



AVIONIQUE Par Emmanuel DAVIDSON, illustrations de l'auteur et constructeur

Starlink dans nos avions

RÉVOLUTIONNAIRE. Bénéficiaire d'une connexion Internet haut débit, fiable pendant toute la durée d'un vol, c'est aujourd'hui techniquement et économiquement réalisable grâce à Starlink. C'est l'occasion de faire un tour d'horizon de toutes les solutions de connectivité dans nos cockpits.

Pendant des années, nous avons préparé nos vols au sol, avec des estimations de vent, remplissant à l'avance des logs de navigation d'une précision discutable. Puis les téléphones mobiles intelligents sont arrivés et on a commencé à trouver des solutions bricolées pour récupérer quelques données en vol pendant les brèves minutes où « on avait des barres ». Si les communications 4G et 5G se sont améliorées au fil des années, elles n'offrent toujours pas un niveau de fiabilité nous permettant de compter réellement dessus. Aujourd'hui, on n'en est plus là ! Et de loin ! Il existe bien des solutions de connectivité applicables à nos avions.

Les solutions disponibles

Il existe plusieurs solutions pour récupérer des données en vol. Mais avant de choisir et d'investir, il faut se poser des questions fondamentales : quelles données, à quelle vitesse, quelles limites acceptables en raison du choix du réseau, quelle fréquence d'utilisation ? Solution mobile ou fixe ? Solution certifiée et fonctionnant directement avec l'avionique de bord ?

Les communications 4G/5G restent instables entre 3 000 et 18 000 ft. Le système de gestion du réseau n'est pas conçu pour les appareils à bord d'avions rapides, contrairement aux voitures.

Le téléphone intelligent 4G/5G

Cela comprend également les tablettes électroniques munies d'une puce de téléphonie. Avec ces appareils, on bénéficie d'une connexion à Internet tant que le réseau est disponible. Aucune garantie de couverture, de disponibilité ou de qualité de la connexion. On peut se trouver dans une zone de non-réception au-dessus de la campagne et il est impossible de prévoir lorsque la solution sera fonctionnelle ou non. Plus on vole haut, moins les résultats sont probants.



En règle générale, au-dessus de 3 000 ft ou dans des régions de faible densité de population, les connexions sont peu fiables ou inexistantes. Les lois de Murphy étant ce qu'elles sont, c'est toujours au moment où vous en aurez réellement besoin que la connexion sera aux abonnés absents et en cas de météo se dégradant rapidement, la dernière chose dont un pilote a besoin est le stress supplémentaire de ne pas pouvoir accéder à une information vitale.

Golze Engineering

Sébastien Golze, depuis sa ville natale de Berlin, a développé des récepteurs Iridium à faible coût et a réussi à négocier des tarifs lui permettant de bénéficier d'une liaison bidirectionnelle avec le réseau satellitaire américain. C'était déjà en soi une avancée majeure, permettant aux pilotes de récupérer facilement en vol TAF/METAR, cartes radar, cartes satellite, impacts de foudre et vents en altitude, mais avec une lenteur désespérante et des périodes où les communications ont du mal à se maintenir entre l'émetteur-récepteur de bord et



Le boîtier Golze ADL 180, compact, charge la météo, les TAF/METAR, les cartes radar, les vents en altitude et les impacts de foudre via Iridium sur votre tablette. Il permet aussi d'émettre et recevoir des SMS en vol et d'enregistrer votre position régulièrement. Une solution efficace, mais au débit limité.

les satellites. Les boîtiers Golze permettent aussi de transmettre la position de l'appareil à intervalles réguliers. Vos proches suivent vos vols en temps presque réel, à la condition de leur fournir le lien de consultation. Vous pouvez aussi envoyer et recevoir des messages courts (SMS). Pratique pour prévenir d'un retard ou d'un déroutement.

Garmin Iridium

Garmin offre également une solution Iridium avec un récepteur fixe certifié : Garmin GSR 56, à 12 500 USD sans la pose. Les données météo s'affichent directement sur le glass cockpit installé à bord et on peut facilement récupérer les données qui correspondent au vol entré dans les GPS de bord. C'est une solution complète, facile à utiliser, même si elle reste un peu onéreuse. C'est celle qui est installée dans les derniers modèles de Cirrus, dans les TBM et autres avions haut de gamme.

Le boîtier GSR56 Garmin, installé à bord et relié à l'avionique Garmin, offre les fonctions téléphone, météo, TAF/METAR. Son débit Iridium est similaire à celui de Golze Engineering, mais avec plus de possibilités. Comptez 12 500 USD pour le matériel, hors installation.



Iridium Go / Go Executive

Les boîtiers Iridium Go et Go Executive ont séduit les adeptes de la voile hauturière. Ils ont été longtemps le récepteur de choix sur les bateaux croisant loin des côtes. Ils permettent de télécharger les fichiers « GRIB » ou champs de vent et les données météo. Exactement comme pour les boîtiers Golze, le débit descendant et montant n'est pas comparable à la 4G/5G ou Starlink (voir le tableau des

Les boîtiers Iridium Go et Iridium Go Executive sont disponibles depuis plusieurs années, mais n'ont pas convaincu les aviateurs. La nécessité de passer par un tiers pour obtenir les données météo spécifiques à l'aviation et la difficulté à trouver un abonnement abordable sont des obstacles. De plus, ces systèmes sont beaucoup plus lents que Starlink.



débits page suivante). Toutefois, ils sont difficiles à utiliser sans un abonnement supplémentaire à une source de météo aviation. Très peu de fournisseurs offrent ce service. À ce jour, Golze Engineering est sans doute la meilleure source de données. Mais alors, pourquoi choisir un boîtier Iridium plutôt qu'un boîtier Golze ?

Starlink et l'aviation générale

Tout le monde connaît, au moins de réputation, Starlink. L'entreprise, dirigée par Elon Musk, a mis en orbite une multitude de minisatellites dont l'unique finalité est de fournir une connexion Internet, tout à fait générique, mais à des vitesses que l'on pensait inatteignables il y a encore trois ou quatre ans. Avec un récepteur monobloc – tout est contenu dans l'antenne –, Starlink Mini, on arrive à des vitesses de transfert dix fois supérieures à celles des meilleures connexions ADSL que nous connaissions il y a encore cinq ans.

Pour les pilotes qui n'ont pas su résister à la tentation d'installer une antenne dans leur avion, ils ont bien fait : les résultats sont extraordinaires. Et l'installation est d'une simplicité déconcertante. À la réception du kit Starlink Mini, il suffit de sortir l'antenne de la boîte, de la poser sur la casquette du tableau de bord ou de trouver une place dans l'avion où elle aura une bonne vue du ciel. On la relie au circuit électrique de l'avion grâce à un câble de prise allume-cigares. L'électronique interne se met en route, le système charge les dernières mises à jour – cela se fait très souvent et l'on ne peut se connecter à Internet tant que la procédure de mise



L'antenne active contient toute l'électronique. Le kit Starlink Mini comprend deux adaptateurs de montage, un câble d'alimentation et un adaptateur secteur. Pour l'utiliser en avion léger, ajoutez un câble allume-cigares ou une batterie portable et un système de fixation.

à jour n'est pas terminée –, puis ouvre la porte à une connexion Internet haut débit, généralement plus performante que les liaisons ADSL que nous avons à notre domicile. Il suffit de se connecter au réseau WIFI créé par l'antenne et le tour est joué.

Quelles différences par rapport aux autres systèmes satellitaires ?

Il s'agit d'une connexion permanente et non d'une connexion à la demande comme pour les récepteurs Iridium ou autres. On dispose d'une connexion Internet en continu, sans devoir rétablir une session à chaque demande de données. Cela s'explique par le fait que les abonnements Starlink ne sont pas limitatifs en matière de données ; sauf pour les forfaits de base limités à 50 Go de données à pleine vitesse, au-delà, le Go supplémentaire est actuellement facturé 1 €.

Les trois avantages déterminants sont donc : une connexion permanente et à haut débit, un coût raisonnable, y compris pour un dépassement de forfait de volume de données, la possibilité d'utiliser le système à bord de quasiment n'importe quel avion – à condition de ne pas dépasser les 250 KTAS – et la facilité d'installation et d'utilisation.

Starlink en chiffres

- **Nombre de satellites dans la constellation Starlink**: 8475 en date de septembre 2025. Soit 65 % de la population mondiale de satellites ! Plus de 2300 satellites ont été lancés en 2024/2025. À terme, Starlink compte sur une flotte allant jusqu'à 42 000 unités.

Technologie	Débit descendant théorique	Débit descendant réel	Débit montant théorique	Débit montant réel	Latence typique	Latence maximale	Cas d'usage principal
Modem 28,8 (V.34)	28,8 kbit/s	20-28, 8 kbit/s	14,4 kbit/s	10-14, 4 kbit/s	~80 ms	~200 ms	Navigation web, téléchargement lent
Modem 56k (V.92)	56 kbit/s	40-56 kbit/s	48 kbit/s	30-48 kbit/s	~60 ms	~150 ms	Web, streaming audio comprimé
ADSL classique	20 Mbit/s	8-15 Mbit/s	1 Mbit/s	0,5-1 Mbit/s	~20 ms	~100 ms	Navigation, streaming SD, VOIP
ADSL2+	24 Mbit/s	10-20 Mbit/s	1 Mbit/s	0,5-1 Mbit/s	~18 ms	~90 ms	Navigation, streaming HD limité
VDSL2 (distance 1 km)	50 Mbit/s	25-50 Mbit/s	8 Mbit/s	4-8 Mbit/s	~14 ms	~75 ms	Streaming HD, travail à distance
Fibre optique moyenne (France 2025)	1000-2000 Mbit/s	580-650 Mbit/s	500-1000 Mbit/s	400-500 Mbit/s	~4 ms	~20 ms	Utilisation résidentielle/commerciale
Iridium GO classique	2,4 kbit/s	2,0-2,4 kbit/s	2,4 kbit/s	2,0-2,4 kbit/s	~70 ms	~150 ms	Urgence, communication basique
Iridium GO! exec	88 kbit/s	70-88 kbit/s	22 kbit/s	15-22 kbit/s	~70 ms	~150 ms	Médias sociaux texte, email
Starlink Mini maximum	250 Mbit/s	150-250 Mbit/s	25 Mbit/s	15-25 Mbit/s	~30 ms	~80 ms	Utilisation résidentielle portable
Starlink futur planifié	600+ Mbit/s	300-450 Mbit/s estimé	150+ Mbit/s	50-100 Mbit/s estimé	~18 ms	~40 ms	Comparable fibre optique

- **Bande passante et vitesses de transfert**: le débit descendant varie entre 100-250 Mb/s en téléchargement et 10-40 Mb/s en téléversement (upload). Et ce, avec un récepteur/antenne Starlink Mini.

Quels coûts ?

C'est une question qu'on finit inmanquablement par se poser : est-ce que le jeu en vaut la chandelle ou doit-on continuer à se contenter de connexions épisodiques au travers de notre téléphone préféré ? Voici un comparatif des coûts associés à chaque technologie utilisée.

Starlink

	Starlink prix standard	Prix promotionnel actuel *
Kit matériel	299 € TTC*	249 € TTC *
Forfait de base 50 Go	40 € TTC*	24 € TTC *
Go supplémentaire	1 € TTC	N/A
Forfait « illimité »	89 € TTC	62 € TTC *

Golze Engineering

Les coûts sont répartis entre un boîtier comprenant le modem Iridium, une AHRS (centrale électronique qui donne attitude et cap, permettant de disposer d'un instrument de secours sur sa tablette en cas de panne d'horizon artificiel), un circuit WIFI et les antennes nécessaires (intérieures). Le prix du boîtier varie en fonction du type d'abonnement choisi.

Les nouveaux clients bénéficient de six mois de prix promotionnels avant de passer au tarif normal.

	Abo 24 mois Golze
Récepteur Iridium ADL 180B	660 € TTC
Abonnement mensuel engagement 24 mois (20 téléchargements mensuels inclus)	47 € TTC
Téléchargement supplémentaire	1,18 € TTC

L'abonnement 24 mois est celui que nous avons nous-mêmes utilisé pendant des années. À la condition de n'allumer le récepteur qu'au moment où le besoin s'en fait sentir – c'est-à-dire pas un jour de CAVOK intense! –, nous n'avons jamais eu besoin de payer des téléchargements supplémentaires. Il faut penser à sa consommation, ce qui revient à limiter l'utilisation permanente en mode automatique en vol ; dans ce mode, une connexion est établie toutes les 15 minutes pour rafraîchir les informations météo, les cartes radar et les TAF/METAR. En passant en mode manuel, l'utilisation est moins simple, mais on maîtrise les coûts. Pour des pilotes qui volent en IFR deux ou trois fois par mois, c'est la solution la moins onéreuse.

Pour une utilisation sans abonnement, les tarifs sont les suivants :

Service plan	Coût	Par téléchargement
Récepteur Iridium ADL 180B	1140 € TTC	
Trip kit 1 journée	18,85 € TTC	1,18 € TTC
Trip kit 3 journées	22,61 € TTC	
Trip kit 1 semaine	34,51 € TTC	
Trip kit 2 semaines	46,41 € TTC	
Trip kit 4 semaines	65,45 € TTC	

Prenons l'exemple d'un voyage de trois jours pendant lequel on va utiliser le récepteur Golze pendant 3 heures par vol, on obtient le coût suivant, auquel il faut rajouter les prix du récepteur qui passe de 660 à 1140 euros : Trip kit 3 journées + 3 jours avec 12 téléchargements par jour = 65,09 € TTC.

Garmin GSR 56 Iridium



Les abonnements nécessaires :

- **Connex Weather 150**: communication par messages courts ou voix, téléchargement météo et report de position optionnel. Pour les avions volant 150 heures par an ou 12 heures par mois. Rafraîchissement données météo toutes les 10 minutes, communications vocales (téléphonie Iridium): 30 minutes par mois incluses, messages courts (SMS) illimités, rapport de position 9 cents \$/report (optionnel). Abonnement mensuel : 79,99 \$.

Le Garmin GSR56 envoie les données météo aux cockpits Garmin. Il offre de nombreuses options d'affichage pour une meilleure compréhension des phénomènes.

- **Connex Weather 400**: communication par messages courts ou voix, téléchargement météo et report de position optionnel. Pour les avions volant 400 heures par an ou 35 heures par mois. Rafraîchissement données météo toutes les 5 minutes, communications vocales (téléphonie Iridium) illimitées, messages courts (SMS) illimités, rapport de position 9 cents \$/rapport (optionnel). Abonnement mensuel : 174,99 \$.

Attention, les fonctionnalités disponibles dépendent de la version de votre avionique. Certaines fonctions, comme la connexion directe à votre tablette au travers du FlightStream 510 ne sont pas envisageables sur les G1000 originaux ou plus anciens. C'est un point à vérifier précisément avec votre atelier avionique.

Iridium Go/Executive

La complexité des abonnements et les prix sont éminemment variables en fonction des sociétés commercialisant les forfaits mensuels ou les cartes prépayées. Ensuite, pour l'application qui nous intéresse, il faut disposer d'un système permettant d'aller chercher les données. Pas question d'accéder à Internet de manière standard, il faut bénéficier d'un site ou d'une application spécialement prévue pour atteindre les données et les optimiser avant de les transmettre. Golze Engineering permet d'utiliser son application ADL Connect pour cela.

Le coût total de la solution comprend le terminal Go ou Go Executive (850 à 1250 € TTC pour le Go, moins de 3000 € TTC pour le Go Executive), un abonnement Iridium (forfait prépayé ou abonnement mensuel, éminemment variable selon les fournisseurs) et une licence Golze (465 € TTC/an). Après avoir fait le tour du marché, ADL Connect est le moyen le plus simple de recevoir toutes les informations aéronautiques qui nous sont essentielles au travers du réseau Iridium, de limiter les connexions et de disposer d'un système de compression des données lors de leur transmission. Donc, si vous n'avez pas d'autres utilisations de votre boîtier Go que l'aviation, utilisez plutôt un boîtier Golze ! En ce qui concerne l'installation, les boîtiers Iridium Go se posent sur la casquette et disposent d'une antenne dépliant et d'un GPS intégré. Il est possible d'ajouter une antenne externe.

Starlink en vol

C'est sans doute la partie la plus compliquée à relater. On aurait pu se contenter de dire « Une fois le câble d'alimentation branché sur le circuit électrique de l'avion ou sur une batterie portable adéquate, le système se connecte à la constellation de satellites et dès que l'on se connecte au réseau WIFI Starlink, on se trouve dans une configuration semblable à celle que l'on connaît à la maison. »

Finis les temps d'attente passés à scruter l'écran de son téléphone pour ne pas rater le moment où l'on va réussir à envoyer un SMS ou recevoir un TAF/METAR. On est connecté à Internet en permanence.



Quelle que soit l'application aéronautique utilisée : ForeFlight, Garmin Pilot, Air Navigation, SDVFR Next, SkyDemon, AirMate, par exemple, et à la condition qu'elle accepte la réception du protocole GDL90 Garmin, vous verrez les données reçues : trafic, cartes radar, cartes couverture nuageuse, TAF/METAR. Vous utiliserez toutes les fonctions de votre tablette exactement comme si vous étiez connecté à votre box habituelle.

Mais comment installer ce nouveau système de communication ? Il faut d'abord sélectionner le bon endroit. Il est indispensable d'en trouver un qui ait une vue directe et dégagée du ciel et qui permette de poser l'antenne suivant un léger angle. Les pilotes de Cirrus ou de Cessna emploieront la lunette arrière, tandis que les propriétaires de Piper ou de Mooney utiliseront la casquette du tableau de bord. Ce sont les deux positions les plus usuelles.

Starlink est facile à installer dans un avion léger et offre des débits stables à des vitesses inédites, le tout à un prix abordable.



Nous avons choisi le système de fixation MyGoFlight pour son efficacité. Il oriente parfaitement l'antenne et l'empêche de toucher la vitre, même en turbulence. Humidifiée lors de l'installation, la ventouse tient bien et ne se détache pas avec les variations d'altitude ou de température. Un investissement, certes, mais efficace.

Du côté de l'encombrement, pas de gros soucis, même à bord d'un ULM. L'antenne est compacte : 298,5 mm L, 259 mm l en largeur et 38,5 mm p. Le poids est lui aussi minimal : 1,1 kg.

Ensuite, il faut relier le câble d'alimentation à une source d'alimentation de 12 à 32 V. Une prise allume-cigares peut être utilisée facilement, obtenue soit chez Starlink, soit chez un autre vendeur pour un prix modique. Une fois alimentée, l'antenne mettra en route l'électronique intégrée, fera ses mises à jour et vous connectera à Internet. Il suffit ensuite de se connecter au réseau WIFI créé par l'antenne pour obtenir un accès.

Pour fixer l'antenne, plusieurs solutions sont proposées : un système à ventouses, une fixation vissée ou trépied, peu importe, choisissez celle qui convient le mieux à votre appareil. Pour notre part, nous avons préféré un système MyGoFlight. Même s'il est plus cher que bien des produits chinois, la qualité de fabrication et les possibilités de fixation sont très supérieures, nous n'avons aucune envie de voir l'antenne se déplacer en vol, au risque de blesser un passager ou le pilote. Que ce soit pour trouver une mallette ou un sac de transport, un système de fixation pour un montage fixe ou un câble allume-cigares, il suffit de le demander à un moteur de recherche qui vous indiquera les sites de centaines de fournisseurs ayant développé des accessoires adaptés au Starlink Mini. Mais attention à la qualité !

Les essais nous ont montré que quatre personnes connectées simultanément à Starlink ne suffisent pas à mettre la bande passante à genoux. Avec deux passagers arrière occupés à regarder un film différent en streaming et les deux pilotes utilisant simultanément des outils météo indépendants tels que Windy, AeroWeather, Météo France, Weather 4D et en faisant tourner SafeSky, SkyDemon, ForeFlight et Garmin Pilot de concert, aucun délai n'a été constaté dans les chargements ou dans les affichages. Nous avons même mis à jour nos cartes Jeppesen en vol, aussi vite qu'à la maison... Inutile de dire que nous avons été conquis par la simplicité et l'efficacité de la solution.

D'autant plus que le coût mensuel : 40 euros TTC, actuellement 24 euros en promotion pour six mois, est plus que raisonnable, surtout comparé aux autres possibilités. Alors comment résister ? De surcroît, si vous passez le week-end sur une île avec un simple power bank portable, vous pourrez utiliser votre Starlink Mini à l'hôtel, devant la tour de contrôle déserte ou sur la plage... ✈



Protégez votre antenne avec des accessoires comme des housses de transport, des coques de protection, des supports et des alimentations. Privilégiez la qualité, surtout pour les accessoires d'alimentation. Les prix des câbles varient de 20 à 80 euros, selon la qualité des conducteurs, des prises et de la fabrication. Une batterie (power bank) de taille suffisante offre jusqu'à six à huit heures d'autonomie.