

Pilatus PC-12: un avion civil suisse sur la voie du succès

Autor(en): **Weibel, Jean-Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **122 (1996)**

Heft 4

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-78829>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Pilatus PC-12: un avion civil suisse sur la voie du succès

Par
Jean-Pierre Weibel,
rédacteur en chef

La fabrique d'avions Pilatus Flugzeugwerke, à Stans (NW) « bénéficie », de la part des médias et des politiciens, d'une attention nettement moins soutenue lorsqu'elle impose un nouvel avion civil sur le marché mondial que lorsqu'il s'agit de juger du caractère guerrier de ses avions d'entraînement PC-7 et PC-9. Pourtant, son dernier-né, le PC-12, mérite d'être mieux connu qu'il ne l'est en Suisse. Il illustre comment une petite entreprise (Pilatus compte environ un millier d'employés) peut s'affirmer sur un marché dominé par de grandes maisons américaines et française.

Un précédent: le PC-6 Porter

La réputation mondiale de Pilatus date de 1959 et a été fondée sur l'avion STOL¹ PC-6 Porter, qui allie une robustesse légendaire à une capacité d'emport supérieure à son propre poids dans sa version à turbine apparue en 1966². Le meilleur certificat lui a été décerné par les Américains: le constructeur d'avions Fairchild a en effet détenu pendant un certain temps la licence de fabrication du Porter. En avril 1967, j'ai rencontré le ministre australien de l'Équipement, qui m'a dit déplorer que les dispositions suisses sur l'exportation de matériel militaire³ empêchent son pays d'acquiescer de nouveaux Porter s'ajoutant à la douzaine déjà en service dans les forces armées australiennes. Le développement ultérieur par l'usine d'État australienne GAF (Government Aircraft Factories) d'un bimoteur VTOL, le NOMAD, qui a connu un certain succès et marqué l'arrivée sur le marché d'un concurrent de Pilatus, est au moins indirectement lié à ce refus suisse. On peut imaginer que les échecs de Pilatus sur le marché des bimoteurs STOL, à des stades plus ou moins avancés, ont été favorisés dans une certaine mesure par l'apparition d'un appareil de plus dans cette catégorie⁴.

¹ Short Take-Off and Landing = ADAC, avion à décollage et atterrissage court

² Voir également IAS N° 26 du 13 décembre 1989, pp. 563-571: « Pilatus: les 50 ans d'une fabrique suisse d'avions »

³ L'Australie était alors engagée au Vietnam aux côtés des États-Unis.

⁴ Dans laquelle Pilatus a fini par arriver, par le rachat de la maison anglaise Britten-Norman, constructeur de l'Islander.

Naguère pièce de résistance de la production civile de Pilatus, le Porter continue, trente-sept ans après son premier vol, à jouir des faveurs de la clientèle, même si les chiffres de vente ne suffisent plus, et de loin, à assurer le plein emploi dans les ateliers de Stans.

Un nouveau succès: le PC-12

Le 31 mai 1991, le prototype du Pilatus PC-12 effectuait son premier vol. Quatre ans plus tard, cet avion – exceptionnel à de nombreux titres –, a obtenu son homologation en Suisse, aux États-Unis, en Afrique du Sud, au Japon et en Australie. Des 57 exemplaires vendus à ce jour, 32 ont déjà été livrés, dont plus des deux tiers aux États-Unis. En Australie, l'organisation de services médicaux Flying Doctor en a commandé cinq. Les autres clients se répartissent entre l'Europe, l'Afrique, le Japon et l'Amérique du Sud. Ce succès résulte de la combinaison d'une conception originale particulièrement avancée et d'un travail acharné de mise au point. Il est intéressant de suivre les étapes qui ont conduit à sa réussite technique et commerciale.

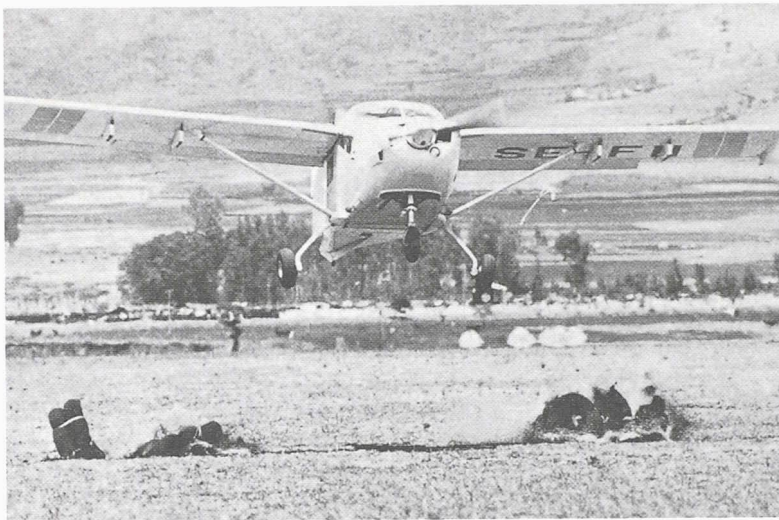
La conception

Le PC-12 a été conçu dans les années 80, à un moment où la conjoncture économique commençait à se dégrader. Cette tendance a amené les ingénieurs de Pilatus à imaginer un avion qui serait moins coûteux, à l'acquisition comme à l'exploitation, et plus simple que ses concurrents, sans concession en ce qui concerne les performances. Pour atteindre cet objectif, Pilatus pouvait tirer parti de son expérience civile et militaire:

- plusieurs dizaines d'années de contact avec la clientèle civile la plus exigeante, parce que ses Porter volaient souvent très loin de ses bases techniques, l'ont familiarisé avec la recherche de la fiabilité maximale;
- plusieurs centaines d'avions d'entraînement PC-7 et PC-9 livrés dans le monde entier, s'ajoutant à des centaines de Porter, ont fait de Pilatus le constructeur d'avions le plus expérimenté dans le domaine des monomoteurs à turbine. Rappelons qu'en collaboration avec le constructeur américain Beech, Pilatus a récemment remporté avec une version améliorée du PC-9 le concours visant à doter les forces armées américaines d'un type unique d'avion d'entraînement. Ce marché porte sur près d'un millier d'appareils. Il n'est dès lors pas étonnant que les ingénieurs de Stans aient choisi la formule du monomoteur à turbine pour leur nouveau projet.

Le créneau visé

Dans le domaine de l'aviation d'affaires, il existe une multitude de types d'avion, en général des bimoteurs à pistons ou à turbines, ainsi que des biréacteurs légers. Les principaux constructeurs en sont les Américains Beech, Cessna, Piper et Gates (qui a repris l'héritage des Learjet), cette énumération n'étant de loin pas exhaustive. A la base du projet PC-12 se trouve la conviction acquise par Pilatus qu'un seul turbopropulseur, soit une turbine à gaz entraînant une hélice, offre un degré de fiabilité avantageusement comparable avec celui d'un bimoteur à pistons. Cela permet d'envisager de concurrencer ce dernier avec un monomoteur à turbine, tout en offrant des coûts d'achat et d'exploitation moindres que ceux d'un bimoteur à turbines, à performances égales pour la même capacité de chargement. Le lancement du projet s'est appuyé sur l'estimation que la de-



Un MFI-9B en vol, ici en mission humanitaire (largage de vivres). On distingue nettement sous les ailes les points d'attache pouvant recevoir des charges extérieures de toutes natures.

Civil? Militaire? *That is no real question...*

Pilatus: d'une part, un avion d'affaires à turbine qui collectionne les louanges des spécialistes du monde entier; de l'autre, d'excellents avions d'entraînement aux prises avec des censeurs hypocrites, faisant de la présence de points d'attaches sous les ailes le critère absolu de la classification comme matériel de guerre.

Oublions que plusieurs constructeurs européens et sud-américains n'attendent qu'une décision négative de notre gouvernement quant à l'exportation de PC-7 ou PC-9 pour placer leurs appareils chez les clients de Pilatus. N'importe quel avion, aussi inoffensif soit-il dans sa conception, peut être adapté à des fins militaires.

Un exemple: dans les années 60, apparaîtrait un minuscule biplace suédois, mû par un moteur de 100 ch, le MFI-9B. Minuscule est bien le qualificatif approprié: 8,85 m d'envergure, guère plus de 5 m de long, un poids maximum autorisé d'environ 650 kg, il atteignait à peine 200 km/h. Rien, dans sa conception, ne prédestinait ce poids plume des avions de tourisme et d'écologie (dont plusieurs exemplaires ont volé en Suisse) à des applications militaires. Et pourtant: lors de la guerre du Biafra, province sécessionniste du Nigeria, cinq de ces appareils furent envoyés par des voies tortueuses à Libreville, au Gabon, où ils furent équipés chacun de deux lance-roquettes sous les ailes. Au printemps 1969, pilotés par des mercenaires suédois, ces moustiques attaquèrent avec succès trois aéroports au Nigeria, détruisant aussi bien les installations au sol que des bombardiers nigériens: vouloir classer un quelconque matériel - pas seulement aéronautique - en « militaire » ou « civil » relève de l'arbitraire.

mande atteindrait 640 appareils de 1989 à 2004.

Le créneau visé était le bon, puisque plusieurs commandes étaient enregistrées dès 1989, bien avant le premier vol du PC-12.

Dans un premier temps, on trouvait parmi les intéressés des privés attirés par le caractère résolument novateur du PC-12, alors que les utilisateurs professionnels attendaient de connaître les premières expériences en service.

Le PC-12 a aussi bien ravi des parts de marché à d'autres construc-

teurs - notamment Beech avec son bimoteur à turbines *King Air B200* et SOCATA (filiale de l'Aérospatiale) avec son petit monomoteur à turbine TBM 700⁵ -, que contribué à accroître ce marché, grâce notamment à ses atouts sur le plan économique.

La desserte des pays industrialisés par l'aviation de ligne laisse subsister d'importantes lacunes, tant en

⁵ Plus cher à l'achat que le PC-12, malgré une puissance, des dimensions et une charge utile inférieures

ce qui concerne les destinations 25 que les horaires. L'évolution politico-économique de notre monde entraîne - malgré le développement des réseaux de télécommunications - une demande accrue pour des moyens de déplacement rapides et souples, à un coût abordable. Les avions répondant à ces exigences doivent en outre pouvoir se contenter d'aéroports beaucoup plus modestes que ceux que desservent les lignes aériennes régulières.

Il s'agit de déplacer à la demande quelques personnes, dans des conditions de sécurité semblables à celles offertes par la « grande » aviation. Cela implique que les avions d'affaires soient aussi bien équipés que les avions de ligne et que les pilotes soient parfaitement formés à leur tâche, de façon à ce que les vols soient assurés par n'importe quelles conditions météorologiques.

Comme nous le verrons plus en détail, ce dernier point a fait l'objet d'une attention particulière dans le développement du PC-12, l'accent étant notamment mis sur les caractéristiques propres à faciliter le travail du pilote. Par mauvais temps, dans un espace aérien souvent encombré, le pilotage de l'avion ne doit pas absorber une attention fortement sollicitée par les autres éléments du vol.

La souplesse d'utilisation a également constitué une préoccupation prioritaire; non seulement le PC-12 devait pouvoir emmener ses passagers dans des conditions optimales, mais il devait aussi être utilisable pour le transport de marchandises, même encombrantes. Non seulement il dispose d'une cabine nettement plus spacieuse que ses concurrents directs, mais il offre une porte de chargement aux dimensions généreuses, permettant par exemple l'emport d'un piano! Contrairement à ses concurrents, le PC-12 dispose d'un accès séparé au poste de pilotage, ce qui évite à l'équipage d'avoir à se frayer un passage



Le PC-12 en vol. On remarque les volets hypersustentateurs de grandes dimensions qui permettent de combiner une vitesse de croisière élevée avec la faible vitesse de décrochage prescrite par les normes d'homologation.

entre un piano et des piles de cartons...

Ces caractéristiques se combinent avec une aptitude à utiliser de petits terrains même mal préparés – expérience dans le domaine STOL oblige.

Portrait du PC-12⁶

Par ses dimensions, le PC-12 constitue une classe à lui seul: c'est le plus grand monomoteur à turbine civil du monde, avec 16,23 m d'envergure pour 14,40 m de long, et un volume de cabine utile de 9,3 m³, dépassant même celui offert par le bimoteur à turbines Beech King Air B200 (8,7 m³).

C'est un avion à aile basse, de construction entièrement métallique, à cabine pressurisée, à train tricycle escamotable, d'une masse maximale au décollage de 4100 kg. Equipé d'une turbine Pratt & Whitney Canada PT6A-67B de 1200 ch (thermiquement dimensionnée pour 1605 ch) et d'une hélice Hartzell quadripale à régime constant (1700 min⁻¹), il emporte une charge payante maximale de 1125 kg (par exemple neuf passagers et un pilote). A l'altitude de 7500 m (la pression de la cabine correspondant alors à une altitude de 2400 m), sa vitesse de croisière peut atteindre 500 km/h. Son rayon d'action maximum est de 3740 km, la charge payante n'étant alors plus que de 340 kg. Son plafond homologué est de 9150 m.

La structure primaire, réalisée entièrement en alliages d'aluminium usuels, est conçue et testée pour garantir une durée de vie de 20 000 heures de vol avec 27 000 atterrissages. Des matériaux composites à base de résine époxy ne sont utilisés que pour des éléments de la structure secondaire (carénages, *winglets*, etc.).

Caractéristiques uniques

L'originalité du PC-12 ne s'arrête pas à ses dimensions inhabituelles: répondant aux normes aéronautiques les plus sévères de sa catégorie, il est homologué pour le vol aux instruments (IFR) avec un seul pilote; au Canada et en Australie, cette homologation s'étend aux vols commerciaux sous certaines conditions, les Etats-Unis et l'Europe devant suivre. Le PC-12 est également homologué pour le vol dans des conditions de givrage connues⁷. En outre, il répond à des exigences accrues de résistance en cas d'accident par rapport aux prescriptions usuelles.

Les normes américaines FAR 23 applicables n'exigent pas seulement que la vitesse de décrochage (*stall speed*) soit inférieure ou égale à 61 noeuds (soit 113 km/h), mais limitent à 15° le roulis acceptable dans cette condition, et cela avec 75 % de la puissance maximale du mo-

⁷Cela signifie qu'il est équipé de systèmes de dégivrage permettant la poursuite du vol dans ces conditions, et non simplement pour pouvoir en sortir en toute sécurité lorsqu'on les rencontre.

The Pilatus PC-12 [...] is one of the most interesting airplanes ever to fly into the airspace.

Flying, décembre 1994
(«World's Most Widely Read Aviation Magazine»)

teur. En outre, l'approche de cette vitesse critique doit être perceptible et l'avion doit tendre à rétablir la situation de lui-même.

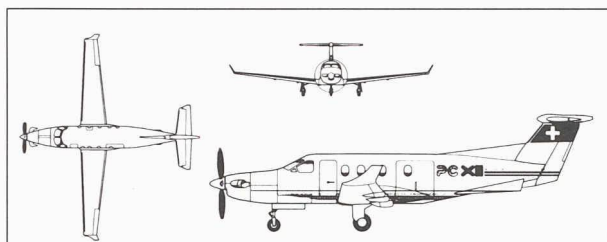
Aucune de ces exigences n'étant remplie par le prototype, des mesures correctrices s'imposaient. Il faut relever que la position haute de la gouverne de profondeur (*T-tail*), si elle présente de nombreux avantages⁸, se révèle défavorable au décrochage, l'avion ne piquant pas de lui-même du nez pour reprendre de la vitesse. Cela a conduit à un système d'avertissements basés sur le traitement électronique des signaux fournis par deux capteurs d'angle d'attaque aérodynamique, dont les indications servent d'abord à fournir au pilote une alarme acoustique et mécanique, par un signal sonore et un *stick shaker* secouant légèrement la commande de profondeur, puis à pousser cette dernière en avant (*stick pusher*) si la vitesse continue à diminuer. Le contrôle du fonctionnement correct de ce système est impératif avant le décollage. En outre, pour éviter que le *stick pusher* ne fasse intempestivement plonger l'avion vers le sol en cas de problème au décollage, le système est muni d'un retardateur pour cette phase de vol. Le comportement satisfaisant de l'avion a été vérifié au cours de plus de 1000 essais de décrochage⁹.

⁸Par exemple de permettre une très large plage admissible pour la position du centre de gravité

⁹Les conditions des normes doivent être remplies dans toutes les configurations de chargement: poids et centre de gravité.

⁶Voir également IAS N° 13 du 12 juin 1991, pp. 184-186: «Premier vol du Pilatus PC-12»

Caractéristiques principales du Pilatus PC-12



Dimensions extérieures

Envergure	16,23 m
Longueur	14,40 m
Hauteur	4,26 m

Dimensions intérieures (cabine)

Longueur	5,16 m
Largeur maximale	1,53 m
Hauteur	1,45 m
Volume utile	9,24 m ³

Poids

Maximum au décollage	4100 kg
Maximum à l'atterrissage	4100 kg
Poids à vide	2386 kg
Charge payante	1125 kg

Groupe motopropulseur

Pratt & Whitney Canada	PT6A-67B
Puissance au décollage	1200 ch
Puissance continue maximale	1000 ch
Hélice Hartzell composite	4 pales
Régime hélice	1700 ⁻¹ min
Carburant (kérosène)	1516 l (~1180 kg)
Consommation spécifique	241 g/ch.h

Performances

Vitesse maximale de croisière à 7500 m d'altitude	496 km/h
Vitesse de décrochage	113 km/h
Rayon d'action maximal	3740 km
Altitude maximale opérationnelle	9150 m
Distance au décollage**	680 m
Vitesse ascensionnelle	9,9 m/sec
Distance à l'atterrissage**	560 m

**Au niveau de la mer, par-dessus un obstacle de 15 m.

Quelques jalons sur un parcours de quatre ans et demi

Premier vol:	31 mai 1991
Premier vol du second avion (correspondant aux avions de série, avec envergure augmentée):	27 mai 1993
Homologation en Suisse:	30 mars 1994
Homologation aux Etats-Unis:	15 juillet 1994
Première livraison:	milieu 1994
31 avions livrés:	fin 1995

Les normes spécifient également la stabilité latérale; cas déterminant: masse minimale, vitesse égale à 1,2 fois la vitesse de décrochage, 75 % de la puissance maximale, déflexion du gouvernail de direction. La dimension des ailerons du PC-12 avait été réduite à un minimum, au bénéfice de généreux volets hypersustentateurs permettant de respecter la limite des 61 noeuds, de sorte que leur efficacité était insuffisante à centrer l'avion par rapport à l'axe longitudinal. Ici, le remède a consisté



Aménagement intérieur du PC-12 en version Executive

à ajouter des *winglets* (ces petites surfaces obliques en bouts d'aile) – qui ont permis d'améliorer les performances à haute altitude¹⁰ – et à conjuguer la gouverne de direction et les ailerons au moyen de ressorts, ce qui a amélioré leur coordination en virage.

En revanche, les *winglets* ont introduit un couplage intempestif entre roulis et lacet: l'addition de deux dérives sous l'arrière du fuselage (*strakes*) a permis de remédier à ce nouveau problème.

L'ensemble de ces modifications, intervenues au long des trois ans qui ont séparé le premier vol de la livraison au premier client et testées intensivement sur deux avions, a conduit à un comportement que les pilotes qualifient aujourd'hui de « nice handling » – ce qui est un compliment de grande valeur.

La construction en série pouvait commencer. A fin 1995, Pilatus avait livré vingt-cinq appareils, la cadence de production atteignant trois avions par mois pour 1996.

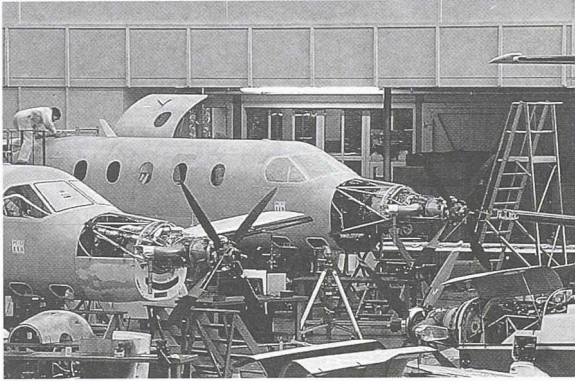
¹⁰Faisant passer l'envergure de 13,78 m pour le prototype à 16,23 m pour la série!

Initialement, Pilatus avait considéré que la réalisation d'un tel projet jusqu'à la construction en série dépassait ses capacités financières et industrielles. C'est pourquoi la maison de Stans a longtemps cherché des partenaires, qu'elle n'a pas trouvés. Aujourd'hui, elle constate qu'elle est à même de maîtriser seule ce programme; l'excellent accueil fait à son dernier-né, notamment outre-Atlantique, a certainement contribué à cette conclusion.

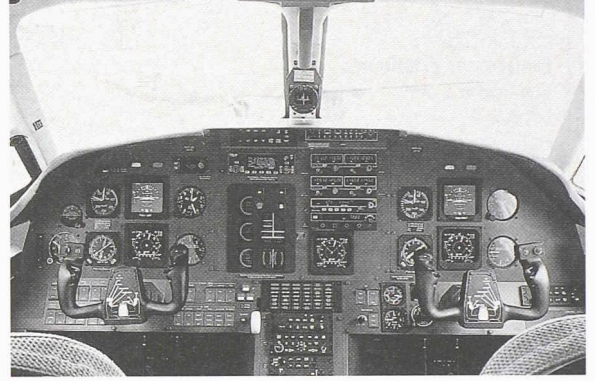
Vente et après-vente

Pilatus dispose aux Etats-Unis d'un bureau chargé de la vente et du suivi sur le continent américain. En outre, un réseau de distributeurs et de stations de maintenance bénéficiant d'une formation par l'usine assure aux utilisateurs un entretien d'une qualité correspondant à celle de l'avion.

Le PC-12 est certes facile à piloter, grâce aux équipements décrits plus haut, mais il exige de la part du pilote de bonnes connaissances des systèmes et des procédures d'utilisation. Dans cette optique, le prix de l'avion comprend un cours de formation d'une semaine dans l'école de pilotage américaine Sim-



PC-12 en cours de montage: on remarquera les dimensions réduites de la turbine (env. 240 kg pour 1200 ch!).



Le tableau de bord très complet, comportant notamment quatre instruments à tube cathodique, offre toutes les informations nécessaires au vol par tous temps.

Com, à Orlando, équipée d'un simulateur de vol du PC-12.

Le prix du PC-12, inférieur à celui de ses concurrents, est actuellement de 2,19 millions US\$, 2,4 millions en version dite *Executive*, plus richement équipée encore.

Comme tout avion au début de sa carrière, le PC-12 va encore évoluer. Les études des ingénieurs de Stans portent notamment sur des modifications propres à améliorer encore la charge payante, en d'autres termes pour aller plus loin avec plus de passagers ou de marchandises. En effet, dans sa version actuelle, le PC-12, réservoirs pleins, ne peut emmener que six personnes pour un rayon d'action maximum de 3740 km.

Par ailleurs, Pilatus vient d'annoncer une version de surveillance aérienne *Eagle*, apte à assurer des missions d'entraînement aux sys-

tèmes de navigation, d'étalonnage des aides à la navigation aérienne au sol et de reconnaissance aérienne. L'*Eagle* se prête à l'installation d'une vaste gamme d'équipements électroniques, tout en conservant toutes les potentialités du PC-12.

Il est à noter que cette version bénéficie déjà d'un poids maximum au décollage de 4500 kg, pour tenir compte des équipements embarqués.

Nul n'est prophète en son pays

Inutile de dire que, contrairement à ce qui se passe dans d'autres pays, Pilatus n'avait rien à attendre de nos pouvoirs publics.

Dès lors, on peut constater que c'est essentiellement la réaction extrêmement positive du marché qui a encouragé Pilatus à poursuivre cette aventure. Le mot n'est

pas trop fort: aujourd'hui, lancer un nouvel avion – même si le PC-12 est modeste en regard d'avions comme le Boeing 777 ou le futur avion de combat européen –, c'est mettre en jeu l'avenir même du constructeur. On aurait souhaité que le PC-12, projet civil pure race, connaisse autant les faveurs des médias que les PC-7 ou PC-9 ont subi d'attaques. Réussir à placer sur le marché mondial un avion hautement compétitif, c'est faire échec au chômage et s'affranchir au moins partiellement de la dépendance des clients militaires. Mais qui, par exemple en Suisse romande, sait que le PC-12 existe? Ne serait-il pas pensable que la Confédération trouve un emploi justifiant l'achat d'un ou deux PC-12, lui conférant ainsi un label supplémentaire aux yeux de clients potentiels?

Une aile remarquable

L'un des secrets de l'efficacité exceptionnelle du PC-12 réside dans son aile de grand allongement ($\lambda = 10,2$), équipée de *winglets*. Elle confère à l'avion un angle de plané, hélice en drapeau, train et volets rentrés, de 16,5; cela signifie qu'au cas improbable d'une défaillance de la turbine, survenant à plus de 7500 m d'altitude, le PC-12 pourrait parcourir 125 km avant d'arriver au niveau de la mer!

