

Een korte geschiedenis

Om hetgeen de laatste 18 maanden gebeurd is met de B737 MAX te begrijpen, is het nuttig even kort de geschiedenis van Boeing' s meest verkocht passagiersvliegtuig te overzien. Want het toestel dat nu vliegt is nog steeds een "variant" van de eerste B737 die reeds meer dan 50 jaar geleden zijn eerste vlucht maakte! De MAX is de derde grote evolutie van het eerste concept, wat op zich een ongelooflijke prestatie is, maar daar ligt ook het begin van de problemen die geleid hebben naar de huidige crisis.

De eerste vlucht dateert van 1967, met de eerste leveringen aan Lufthansa in April 1968, en de eerste leveringen van de B737-200 in april van hetzelfde jaar. In die periode werden de laatste Caravelles geleverd en was eigenlijk enkel de Douglas DC 9 een echte

Une petite histoire

Pour comprendre ce qui est arrivé au B737 MAX au cours des derniers 18 mois, il est utile de passer brièvement en revue l'histoire de l'avion de ligne le plus vendu de Boeing. Car l'avion qui vole aujourd'hui est encore une « variante » du premier B737 qui a effectué son premier vol il y a plus de 50 ans ! Le MAX est la troisième grande évolution du premier concept, ce qui est en soi une incroyable réussite, mais c'est là que se situe le début des problèmes qui ont conduit à la crise actuelle.

Le premier vol remonte à 1967, avec les premières livraisons à la Lufthansa en avril 1968, et les premières livraisons du B737-200 en avril de la même année. À cette époque, les dernières Caravelle ont été livrées et seul le Douglas DC 9 est un véritable concurrent. Des



concurrent. Van de kleinere -100 werden er maar enkele geleverd, van de -200 werden er in 20 jaar 1095 geleverd. In de jaren 70 kochten zowel Sabena, Sobelair als TEA een vloot -200 aan.

In 1980 werden de eerst plannen kenbaar gemaakt om een nieuwe variant op de markt te brengen die wat groter zou zijn (2,87 m), wat sneller maar vooral zuiniger in verbruik dankzij een nieuwe generatie motoren die beschikbaar kwam: de CFM-56. Dit was echter een technisch probleem gezien die motor een grote fan had en niet zomaar onder de vleugel paste. Boeing slaagde erin om de motor meer vooraan van de vleugel aan te brengen, en door een oordeelkundige plaatsing van de motorhulpstukken (*gearbox, Integrated Drive Generator-IDG*) toch nog net voldoende ruimte tussen de grond en de motor te behouden.

B737-100 plus petits, seuls quelques-uns ont été livrés ; 1.095 exemplaires de la série -200 ont été livrés en 20 ans. Dans les années 70, la Sabena, Sobelair ainsi que TEA ont acheté une flotte de -200.

En 1980, les premiers plans sont élaborés pour mettre sur le marché une nouvelle variante qui serait un peu plus grande (2,87 m), un peu plus rapide mais surtout plus économique grâce à une nouvelle génération de moteurs devenue disponible : le CFM-56. Cependant, cela pose un problème technique car le moteur équipé d'un grand fan (soufflante) ne passe pas facilement sous l'aile. Boeing réussit à positionner le moteur plus à l'avant de l'aile, et par un placement judicieux des accessoires du moteur (*gearbox, Integrated Drive Generator-IDG*) à conserver juste assez d'espace entre le sol et le moteur.



THE B737 MAX SAGA

Jacques Drappier

Traduction : André Perrad & Mich De Weirdt



Boeing slaagde erin om de motor meer vooraan van de vleugel aan te brengen, en door een oordeelkundige plaatsing van de motorhulpstukken toch nog net voldoende ruimte tussen de grond en de motor te behouden.

Boeing a réussi à positionner le moteur plus à l'avant de l'aile, et par un placement judicieux des accessoires du moteur, à conserver juste assez d'espace entre le sol et le moteur.

Op vraag van grote klanten werd erop toegezien dat de training van de piloten minimaal zou zijn, en de cockpit was dan ook nog steeds identiek aan de -200 met optie op de nieuwe CRT (*Cathode Ray Tube*) schermen. Er waren wel wat aanpassingen nodig aan de vleugel en zowel de *vertical fin* als de stabilo moesten aangepast worden aan de grotere stuwkracht en de bijhorende momenten. Eind 1984 werden de eerste -300 toestellen geleverd. Daarna werden een kleinere (-500) en een nog grotere variant (-400) gebouwd. Die grotere variant was nog 3 m langer en had een *tailskid* omdat de combinatie van een laag landingsgestel en de bijkomende lengte het risico van een *tailstrike* reëel maakte.

Dit waren gouden jaren voor Boeing gezien er eigenlijk geen concurrentie meer was in die sector.

Maar die concurrentie liet niet lang op zich wachten: de Airbus A320 maakte zijn intrede en eind jaren 80, en begin jaren 90 werd het toestel dat uitgerust was met dezelfde motoren een geduchte concurrent. Belangrijk om te onthouden: de A320 was ontworpen met deze motoren, en stond hoger op zijn wielen en had meer ruimte onder de vleugel.

Om de strijd aan te kunnen lanceren lanceerde Boeing in 1993 een update die resulteerde in een serie -600,-700,-800 en -900. Er waren aerodynamische wijzigingen, verbeteringen aan systemen en aan de motoren. Maar weerom werd er, onder druk van de grote klanten zoals Southwest, alles aan gedaan om het toestel nog steeds onder hetzelfde certificaat van de originele B737 te houden, en de wijzigingen aan de cockpit waren minimaal om de training te beperken. De eerste van een paar duizend toestellen, wordt geleverd in 1997. Gedurende een decennia blijven Airbus en Boeing ongeveer op gelijke hoogte en de verkoopcijfers van beide families blijven jaar op jaar stijgen.

Wanneer P&W (Pratt & Withney) met een vrij revolutionaire ontwikkeling komt, de *Geared Turbofan*, en fuel besparingen tot 20% voorziet, gaat Airbus in de aanval. Zij starten de ontwikkeling van de A320 NEO eind 2010. De ontwikkeling

À la demande des clients importants, on veille à ce que la formation des pilotes soit minimale, et que le cockpit reste identique à celui du -200 avec l'option des nouveaux écrans CRT (*Cathode Ray Tube*). Certains ajustements de l'aile sont nécessaires et la dérive ainsi que le stabilisateur doivent être adaptés à la poussée plus importante et aux moments correspondants. Fin 1984, les premiers avions -300 sont livrés. Ensuite, une variante plus petite (-500) et une autre encore plus grande (-400) sont construites. La variante la plus grande est plus longue de 3 m et comporte un sabot de queue, car la combinaison d'un train d'atterrissage bas et de la longueur supplémentaire rend réel le risque d'un « *tailstrike* ».

C'est l'âge d'or pour Boeing car il n'y a plus vraiment de concurrence dans ce secteur.

Mais cette concurrence ne se fait pas attendre longtemps : l'Airbus A320 fait son apparition et, à la fin des années 80, début des années 90, l'avion équipé des mêmes moteurs devient un concurrent redoutable. Important à retenir : l'A320 est conçu avec ces moteurs, est plus haut sur son train d'atterrissage et dispose de plus d'espace sous l'aile.

Pour rester compétitif, Boeing lance une mise à jour en 1993 qui aboutit à une série -600, -700, -800 et -900. Il y a des changements aérodynamiques, des améliorations des systèmes et des moteurs. Mais là encore, sous la pression de grands clients tels que Southwest, tous les efforts sont faits pour que l'avion conserve la même certification que le B737 d'origine, et les modifications apportées au cockpit sont minimales pour limiter l'entraînement. Le premier de quelques milliers d'appareils sera livré en 1997. Pendant une décennie, Airbus et Boeing restent à peu près au même niveau, et les chiffres de vente des deux familles continuent à augmenter d'année en année.

Lorsque P&W (Pratt & Withney) présente un développement assez révolutionnaire, le « *geared turbofan* », et prévoit des économies de carburant allant jusqu'à 20%, Airbus passe à l'attaque. L'avionneur commence le développement de l'A320

THE B737 MAX SAGA

zal 4 jaar duren, ook al omdat de motor niet op tijd klaarkomt, maar ondertussen gaat de verkoop goed. Aangezien de A320 hoger op zijn landingsgestel staat is het geen groot probleem om die motor met grote fan te integreren.

Boeing moet reageren maar zit eigenlijk vast. De nieuwe motor kan helemaal niet op de B737 gemonteerd worden gezien de fan veel groter is. De nieuwe motor van Snecma (de CFM LEAP) is weliswaar wat kleiner maar nog steeds groter van diameter dan de bestaande motor.

Toch lanceert Boeing in augustus 2011 de B737 Max, de vierde iteratie van het 50 jaar oude concept. Het is een technisch hoogstandje om de grotere motor toch aan die vleugel te krijgen. De motor wordt nog meer vóór de vleugel geplaatst en wat hoger. Deze laatste ingreep is het begin van de problemen. De ontwikkeling duurt lang (5 jaar) en kost veel. Er komt grote druk om het toestel gecertificeerd te krijgen aangezien Airbus een voorsprong genomen heeft. De plaatsing van de motor brengt onverwacht problemen tijdens de testvluchten, en er moet snel een oplossing gevonden worden voor een stabiliteitsprobleem bij hoge aanvalshoeken.

Boeing maakt gebruik van een software om de stabilo te actionneren die de aanvalshoek automatisch verkleint, als de AoA (*Angle of Attack*) sensor aangeeft dat het vliegtuig op de limiet te komen. Dit zit in het zogenaamde MCAS (*Maneuvering Characteristics Augmentation System*). Maar er is maar één sensor, de software kan geen foute detectie herkennen, en daarenboven verscheidene malen na mekaar een correctie toepassen. Het toestel wordt nochtans zo gecertificeerd en in gebruik genomen. Boeing verschaft, noch in de *Operations Manual*, noch in de training, enige uitleg of aanwijzing dat het systeem bestaat...

De ongevallen

Op 29 oktober 2018 komt de Lion Air vlucht JT610 in de problemen. De B737 Max heeft moeilijkheden met de flight controls, en stort neer in zee met 181 passagiers en 8 bemanningsleden aan boord, geen overlevenden.

NEO à la fin de l'année 2010. Le développement prendra 4 ans, notamment parce que le moteur ne sera pas prêt à temps, mais en attendant, les ventes vont bon train. Comme l'A320 est plus haut sur son train d'atterrissage, ce n'est pas un gros problème d'intégrer ce moteur avec un grand fan.

Boeing doit répondre mais est en fait bloqué. Le nouveau moteur ne peut pas du tout être monté sur le B737 car le fan est beaucoup plus grand. Le nouveau moteur de Snecma (le CFM LEAP) est un peu plus petit mais toujours plus grand en diamètre que le moteur existant.

Pourtant, en août 2011, Boeing lance le B737 Max, la quatrième version de ce concept vieux de 50 ans. C'est un tour de force technique pour accrocher le plus gros moteur sous l'aile. Le moteur est placé encore plus en avant de l'aile et un peu plus haut. Cette dernière intervention est le début des problèmes. Le développement prend beaucoup de temps (5 ans) et coûte cher. La pression est grande pour que l'avion soit certifié, car Airbus a pris de l'avance. Le placement du moteur provoque des problèmes inattendus lors des vols d'essai et il faut trouver rapidement une solution à un problème de stabilité à des angles d'attaque élevés.

Boeing utilise un logiciel pour agir sur le stabilisateur qui réduit automatiquement l'angle d'attaque lorsque le capteur AoA (*Angle of Attack*) indique que l'avion atteint la limite. Cela fait partie de ce qu'on appelle le MCAS (*Maneuvering Characteristics Augmentation System*). Mais il n'y a qu'un seul capteur, le logiciel ne peut pas détecter une erreur, et en plus il peut appliquer une correction plusieurs fois de suite. Pourtant, l'avion est certifié tel quel et mis en service. Boeing ne fournit, ni dans l'*Operations Manual*, ni dans le training, la moindre explication ou indication de l'existence du système...

Les accidents

Le 29 octobre 2018, le vol JT610 de Lion Air rencontre des problèmes. Le B737 Max a des difficultés avec les commandes de vol, et s'écrase en mer avec 181 passagers et 8 membres d'équipage à bord, sans survivant. L'enregistreur de vol et



De *flight recorder* en *voice recorder* worden vlug teruggevonden, en snel blijkt dat het probleem zich situeert rond de werking van de MCAS. Er waren ook reeds problemen gemeld met de AoA sensor en de *flight controls* tijdens de vluchten die voorafgingen aan de fatale vlucht.

Boeing minimaliseert de problemen, en wijst ook op fouten van de technische dienst van Lion Air. De FAA en Boeing zenden wel een waarschuwing naar de operatoren om hen te wijzen op bepaalde gevaren, en om de piloten te herinneren aan bepaalde noodprocedures. Maar uiteindelijk lijkt niet veel te gebeuren om de echte problematiek aan te pakken.

Op 10 maart 2019 stijgt een B737 Max op van Addis Abeba, vlucht Ethiopian 302, en crasht 6 minuten later met alle 157 inzittenden. Vrij snel wordt een verband gelegd met de Lion Air crash, en enkele dagen later wordt het toestel door de luchtvaartautoriteiten wereldwijd aan de grond gezet. De FAA is één van de laatste om dit te doen.

Tegen 18 maart worden alle toestellen (387) die in gebruik zijn op de grond gezet. Daarenboven werden tot vandaag meer dan 450 extra toestellen gebouwd, maar niet geleverd, geparkeerd op alle mogelijke plaatsen in de US.

De eerste onderzoeken van de recorders geven aan dat de bemanning van Ethiopian dezelfde problemen had als de Lion Air crew. Zij zetten de twee *cut off switches* af, maar de snelheid was te hoog opgelopen en ze slagen er niet in de stabilo manueel te bewegen.

Het is duidelijk dat een foute sensor (AoA) het begin van de sequentie is die uiteindelijk tot beide crashes leidt. Maar naast de ontwerpfouten vanwege Boeing zijn de gebrekkige kennis van het systeem en het gebrek aan training van de piloten bijkomende factoren. Een grootschalig onderzoek gaat van start.

De oorzaken

Zelden is een crash te wijten aan één enkele fout of technisch mankement. Meestal gaat het om een serie van problemen en/of fouten die uiteindelijk tot een crash leiden. De crashes van de twee B737 Max zijn hier geen uitzondering op. Er zijn veel fouten gebeurd lang voor de crash en net voor de fatale vlucht, en de meeste van die fouten zijn op rekening van Boeing en van de FAA.

Om het wat overzichtelijk te houden zou ik de oorzaken in 3 grote groepen plaatsen.

Ontwerp

Zoals eerder aangehaald start alles met de installatie van een motor met grotere *fan*. Deze beïnvloedt de luchtstroming over de vleugel bij grote aanvalshoeken. Tijdens de testvluchten blijkt de langs-stabiliteit van het vliegtuig bij grotere aanvalshoeken niet volgens de geldende normen te zijn. Om dit te verhelpen wordt het MCAS-systeem gebruikt.

l'enregistreur vocal sont rapidement retrouvés, et il apparaît rapidement que le problème est lié au fonctionnement du MCAS. On avait déjà signalé des problèmes concernant le capteur AoA et les *flight controls* lors des vols précédant le vol fatal.

Boeing minimise les problèmes, et dénonce aussi les erreurs commises par le service technique de Lion Air. La FAA et Boeing envoient bien un avertissement aux opérateurs pour signaler certains dangers et pour rappeler aux pilotes certaines procédures d'urgence. Mais en fin de compte, il ne semble pas se passer grand-chose pour résoudre les vrais problèmes.

Le 10 mars 2019, un B737 Max décolle d'Addis-Abeba, le vol Ethiopian 302, et s'écrase 6 minutes plus tard avec ses 157 occupants. Un lien avec le crash du vol Lion Air est établi assez rapidement, et quelques jours plus tard, l'avion est mis au sol dans le monde entier par les autorités de l'aviation. La FAA est l'une des dernières à le faire. Dès le 18 mars, tous les avions (387) en service sont mis au sol. En outre plus de 450 avions supplémentaires construits depuis n'ont pas été livrés et sont stationnés dans tous les endroits possibles aux États-Unis.

Les premières investigations sur les enregistreurs indiquent que l'équipage d'Ethiopian avait les mêmes problèmes que l'équipage de Lion Air. Ils ont coupé les deux *cut off switches*, mais la vitesse étant trop élevée, ils ne réussissent pas à manœuvrer le stabilisateur manuellement. Il est clair qu'un capteur défectueux (AoA) est à l'origine de la séquence qui mène finalement aux deux accidents. Mais outre les erreurs de conception de Boeing, le manque de connaissance du système et le manque de formation des pilotes sont des facteurs supplémentaires. Une enquête à grande échelle est lancée.

Les causes

Il est rare qu'un accident soit dû à une seule erreur ou à un seul défaut technique. En général, il s'agit d'une série de problèmes et/ou d'erreurs qui finissent par provoquer un accident. Les crashes des deux B737 Max ne font pas exception à la règle. De nombreuses erreurs se sont produites bien avant le crash ainsi que juste avant le vol fatal, et la responsabilité de la plupart de ces erreurs incombe à Boeing et à la FAA.

Pour que les choses soient claires, je classerai les causes en trois grands groupes.

Conception

Comme mentionné précédemment, tout commence par l'installation d'un moteur avec un *fan* plus grand. Cela influence le flux d'air au-dessus de l'aile à de grands angles d'attaque. Pendant les vols d'essai, il apparaît que la stabilité longitudinale de l'avion à de grands angles d'attaque n'est pas

THE B737 MAX SAGA

Hierbij wordt bij een te grote aanvalshoek de neus van het vliegtuig naar beneden geduwd via de stabilo. Maar hier worden een aantal fouten gemaakt: er wordt gebruik gemaakt van één angle of attack sensor. Deze sensoren zijn heel gevoelig voor schade, watersijpelingen enz. Indien deze sensor foute info geeft zal de software toch de instructie “nose down” geven, en dat zonder enige waarschuwing voor de piloten!

Daarenboven is het gebruik van de stabilo hiervoor discutabel: dit is een aerodynamisch zeer sterk onderdeel, en een volle uitslag van de stabilo kan op de B737 (en op de meeste vliegtuigen) niet manueel opgevangen worden met het hoogteroer. Zelfs indien men de elektrische motor die de

conforme aux normes applicables. Pour y remédier, le système MCAS est utilisé. Avec ce système, le nez de l'avion est poussé vers le bas via le stabilisateur lorsque l'angle d'attaque est trop important. Cependant, un certain nombre d'erreurs sont commises : un seul capteur d'angle d'attaque est utilisé. Ces capteurs sont très susceptibles d'être endommagés, sensibles aux infiltrations d'eau, etc. Si ce capteur donne des informations erronées, le logiciel donnera toujours l'instruction *nose down*, et cela sans aucun avertissement pour les pilotes !

De plus, l'utilisation du stabilisateur pour ce faire est discutable : il s'agit d'un composant très puissant sur le plan aérodynamique, et une déflexion complète du stabilisateur



B 737 MAX MCAS Cut-off switches.

stabilo aandrijft, uitschakelt met de twee *cut out switches* in de cockpit kan het moeilijk, tot onmogelijk, zijn om de stabilo manueel terug te draaien onder de aerodynamische krachten.

Piloten die met de B707, of vroegere B737, gevlogen hebben herinneren zich ongetwijfeld de *stab runaway* oefeningen in de simulator....

Er bestond wel een waarschuwingssysteem dat de piloten via een licht kon aanduiden dat er iets mis was met de AoA sensor, maar dit was een optie, en niet geïnstalleerd in de meeste toestellen. Bij sommige toestellen die wel die optie hadden bleek het waarschuwinglicht niet geactiveerd! Eigenlijk heeft men een systeem in het leven geroepen om een klein probleem op te lossen waarbij de oplossing slechter en gevaarlijker was dan het probleem zelf.

sur le B737 (et sur la plupart des avions) ne peut pas être réalisée manuellement avec la gouverne de profondeur. Même si vous déconnectez le moteur électrique entraînant le stabilo avec les deux interrupteurs « *cut out* » du cockpit, il peut être difficile, voire impossible, d'actionner manuellement cette gouverne sous les forces aérodynamiques.

Les pilotes qui ont volé sur le B707, ou l'ancien B737, se souviennent sans doute des exercices *stab runaway* dans le simulateur...

Il y avait bien un système d'alerte qui avertissait les pilotes par un voyant lumineux d'un problème avec le capteur AoA, mais c'était une option, et non installée dans la plupart des avions. Et sur certains avions qui disposaient de cette option, le voyant d'alerte n'était pas activé ! En fait, un système a été

Technische problemen

Bij de Lion Air crash was de technische toestand van het toestel een bijkomend element. De dagen voor de crash waren er al problemen in vlucht geweest, en toen kon de crew het toestel onder controle brengen. Daarop werd de AoA sensor vervangen, maar het vervangstuk kwam van een Amerikaanse firma die, zo bleek tijdens het onderzoek, niet de nodige testen had gedaan vooraleer het stuk luchtwaardig te verklaren...

Daarenboven hadden de technici de klachten van de vorige vlucht niet correct behandeld en ook niet de juiste methode gebruikt voor het kalibreren van de nieuwe AoA sensor. Hierdoor was het toestel eigenlijk niet luchtwaardig bij vertrek...

Opleiding piloten

Eerder had ik het over de obsessie van Boeing om het toestel te certifiëren met zomin mogelijk training voor de piloten, om de kost voor de maatschappijen te beperken. Hier gingen ze zover om zelfs het bestaan van het systeem te verzwijgen en niet in de "flight manual" op te nemen. Er werd in de (summiere) overgangsopleiding tussen de NG en de Max niets gezegd over de nieuwe MCAS-versie.

Piloten met veel ervaring op oudere B737 toestellen hadden misschien de situatie kunnen redden, maar men kan niet verwachten dat een crew een fout in een systeem waarvan ze het bestaan niet kennen, kunnen herkennen en op tijd kunnen neutraliseren vooraleer het aerodynamisch niet meer mogelijk is.

De aanpassingen

Een grootschalig onderzoek naar wat er misgegaan was bij Boeing bracht ongelooflijke tekortkomingen aan het licht. Het was duidelijk dat de bedrijfscultuur volledig geëvolueerd was naar "alles voor de winst", en dat er enorme druk werd gezet op alle geledingen om vertragingen en kosten te besparen.

De FAA (*Federal Aviation Administration-USA*) had in de voorbije decennia veel van hun verantwoordelijkheden eigenlijk aan de constructeur gegeven, en Boeing heeft op een schandalige manier misbruik gemaakt van dat vertrouwen. De luchtvaartautoriteiten in de wereld hadden op hun beurt veel vertrouwen gegeven aan de FAA, en voelden zich uiteraard ook bedrogen.

Dat alles heeft ervoor gezorgd dat het onderzoek, en het vinden van oplossingen en het certifiëren ervan 18 maand geduurd heeft. Zowel de FAA als de andere autoriteiten hebben niet alleen het MCAS-systeem ontleed, maar zijn ook over een aantal andere zaken diep gaan spitten. Uiteindelijk heeft de FAA in december 2020 het toestel terug gecertificeerd, en de EASA (*European Union Aviation Safety Agency*) in januari 2021. EASA volgt in grote lijnen de eisen van de FAA, maar heeft nog een paar kleinere bijkomende condities gesteld.

créé pour résoudre un petit problème dont la solution était pire et plus dangereuse que le problème lui-même.

Problèmes techniques

Dans l'accident de Lion Air, l'état technique de l'avion fut un élément additionnel. Les jours précédant le crash, il y avait déjà eu des problèmes en vol, et l'équipage avait pu reprendre le contrôle de l'avion. Le capteur AoA avait été remplacé, mais la pièce de rechange provenait d'une société américaine qui, comme il s'est avéré au cours de l'enquête, n'avait pas fait les tests nécessaires avant de certifier la pièce pour le vol...

De plus, les techniciens n'avaient pas traité correctement les plaintes du vol précédent, ni utilisé la bonne méthode pour calibrer le nouveau capteur AoA. À cause de cela, l'avion n'était donc pas en état de vol au départ...

Formation des pilotes

Ci- avant, j'ai parlé de l'obsession de Boeing de certifier les avions avec une formation minimale pour les pilotes, afin de limiter les coûts pour les compagnies aériennes. Ils sont allés jusqu'à taire l'existence du système et à ne pas l'inclure dans le « *Flight Manual* ». Rien n'a été dit sur la nouvelle version du MCAS dans la (sommaire) formation de transition entre le NG et le Max.

Des pilotes ayant beaucoup d'expérience sur des B737 plus anciens auraient pu sauver la situation, mais on ne peut pas s'attendre à ce qu'un équipage détecte une erreur dans un système dont il ne connaît pas l'existence, et la neutralise à temps avant que ce ne soit plus possible sur le plan aérodynamique.

Les adaptations

Une enquête à grande échelle sur ce qui avait foiré chez Boeing a révélé des lacunes incroyables. Il était clair que la culture de l'entreprise avait complètement évolué vers le « tout au profit », et qu'une pression énorme était exercée à tous les niveaux pour réduire les délais et les coûts.

Au cours des dernières décennies, la FAA (*Federal Aviation Administration-USA*) avait en fait confié nombre de ses responsabilités au constructeur et Boeing avait scandaleusement abusé de cette confiance. Les autorités aéronautiques du monde entier avaient, à leur tour, accordé une grande confiance à la FAA et, bien sûr, se sont senties trahies. Tout cela a fait que l'enquête, la recherche de solutions et leur certification ont pris 18 mois. La FAA et les autres autorités ont non seulement disséqué le système MCAS, mais ont également approfondi un certain nombre d'autres questions.

Finalement, la FAA a à nouveau certifié l'avion en décembre 2020, et l'EASA (*European Union Aviation Safety Agency*) en janvier 2021. L'EASA suit dans les grandes lignes les exigences de la FAA, mais a fixé quelques conditions supplémentaires de moindre importance.



AIRBUS A320 Neo.

Dit zijn in het kort de aanpassingen die vereist zijn:

- Nieuwe software voor de *flight control computer* die onder meer moet voorkomen dat de uitslag van de stabilo te groot is, of repetitief is. Dit om te voorkomen dat het toestel onbestuurbaar wordt.
- De twee AoA sensoren gebruiken, en deze vergelijken. Indien er een te groot verschil is moet het systeem automatisch uitgeschakeld worden en in de cockpit een indicatie geven.
- De bedrading naar de horizontale stabilizer moet verlegd worden.
- Het waarschuwingssysteem voor foute AoA moet verplicht geïnstalleerd zijn in alle MAX toestellen.
- De airplane flight manual moet aangepast worden en de nodige checklists of procedures aangepast.
- Training voor de piloten: een aangepaste training voor de piloten in een MAX simulator zal vereist zijn.

De kost per vliegtuig om de *hardware* en *software* aan te passen is ongeveer 1.200.000 \$. Daarbij komt de training op aangepaste simulator voor de crews. Er zijn op dit ogenblik niet overal MAX simulators (die ook aangepast moeten worden) voorhanden. Dit wordt dus een bijkomende last voor de airlines.

De vooruitzichten

Op dit ogenblik zijn er zowat 450 niet geleverde B737 MAX toestellen gestockeerd in de VS. Al deze toestellen moeten de nodige aanpassingen krijgen, maar ook andere inspecties naar aanleiding van de langdurige parking.

De vooruitzichten voor Boeing zijn dan ook niet rooskleurig. Sommige klanten hebben hun bestelling geannuleerd wegens gebrek aan vertrouwen, en de huidige Covid crisis heeft natuurlijk het probleem extreem gemaakt. Op dit ogenblik zijn er dit jaar al meer dan 800 bestellingen geannuleerd! Weinig klanten staan nu te springen om toestellen op te halen

Voici en bref les ajustements exigés :

- Nouveau logiciel pour le *Flight Control Computer* qui, entre autres, doit empêcher que la déflexion du stabilisateur soit trop importante ou répétitive. Ceci pour éviter que l'avion ne devienne incontrôlable.
- Utilisation des deux capteurs AoA et les comparer. Si la différence est trop importante, le système doit se déconnecter automatiquement et engendrer une alerte dans le cockpit.
- Le câblage vers le stabilisateur horizontal doit être modifié.
- Le système d'avertissement pour un AoA incorrect doit être installé dans tous les appareils MAX.
- Le manuel de vol de l'avion doit être adapté, de même que les checklists et les procédures.
- Formation des pilotes : un entraînement adapté des pilotes dans un simulateur MAX sera obligatoire.

Le coût par avion pour ajuster le *hardware* et le *software* est d'environ 1.200.000 \$. À cela s'ajoute la formation sur un simulateur adapté pour les équipages. Les simulateurs MAX (qui doivent également être adaptés) ne sont pas disponibles partout pour le moment. Cela constituera une charge supplémentaire pour les compagnies aériennes.

Les perspectives

Il y a actuellement environ 450 avions B737 MAX non livrés stockés aux États-Unis. Tous ces appareils doivent être modifiés, mais aussi faire l'objet d'autres inspections en raison du stationnement prolongé.

Les perspectives pour Boeing ne sont donc pas roses. Certains clients ont annulé leur commande par manque de confiance, et la crise actuelle du Covid a bien sûr rendu le problème plus sévère. Plus de 800 commandes ont déjà été annulées cette année ! Peu de clients sont aujourd'hui désireux de réceptionner (et de payer) des appareils dont ils

THE B737 MAX SAGA

(en te betalen) die ze eigenlijk helemaal niet nodig hebben. Voor diegenen die het aankunnen, zoals Ryanair, zijn er nu gouden zaken te doen....

Een besparing van enkele tientallen miljoenen dollars heeft een kost van miljarden(men spreekt van 18 miljard) met zich meegebracht en een onnoemelijke imagoschade voor Boeing. Het toestel mag dan wel veilig verklaard zijn, er zal toch altijd een zweem van wantrouwen blijven rondhangen. Sommige luchtvaartmaatschappijen zullen de naam van het toestel waarschijnlijk wijzigen naar 737-8 of iets dergelijks...

Het is ook duidelijk dat dit het begin van het einde is voor de B737. Terwijl Airbus met de A320 NEO familie een zeer betrouwbaar en economisch toestel heeft ontwikkeld, blijft Boeing met een design dat op, of over zijn limiet zit. Het kan niet anders of er moet een nieuw toestel voor die markt ontwikkeld worden, maar de financiële middelen en de technologie om een grote stap voorwaarts te zetten zijn er niet.

De catastrofale gevolgen voor de luchtvaart door de Covid pandemie, en de teruggelopen vraag naar wide-body toestellen (B787, B777) samen met het debacle van de MAX maken het voor Boeing zeer moeilijk. Zij moeten er nu alles aan doen om de nog 4.000 resterende orders van de MAX te leveren, misschien toch nog wat bestellingen te realiseren, en ondertussen in stilte te werken aan een opvolger.

n'ont finalement pas vraiment besoin. Pour ceux qui peuvent se le permettre, comme Ryanair, il y a maintenant des affaires en or en vue...

L'économie de seulement quelques dizaines de millions de dollars a coûté des milliards (on parle de 18 milliards) et a immensément terni l'image de Boeing. L'avion a beau avoir été déclaré sûr, il y aura toujours un soupçon de méfiance. Certaines compagnies aériennes vont probablement changer le nom de l'avion en 737-8 ou quelque chose du genre...

Il est également clair que c'est le début de la fin pour le B737. Alors qu'Airbus a développé un avion très fiable et économique avec la famille A320 NEO, Boeing reste avec une conception qui a atteint sa limite ou l'a dépassée. Il est inévitable qu'un nouvel avion doive être développé pour ce marché, mais les moyens financiers et la technologie pour faire un grand pas en avant ne sont pas au rendez-vous.

Les conséquences catastrophiques pour l'aviation de la pandémie de Covid, la réduction de la demande de gros-porteurs (B787, B777) et la débâcle du MAX rendent la tâche très difficile pour Boeing. Le constructeur doit maintenant faire tout son possible pour livrer les 4.000 commandes restantes du MAX, peut-être encore obtenir quelques commandes, et en attendant, travailler tranquillement sur un successeur.

Back in the air...



Oleg V. Belyakov