

Manching, site d'assemblage final de l'Eurofighter

L'USINE À TYPHOON

Textes et photos : Alexis von Croy

DE 0 À 35000 pieds d'altitude et Mach 1,5 de vitesse en moins de deux minutes et demie ; de 200 nœuds à vitesse supersonique en 30 secondes ; une capacité d'emport maximale de 7,5 tonnes – réservoirs remplis – pour une distance de décollage minimum de 300 mètres : tout cela est à peine imaginable pour le non-spécialiste de l'aviation militaire, ces performances de l'Eurofighter-Typhoon appartenant déjà à la légende.

Après certains vols d'essai, nous confions les personnes de l'usine, des contrôleurs aériens ayant observé sur leurs écrans le décollage quasi vertical du chasseur appellent pour connaître le nom « de la fusée qui vient de partir » ! Sa masse réduite, des réacteurs puis-

sants et des systèmes de commande sophistiqués confèrent à l'Eurofighter des caractéristiques de rêve dans tous les domaines. À la différence d'autres avions de combat comme le F-16, sa manœuvrabilité reste excellente à vitesse supersonique.

Le poste de pilotage du nouveau chasseur est un concentré de technologies de pointe : reconnaissance vocale (DVI, *direct voice input*) ; limitation automatique du domaine de vol en fonction des caractéristiques structurales et aérodynamiques (*carefree handling*), avec notamment une fonctionnalité de redressement automatique à partir de n'importe quelle position de vol, en cas de désorientation du pilote (*re-orientation button*) ; autopilote ultra-

moderne avec directeur de vol et automanette pour vols d'approche automatiques « façon Airbus » en cas de mauvais temps ; système de contre-mesures électroniques DASS (*defensive aids subsystem*)... De l'avis même d'un ancien commandant en chef de l'US Air Force, sa panoplie de proesses technologiques soutient aisément la comparaison avec les dernières nouveautés d'outre-Atlantique.

Interopérable ? Cela va de soi : grâce au système de distribution multi-information MIDS (*multi information distribution system*), l'Eurofighter offre des capacités de réseau avancées (NEC, *network-enhanced capabilities*). La commande des volets de courbure et des becs et le réglage de compensation se font

de façon automatique. Seule la commande du train d'atterrissage reste manuelle. Un réseau de quatre ordinateurs redondés commande un système de vol sur fil sans mécanique avancé (*fly-by-wire*) ; et l'avionique bénéficie de bus de données numériques équipés, pour certains, de fibres optiques.

Le poste de pilotage concrétise le principe « 3M » : mains sur manche et manette » (HOTAS, *hands on throttle and stick*) avec 12 commutateurs sur le manche et la manette. Dans sa version standard, l'Eurofighter Typhoon offre un système de navigation inertielle par gyroscope laser, la navigation par satellite et par radio terrestre, le détecteur de proximité du sol (GPWRS, *ground proximity*

warning system), un altimètre radar, ainsi que Captor, le radar de détection, d'identification et de désignation multicible. Côté affichages, trois écrans multifonction (MFCD, *multifunction color display*) ; six écrans (en version bi-place) sur la planche de bord sont complétés par une visualisation tête haute (HUD, *head-up display*) ultramoderne, ainsi qu'un visuel de casque haute résolution pour les principales données de vol. Reliés à des capteurs montés en réseau par un système sophistiqué de fusion de données (*sensor fusion*), ces équipements réduisent la charge de travail du pilote tout en l'informant continuellement sur la conduite de vol et la situation tactique. Les appareils des pays partenaires, mais pas ceux destinés à l'Allemagne, disposent de surcroît d'une caméra FLIR. Les polymères renforcés en fibres de carbone (PRC) représentent plus de 70 % de la surface de l'avion, dont une grande partie de la peau et des éléments de structure du fuselage (longerons, couples), et même des ailes. Des matériaux tels que l'aluminium, le titane et des matières plastiques constituent le reste. Les composants des deux ailes canards, par exemple, sont principalement en titane. La part des composites renforcés carbone est de 55 % sur le total de la masse de l'avion.

Plus léger que la plupart de ses concurrents, l'Eurofighter bénéficie d'une capacité d'emport et de performances de vol exceptionnelles. L'armement établit quant à lui un standard nouveau, avec la capacité de l'avion européen de changer de rôle pendant le vol pour intervenir, soit comme chasseur soit comme bombardier : à côté d'un canon 27 mm, (jusqu'à 1700 tirs/minute) de seulement 100 kg, les 13 points d'emport accueillent des réservoirs d'appoint et plusieurs types de missiles à guidage de précision équipés de détecteurs différents. L'Eurofighter est capable d'emporter des systèmes d'armes d'une masse cumulée maximale de 7,5 tonnes. Le système de contrôle des armements ACS facilite la « gestion » de ces systèmes ; combiné aux systèmes d'identification de cibles et de conduite de tir, il assure notamment la sélection automatique de l'arme la plus appropriée à la neutralisation d'une cible désignée. Le siège éjectable « zéro-zéro » de Martin Baker permet au commandant de bord et à son copilote de quitter l'avion en toute sécurité, que ce soit au sol ou à une altitude de 15 kilomètres, et pour des vitesses maximales de 1200 km/h.

PAS MOINS impressionnantes, les chaînes d'assemblage de cet avion de combat du futur ainsi que leurs structures logistiques sont principalement réparties sur quatre sites dans les quatre pays partenaires.

Les commandes enregistrées se chiffrent à 638 Eurofighter, à fabriquer en trois tranches. Assemblés chez Alenia, BAE Systems et EADS, 74 appareils (y compris cinq exemplaires de production équipés IPA (*Instrumented Production Aircraft*)), ont été livrés aux

Les chaînes de Getafe, Turin, Warton et Manching ont atteint leur vitesse de croisière. À Manching (All.), Planet AeroSpace a visité le site d'assemblage final du nouvel avion multirôle haute performance de l'armée de l'Air allemande.

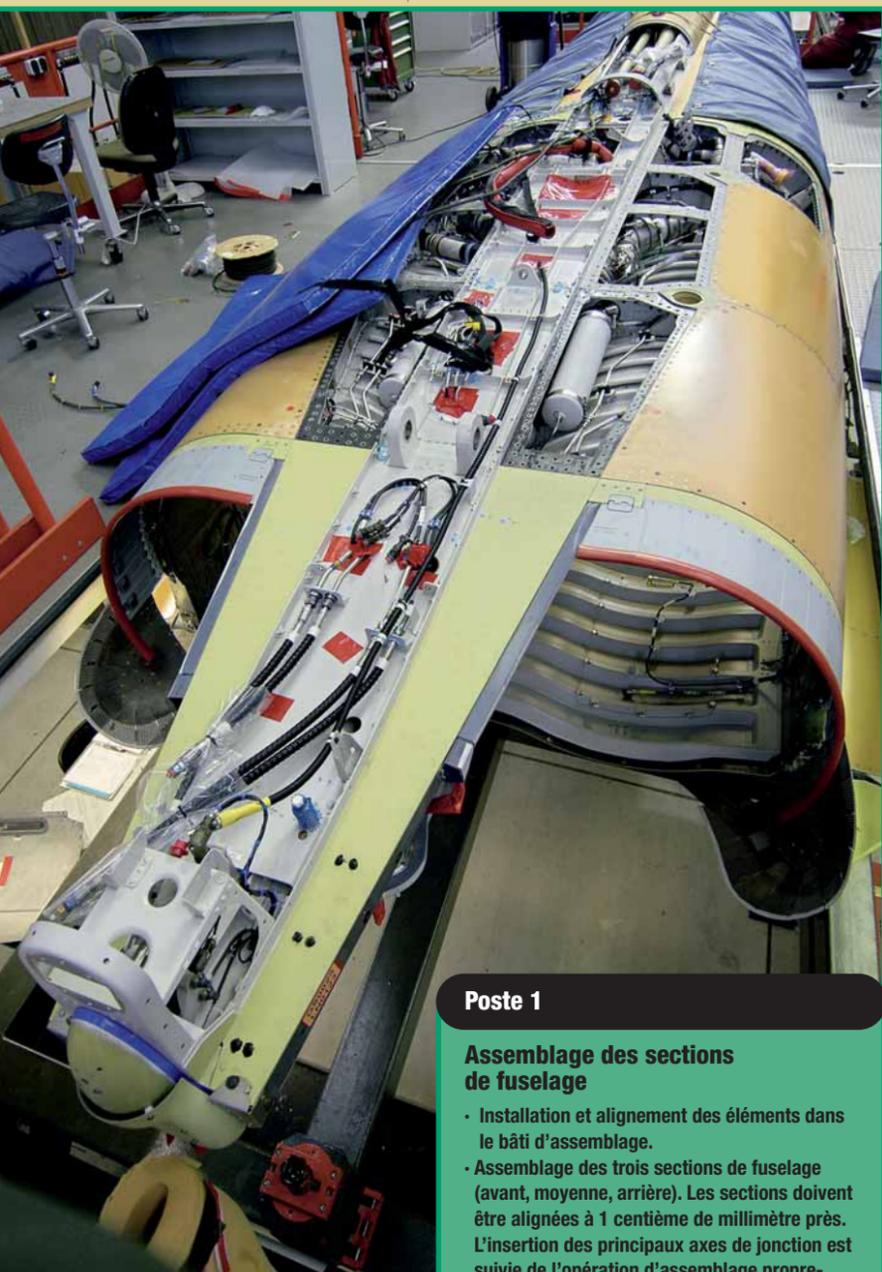
Préparation

- Mise à disposition des principaux éléments de structure pré-équipés et testés par les quatre équipementiers.
- Enlèvement des matériels de transport et préparation des ensembles pour l'assemblage.

L'aile gauche fournie par Alenia (Italie). L'aile droite vient d'EADS CASA (Espagne)



Vue plongeante sur le poste 2 : les ailes et le train d'atterrissage sont montés. L'aérofrein volumineux est bien visible. L'aérofrein et le haut du fuselage sont fabriqués par BAE Systems



Poste 1

Assemblage des sections de fuselage

- Installation et alignement des éléments dans le bâti d'assemblage.
- Assemblage des trois sections de fuselage (avant, moyenne, arrière). Les sections doivent être alignées à 1 centième de millimètre près. L'insertion des principaux axes de jonction est suivie de l'opération d'assemblage proprement dite qui porte sur environ 800 composants (pièces métalliques et rivets spéciaux).

Au premier plan : les suspensions de la dérive avec sa tuyauterie hydraulique

armées de l'Air du Royaume-Uni, d'Allemagne, d'Italie et d'Espagne jusqu'en janvier 2006.

À ces 74 appareils s'ajoutent sept prototypes et deux cellules réservées aux essais de résistance structurelle : en tout, 83 unités ont quitté les quatre usines à ce jour. Douze ans après le premier vol du premier prototype DA 1 (*Development Aircraft 1*), en 1994 à Manching, l'Eurofighter est leader de sa catégorie en termes d'unités commandées.

Stationnés à Grosseto, deux monoplaces prêts à décoller à tout moment contribuent à la surveillance de l'espace aérien italien depuis le mois de décembre 2005. Après la 73e escadre de chasse (JG) « Steinhoff » stationnée à Laage (All.) près de Rostock, la 74e JG de

Poste 2

Fixation des principaux éléments de structure et raccordement des systèmes

- Fixation des ailes et des plans canards, des dérives, des becs mobiles et du train d'atterrissage principal.
- Montage des actionneurs pour les flaps, les dérives et les plans canards.
- Raccordement de tous les systèmes : électriques, hydrauliques, carburant, climatisation (ECS – *Environmental Control System*), et du système d'alimentation électrique secondaire (SPS – *Secondary Power Supply*).

Neuburg (sud de l'Allemagne) sera la deuxième unité allemande à passer à l'Eurofighter. En janvier dernier, les pilotes de la 74e JG ont rejoint leurs instructeurs de la 73e JG de Laage.

À Coningsby (GB) et Morón de la Frontera (Esp.), les premiers groupes de pilotes ont également terminé leur formation. Fin 2005, l'ensemble des quatre unités équipées de l'Eurofighter avait totalisé près de 6000 heures de vol, auxquelles s'ajoutent les 4000 heures de vols d'essai : l'Eurofighter a donc à son crédit une expérience de 10 000 heures de vol. La livraison des appareils au standard évolué « Bloc 2B » a débuté au mois de septembre 2005. Respectant parfaitement les délais, les « Bloc 2B » ont obtenu la certification type (*type acceptance*) en décembre 2005. Leur nouveau logiciel de commande de vol, qui renforcera sensiblement la manœuvrabilité de l'appareil tout en déchargeant le pilote au cours d'opérations comme le ravitaillement en vol, est l'une des principales innovations de ce standard évolué. Quatre appareils « Bloc 2B » ont été livrés en 2005.

Loin de fasciner uniquement par ses prouesses technologiques, l'Eurofighter Typhoon représente également un exploit en termes de logistique : l'assemblage final « simultané » de l'avion sur quatre sites européens est possible uniquement grâce à une chaîne logistique hautement perfectionnée. Partout en Europe, près de 150 000 salariés de 400 entreprises high-tech contribuent à la réussite du programme le plus important, au plan mondial, dans la catégorie des avions de combat de dernière génération. À mesure que ce programme progresse et que les clients expriment leur grande satisfaction, les opportunités de l'Eurofighter se démultiplient à l'export : l'Autriche a commandé 18 appareils ; en Grèce, le processus de décision en sa faveur a franchi une étape importante, et la Norvège vient de signer un contrat de coopération avec les in-

dustriels des quatre pays partenaires pour participer aux futurs programmes d'amélioration. L'Arabie Saoudite entend remplacer ses Tornado ADV et d'autres modèles par l'Eurofighter. D'autres pays comme la Turquie ont manifesté leur intérêt. Sur leurs quatre sites de Manching, Getafe, Turin et Warton, les industriels chefs de file – EADS, Alenia et BAE Systems – ont investi dans des équipements d'infrastructure et des outils de production ultramodernes, de même que leurs partenaires multinationaux Eurojet Turbo GmbH (chargé de développer et fabriquer les réacteurs de l'avion) et Euroradar (constructeur du radar embarqué Captor).

Planet AeroSpace a découvert les chaînes de l'Eurofighter « série » dans l'usine de Manching, représentative des quatre sites d'assemblage final. Une fois assemblés, les appareils destinés à la Luftwaffe suivent un programme d'essais exhaustif. Sous l'œil critique des hommes du GPS, le contrôle de qualité de l'armée allemande, l'efficacité des équipements et des technologies ne cesse de s'améliorer.

Les quatre sites d'assemblage final, un par pays partenaire, sont l'une des caractéristiques les plus marquantes du programme. Ce qui apparaît de prime abord comme une « lourdeur » génératrice de surcoût est en vérité une solution élégante pour flexibiliser la production en fonction des besoins et des spécificités de chaque pays partenaire. Tous les sites ont, cependant, adopté une organisation du travail en flux tendus (approvisionnement réduit des magasins en fonction du besoin à court terme des chaînes d'assemblage), ainsi que les principes de la production au plus juste (*lean production*). L'efficacité de cette organisation industrielle et logistique est garante de cadences élevées et de maîtrise des coûts. Les 148 unités de la première tranche de fabrication sont aujourd'hui soit livrées, soit en cours d'assemblage. La fabrication de la deuxième tranche est commencée.



L'une des chaînes de montage du site de Manching est réservée à l'équipement des sections centrales de fuselage fabriquées à Augsburg. Un bâti provisoire (orange) maintient les câbles allant vers la section avant du fuselage et le cockpit.

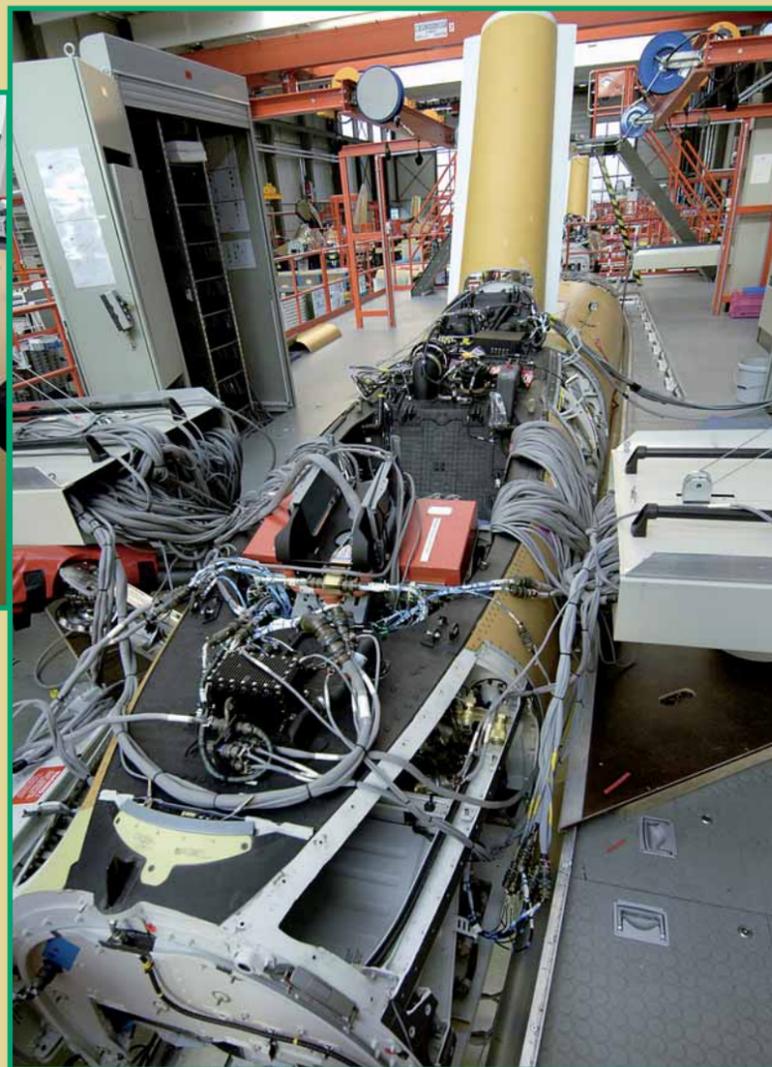


Poste 3

Tests de câblage automatique

- Vérification automatique des câblages (conductibilité, résistance aux tensions élevées et isolation mesurées par ordinateur).
- Contrôle des câbles à hautes fréquences.

Trente kilomètres de câbles parcourent le fuselage de l'Eurofighter. Les boîtiers rouges dans les cases à avionique (photo de gauche) sont des maquettes nécessaires aux essais de contrôle de câblage



Poste 4

Montage des équipements et contrôles des systèmes de base

- Montage des ordinateurs système.
- Installation des MEL (*Missile Ejection Launcher*).
- Montage et contrôle fonctionnel de la verrière (*canopy*).
- Montage du groupe auxiliaire de puissance (APU, *Auxiliary Power Unit*).
- Contrôle du système hydraulique et du colmatage des tuyaux.
- Contrôle fonctionnel de systèmes à fibres optiques et de bus de données classiques.
- Contrôle et ajustage du train d'atterrissage.
- Contrôle et vérification de l'étanchéité de la climatisation ECS (*Environmental Control System*).
- Contrôle des éléments d'affichage et de commande du poste de pilotage.

Un « coupe-feu » en titane entre les deux réacteurs. Alenia et BAE Systems fournissent la section arrière du fuselage



Poste 5

Contrôles des systèmes et des équipements

- Purge du système hydraulique.
- Montage du canon et du conteneur à munitions.
- Montage des réacteurs
- Contrôle systèmes des réacteurs.
- Contrôle à sec du système de carburant.
- Remplissage du circuit de refroidissement du radar.
- Contrôle de la perche de ravitaillement (IFRP, *In-Flight Refueling Probe*).
- Contrôle du système de commandes de vol.
- Contrôle de la crosse d'appontage (*arrestor hook*) et du parachute de freinage.
- Contrôle de l'échelle du poste de pilotage et de la verrière.

Montage de l'un des deux réacteurs EJ200 au poste 5 dédié également aux tests des commandes de vol

Quatre pays, un avion

Sept unités de production opérées par les partenaires du consortium Eurofighter assemblent les principaux sous-ensembles de l'avion de combat, et l'appareil lui-même : Samlesbury et Warton* au Royaume-Uni, Augsburg, Lemwerder et Manching en Allemagne, Foggia et Caselle (banlieue de Turin) en Italie, ainsi que Getafe (banlieue de Madrid) en Espagne.

- Alenia (I)
- Aile gauche
- Flaperons extérieurs
- Section de fuselage arrière
- BAE Systems (GB)
- Section de fuselage avant et plans canards
- Dos du fuselage et frein aérien
- Verrière
- Dérive
- Flaperons intérieurs
- Section de fuselage arrière
- EADS (D)
- Section centrale du fuselage (systèmes de commandes de vol, d'identification et de conduite de tir, fusion des données capteurs, systèmes hydrauliques)
- EADS CASA (ES)
- Aile droite
- Becs (slats)

* en gras : sites accueillant les chaînes d'assemblage final

Poste 6



Test du système radar. Une chambre d'absorption entoure le radôme pour protéger les opérateurs des rayons émis

Poste 6

Contrôles des systèmes

- Contrôle du système de radiocommunication et des autres systèmes de communication.
- Contrôle du radar.
- Contrôle du système de contre-mesures électroniques DASS (*defensive aids subsystem*).
- Contrôle du système de conduite de tir et d'identification AIS (*Attack and Identification System*).
- Contrôle du système de conduite de tir (*Armament Control System*).
- Contrôle de la commande du canon.
- Contrôle du système de climatisation du poste de pilotage (LCS, *Liquid Conditioning System*).
- Contrôle des systèmes d'éclairage intérieur et extérieur.
- Vérification de l'emplacement des points d'emport et contrôle des viseurs (*harmonisation*).



Le cockpit high-tech de l'Eurofighter muni de trois écrans couleurs multifonction et d'une visualisation tête-haute (en haut). En bas : l'avionique complètement installée est soumise à un programme de tests exhaustifs au poste 6

Poste 14

- Fixation des réservoirs d'appoint.
- Contrôle fonctionnel du système de gestion du carburant.
- Essais d'arrosage à l'eau.
- Enlèvement des réservoirs d'appoint.

Poste 15

Essais du réacteur et autres contrôles

- Montage du siège éjectable et de la chaîne pyrotechnique pour le mécanisme de largage de la verrière.
- Contrôle de la masse et du centre de gravité.
- Préparation d'un essai des réacteurs et du groupe auxiliaire de puissance.
- Contrôle du système d'alimentation électrique.
- Essai des réacteurs et du groupe auxiliaire de puissance.
- Contrôle de tous les systèmes avec les réacteurs en marche.



Poste 15A

- Le poste 15A se trouve dans un secteur isolé du bâtiment d'assemblage final spécialement équipé pour la protection des opérateurs contre les rayonnements électromécaniques intenses nécessaires aux contrôles du système de contre-mesures électroniques.
- Contrôles aux rayonnements électromagnétiques EMC (sur certains appareils seulement).

L'heure du premier vol approche. Montage du siège éjectable « Martin Baker » au poste 15. Les ailes canards fournies par BAE Systems sont en titane

Poste 21

Montage d'équipements spécifiques.

- Préparation de la remise de l'avion à l'armée de l'Air allemande.
- Contrôle prévol.
- Vol de livraison.

Poste 19

- Peinture et signalétique d'identification.
- Contrôles EMC (sur certains appareils seulement).

Poste 16

Vois de réception

- Préparation de l'appareil.
- Contrôle prévol.
- Vois de réception.
- Élimination de défauts.
- Contrôles spéciaux.



Derniers essais et contrôles avant la remise de l'Eurofighter à l'armée de l'Air allemande

Images: Alexis v. Croy, Eurofighter (1)

APRÈS LE poste 6, réservé notamment au test du radar, c'est le tour du système de contre-mesures électroniques pour lequel les appareils sont transférés dans un bâtiment adjacent spécialement équipé en vue du test de l'avertisseur radar et du système de brouillage radar ; ce volet du programme d'essais, qui comporte des risques importants pour les opérateurs en raison des rayonnements électromagnétiques intenses générés pour les besoins du test, nécessite des mesures de sécurité particulières.

Le « roll-out » (sortie d'usine) consiste ensuite à déplacer l'avion du bâtiment d'assemblage final vers la zone de test et de mise au point en vol. Celle-ci comporte notamment un bâtiment réservé aux essais des systèmes de carburant (réservoirs d'appoint compris), et un autre spécialement isolé acoustiquement pour les essais fonctionnels des réacteurs. Le siège éjectable Martin Baker avec sa chaîne pyrotechnique et la verrière largable sont montés ensuite (loin de la chaîne d'assemblage final pour raisons de sécurité). Puis les systèmes de survie (climatisation et approvisionnement en oxygène), les systèmes de base, l'avionique, les commandes de vol et le système de carburant sont contrôlés avec le groupe auxiliaire de puissance et les réacteurs en marche. Tous les essais, tests et

vérifications doivent être effectués avant que l'avion puisse être peint et doté de sa signalétique. Il passe ensuite en zone de mise au point en vol pour les préparatifs du premier décollage.

Deux à trois vols de réception (PFAT, *Production Flight Acceptance Test*) d'une heure à une heure et demie suffisent en général pour préparer l'appareil à livrer. Les vols de réception sont assurés par les pilotes d'essai du site ou des pilotes de l'armée de l'Air allemande. Fin 2005, 9 appareils d'entraînement et 11 chasseurs monoplace avaient quitté l'usine de Manching après avoir accompli leur programme d'essais. Mais il faudra un dernier contrôle effectué en présence de spécialistes de la Luftwaffe et destiné à éliminer les derniers défauts, même minimes (*failure corrective actions*), pour que l'avion puisse enfin être remis au client.

Les pilotes de l'armée de l'Air allemande se chargent d'acheminer l'avion auprès de son unité : une mission d'exception même pour des personnels plus expérimentés.

