollen des Flugzeuges zu kontrollieren.

Stealth

Das Stealth Verhalten ist ein Schlüsselement des Konzepts: Von der Form der Tragflächen und des Leitwerks bis zur Nase und den Rumpffprofilen wurde die F-35 entwickelt um die Radar Cross Section (RCS) zu minimieren; die Triebwerkeinlässe zum Beispiel liefern die Ansaugluft mit einem Y-förmigen Kanal zu dem Fan unsichtbar von der Front und dann zu einem verstellbaren Überschall Einlass (DSI), zudem besitzt die Maschine eine Beschichtung aus Radar absorbierendem Material (RAM) und einem speziellen Abdeckmaterial.

Vieles sind der Kern der F-35 Fähigkeiten; von dem APG-81 Radar mit aktivem Scanning, das die gleichzeitige



● F-35B Short takeoff

Verfolgung von bis zu 23 Zielen innerhalb von 10 Sekunden erlaubt, bis zum elektro-optischen System AAQ-37 EO-DAS mit sechs Sensoren, welches einen 360 Grad Rundumblick um das Flugzeug ermöglicht. Schutz vor Boden-Luft Raketen ist Priorität. Das AAQ-40 ist ein vom elektro-optischen System unter der Nase. Die Daten von den Sensoren der F-35 können mit dem MADL System, einem fortgeschrittenen Data Link System mit anderen Stationen geteilt werden, während der Pilot ein Display mit Touchpanel und ein Helmet mounted Display für seine Einsätze nutzen kann.

Bewaffnung

Interne Waffenschächte auf beiden Seiten des Rumpfes stellen sicher, dass die Auswirkungen der Bewaffnung auf die Stealth Eigenschaften vernachlässigbar sind. Wegen der Rolldüsen der F-35B sind die Waffenschächte kürzer als die der F-35A und F-35C, aber sie können immer noch eine mit JDAM ausgerüstete GBU-12 Bombe und eine AIM-120 AMRAAM Rakete auf jeder Seite aufnehmen. Die sechs Unterflügelstationen können bestückt werden, wenn in der jeweiligen Mission der Tarnmodus weniger wichtig ist.

Bewaffnung

Das US Marine Corps ist am weitesten bei der Nutzung der F-35B ; es setzt normalerweise die F-35B in Gruppen zu 6 Flugzeugen auf den amphibischen Angriffsschiffen ein und plant bis 2030 14 aktive Gruppen zu haben, wobei 7 auf den Angriffsschiffen und 7 auf Basen an Land sein sollen. Die erste operationelle F-35B des Marine Corps flog bei VMFA-121 den "Green Knights", die sie im September 2012 erhielten. Ihnen folgte die VMFA-225 (Vikings) , die den Wechsel zur F-35B im Januar 2021 durchführte. In der Zwischenzeit, im September 2018 flog die VMFA-211 "Wake Island Avengers" eine erfolgreiche Mission von der USS Essex, die erste Mission der F-35B von einem Träger. Die Übersee Nutzer der F-35B beinhalten die Britischen und Italienischen Luftstreitkräfte, sowie die Japanischen Selbstverteidigungskräfte, die die F-35B nutzen, da sie eine grosse Anzahl kurzer Startbahnen besitzen.

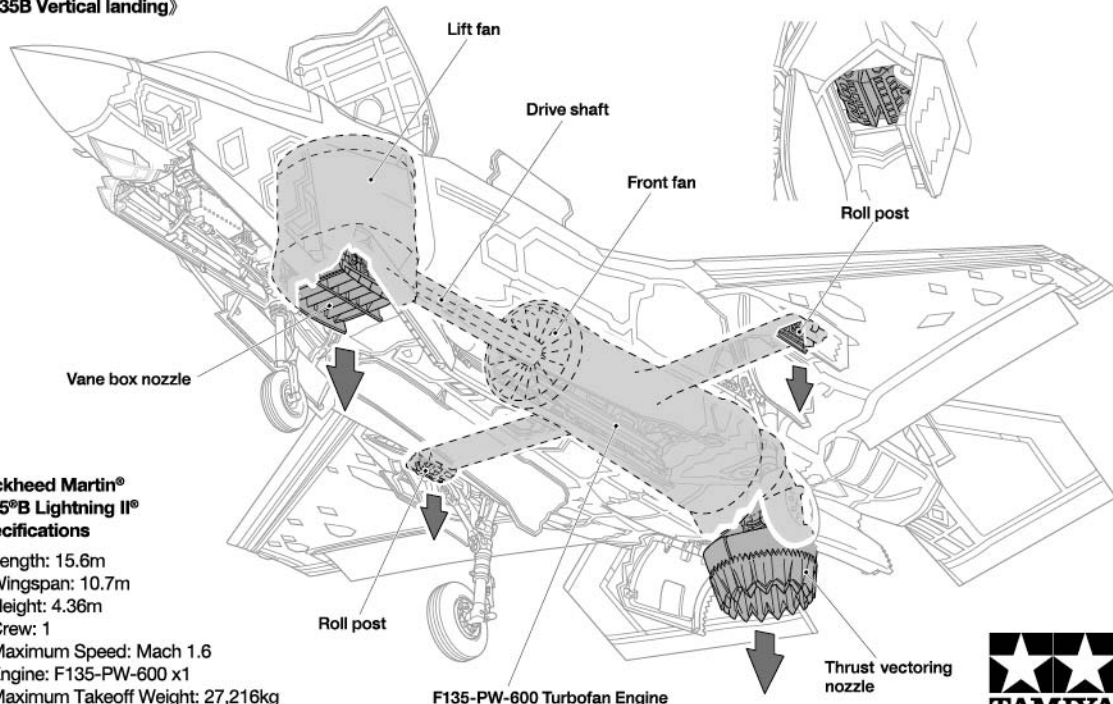
Mit der geplanten Einführung der F-35B in über 3.000 Einheiten in 16 Ländern wird die Lightning II und damit die F-35B eine eindrucksvolle Präsenz in der Luft über der Welt.



● F-35B in flight

LOCKHEED MARTIN® F-35®B LIGHTNING II®

F-35B Vertical landing



Lockheed Martin® F-35®B Lightning II® specifications

- Length: 15.6m
- Wingspan: 10.7m
- Height: 4.36m
- Crew: 1
- Maximum Speed: Mach 1.6
- Engine: F135-PW-600 x1
- Maximum Takeoff Weight: 27,216kg



Le Lockheed Martin F-35 Lightning II est un monoréacteur monoplace de combat de cinquième génération développé dans le cadre du Joint Strike Fighter Program (JSF), un concept ambitieux visant à satisfaire les besoins de l' U.S. Air Force, du Marine Corps et de l'U.S. Navy sous la forme d'un seul appareil décliné en trois versions : le F-35A à décollage et atterrissage conventionnels pour l'U.S. Air Force; le F-35B à décollage court et atterrissage vertical (STOVL) pour l'U.S. Marine Corps et le F-35C embarqué sur porte-avions pour l'U.S. Navy. Tous bénéficient d'une grande furtivité et d'une connectivité réseau très avancées; tout cela associé à des capacités de vol à vitesse supersonique et STOVL font du F-35B un appareil vraiment révolutionnaire.

Dispositifs STOVL

Le mécanisme 3BSM (3 Bearing Swivel Module) permet à la tuyère du réacteur de pivoter de 0 degré (poussée horizontale) à 95 degrés vers le bas (5 degrés vers l'avant). Elle est orientée diagonalement pour les décollages courts et vers le bas pour les atterrissages verticaux et le vol stationnaire. Lorsqu'elle pointe vers le bas, des trappes situées sous le fuselage sont ouvertes. Derrière le cockpit est située une soufflante entraînée par un arbre en prise sur la turbine du réacteur. Elle possède des trappes au dessus et en dessous et un diffuseur à géométrie variable expulse et dirige le flux d'air sous le F-35B. Une buse sous chaque aile permet de contrôler le roulis et stabilise l'avion en stationnaire.

Furtivité

La furtivité est au cœur du concept F-35, des formes de la voilure et des empenages à celles du nez et du fuselage pour minimiser la signature radar. Les prises d'air par exemple se rejoignent, formant un "Y" qui masque la face frontale du réacteur, tandis que l'air est aspiré par une entrée supersonique sans déviation (DSI), et que l'avion est recouvert d'une couche de finition en matériau absorbant les ondes radars (RAM) et de ruban de recouvrement. Une multitude de capteurs est au cœur des capacités avancées du F-35, du radar à balayage électronique actif APG-81 permettant l'acquisition de jusqu'à vingt-trois cibles en 10 secondes aux six capteurs du système électro-optique AAQ-37 EQ-DAS offrant

une couverture de 360 degrés autour de l'appareil, la protection contre les missiles sol-air étant une priorité. Le système de visée électro-optique AAQ-40 est installé sous le nez. Les données des capteurs du F-35 peuvent être partagées via la liaison de données multifonctions avancée MADL sans compromettre la faible observabilité de l'avion, tandis que le pilote est assisté par un tableau de bord tactile et un affichage dans le casque.

Armement

Les deux baies d'armement internes - une de chaque côté du fuselage – permettent de ne pas altérer la furtivité du F-35. Du fait de la présence de ses dispositifs de sustentation, les baies du F-35B sont plus courtes que celles des F-35A et F-35C, mais peuvent tout de même contenir chacune une bombe GBU-32 JDAM et un missile air-air AIM-120 AMRAAM. Six pylônes de voilure peuvent recevoir de l'armement lorsque la furtivité est jugée de moindre importance.

Le F-35B en Service

L'U.S. Marine Corps est le plus avancé dans le déploiement du F-35B; ils sont fréquemment stationnés par détachements de six sur les bâtiments d'assaut amphibie de de l'U.S. Navy, et il est prévu de former quatorze unités d'active d'ici 2030, dont sept basés sur navires d'assaut et les sept autres à terre. La première unité opérationnelle sur F-35B de l'U.S. Marine Corps a été la VMFA-121 "Green Knights," qui les perçut en septembre 2012, suivie par d'autres dont la VMFA-225 "Vikings" qui passa sur F-35B en janvier 2021. Entretemps, en septembre 2018, la VMFA-211 "Wake Island Avengers" avait effectué une mission réussie depuis l'USS Essex, première action au combat du F-35B. Les utilisateurs étrangers du F-35B incluent les forces aéronavales et aériennes britanniques et italiennes, et les Forces Aériennes d'Autodéfense Japonaises exploiteront les capacités du F-35B depuis le nombre important de pistes courtes dont dispose le pays. Avec la mise en service en prévue de plus de trois mille F-35 dans 16 pays différents, la famille Lightning II – incluant le F-35B – va avoir une présence significative dans les cieux du monde entier.