



« NextGen » Transpondeurs Mode S & ADS-B



Avant-propos



- Les installations sur les appareils VFR de Transpondeurs en Mode - S se généralisent en remplacement des transpondeurs existants. Obligatoire depuis 2007 pour les vols IFR, la confusion règne en Europe sur son obligation aux vols VFR. A bien y regarder le Mode-S n'est pas une simple évolution des communications avec les radars secondaires, il est la base d'évolutions majeurs d'échanges d'information vers et entre les appareils en vol, sur une architecture électronique appelée ADS-B. Il est aussi une refondation des systèmes anticollisions et en ce sens l'activité VFR est directement concerné par les évolutions ADS-B du Mode-S.
- Dans un effort visant à accroître la sécurité, l'efficacité et la capacité des opérations du transport aérien, la FAA (Federal Aviation Administration) propose pour 2020, une réforme complète de la surveillance par radar (projet NextGen). Pour cela, la FAA et les pays membres du « NextGen Working Group » déploient une technologie relativement nouvelle appelée « Automatique Dépendante Surveillance ADS » en mode diffusion donc B pour Broadcast donne: ADS-B .
- Cette technologie permet aux avions, équipés d'un système certifié GPS, d'envoyer périodiquement leur position et d'autres informations aux stations sol et aux autres appareils présents alentours équipés du même ADS-B. Bien que la FAA prévoit de conserver le radar primaire à des fins de défense, beaucoup de radars secondaires de surveillance d'aujourd'hui ne seront plus utilisés à l'avenir !



Rappels sur les Transpondeurs A, C et S



Rappels



- **RADAR Primaire:** surveillance de longues portées fonctionne en Mode Echo (azimut & distance)
 - Aucun équipement sur l'appareil n'est nécessaire
 - Précis mais aucune information d'identité de l'appareil
 - Aucun dialogue établi (mode strip papier)
- **RADAR Secondaire:** conçu dans un but d'identification et d'établissement d'un dialogue avec l'appareil. Demande un émetteur/récepteur appelé transpondeur (Xponder) à bord de chaque appareil
- **Evolution du transpondeur au fil des années**
 - Fonctionnement analogique avec faible capacité de transmission d'information (le code & l'altitude)
 - Le code d'interrogation définit le type de réponse
 - Mode A Identification
 - Mode C Altitude
 - On dira qu'un transpondeur est Mode C lorsqu'il a la capacité du Mode A et de la transmission d'altitude
 - Evolution de fonctionnement en mode numérique (modulation de phase) avec trame d'information extensible et variable : Mode S



Radar Primaire

- Azimut
- Distance



Xpondeur Emission 1090 Mhz
Réception 1030 Mhz

Code d'interrogation

- Identification par CODES
- Altitude
- Evolutions en Mode S



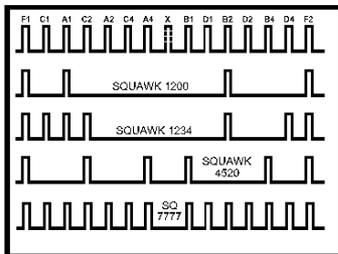
Radar Secondaire

Emission 1030 Mhz
Réception 1090 Mhz

Rappels – Mode A



- **Mode A (Alpha)** : le transpondeur envoie au radar secondaire un code de 4 digits permettant d'identifier l'avion ou de transmettre certaines informations au contrôle aérien.
- Originellement développé pendant WWII pour un système Friends (amis) / Foes (ennemies) IFF (sur 6 bits) il fut étendu à 12 bits (0000 à 7777 combinaisons) et donna naissance au Mode A.
- Un train SQ de x 12 impulsions 000 000 000 000 (12 bits) autorise à $8 \times 8 \times 8 \times 8 = 4096$ combinaisons « 0 à 7 / 0 à 7 / 0 à 7 / 0 à 7 »



Train de réponse Squawk sur 16 bits



IFF WWII



Xpondeur Emission 1090 Mhz
Réception 1030 Mhz

Code d'interrogation
- Identification



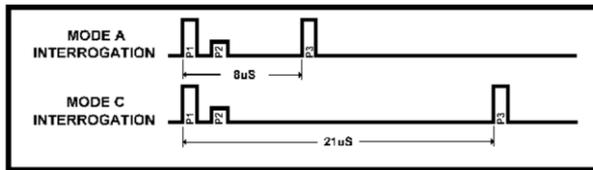
Radar Emission 1030 Mhz
Réception 1090 Mhz

Rappels – Mode C



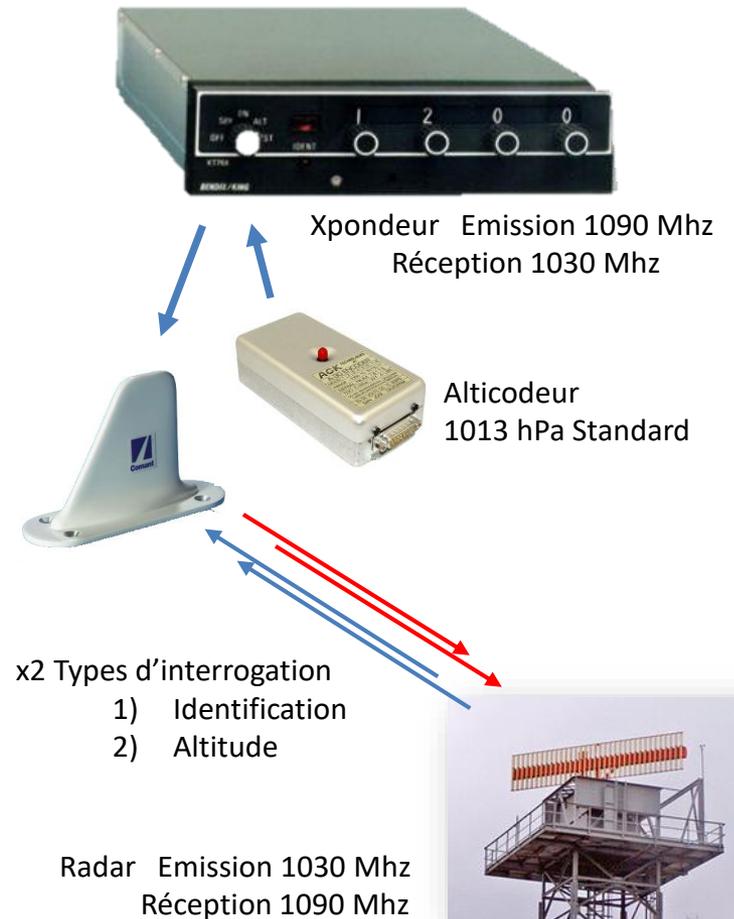
- **Mode C (Charlie)** : le transpondeur transmet au radar secondaire le niveau de vol de l'avion grâce à un altimètre. L'altimètre (calé 1013) peut être intégré au transpondeur (capsule barométrique incluse) ou déporté dans l'appareil

Mode A & C sont différenciés à l'interrogation



- Réponse sur un train de 000 000 000 000 bits soit max 7777 (Squawk code)
 - Altitude est codé par un table d'équivalence Squawk Code -> Altitude
 - 4096 Squawk codes pour 1280 altitude codes
 - **100 fts increment**
 - -1200 fts to 126 700 fts
- | |
|-----------------------------------|
| 3000 0 0 1 1 0 0 0 1 0 0 0 0 4120 |
| 3100 0 0 1 1 0 0 1 1 0 0 0 0 4130 |
| 3200 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 0 4110 |
| 3300 0 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 4510 |
| 3400 0 0 1 1 0 1 1 1 0 0 0 0 4530 |
| 3500 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 4520 |

La précision est limitée à 100ft par effet du codage retenu



Rappels – Mode S



- **Mode S** (Sierra) : S pour Sélectif, est une amélioration récente du transpondeur permettant d'envoyer des informations supplémentaires et d'améliorer la transmission des données (notamment grâce à une nouvelle localisation des antennes qui optimise la communication même en virage). Il fonctionne selon deux niveaux possibles :
 - **Mode S basique** : le transpondeur transmet un code d'identification unique ainsi qu'un identifiant configurable par le pilote (numéro de vol pour un avion de ligne, immatriculation pour un avion léger)
 - **Mode S enrichi** : couplé à un GPS à l'appareillage de l'avion, le transpondeur mode S enrichi ADS - B permet d'envoyer une multitude d'informations au contrôle (vitesse, cap, altitude sélectionnée, taux de montée ou de descente, position, etc.)
 - **Mode S Architecture** : le mode S s'inscrit dans une architecture globale et évolutive ADS - B, compatibilité avec les autres Mode assurée ...



Xpondeur Emission 1090 Mhz
Réception 1030 Mhz



Extension du code d'identification
et du codage altimétrique +/- 50ft

Code SQ sur 24 bits (16,777,214 avions)
Adresse code ICAO (code avions/pays)
Interrogations sélectives & silence A & C
Xt en modulation de phase
Xt numérique corrigée
Préambule permet différents msg formats
Mode Broadcast (à 1Hz) utilisé en ADS-B
Réception radio terrestre 1090 MHz





Flight Information Services Broadcast (FIS-B) sur 978 MHz

USA uniquement



Rappels – FIS et TIS Mode Broadcast



- Sur une fréquence de 978 Mhz sont disponibles aux USA des informations de météo et de trafic sous les noms de FIS-B et de TIS-B (B pour broadcast):
- Le **Flight Information Services-Broadcast (FIS-B)** est une diffusion Météo qui permet d’avoir une mise à jour permanente de la météo en temps réel. Un simple récepteur 978 Mhz reçoit METAR, TAF, AIRMET, ... que les applications à bord mettent en forme pour affichage (cartes météo, alertes, ...). Toutes les diffusions proviennent de stations terrestres et sont gratuites pour l'utilisateur. Ceci se substitue XM Weather Satellite pour l'aviation générale.
- Le **Traffic Information Services-Broadcast (TIS-B)** est comme son nom l'indique une diffusion d'information de trafic. A l'équivalence du FIS-B l'idée est de transmettre et de diffuser sur le même mode des informations de trafic. Avec un récepteur sur 978Mhz, chaque appareil doit (aux USA) être apte à recevoir en complément des informations de Météo, des informations de trafic consolidées, depuis une station terrestre. A l'équipement de l'appareil de les mettre en forme TCAS Like, affichage map, alertes, ...



Stratus,
Garmin GDL 39,
Dual Link,
... ,

Récepteur FIS-B & TIS-B
978 Mhz

Diffusion à bord via Wifi, Bluetooth, cables interfaces, ...

Applications multiples Ipad, Iphone, GPS, MDF,



TCAS – Dévoisement du Mode S /1090 Mhz

Trafic Alert and Collision Avoidance System



- A ce jour 3 versions de TCAS: TCAS I, II et III; aujourd'hui le TCAS II est en fonction:
 - Le TCAS I fonctionnait avec des transpondeurs mode –C. Il donnait au pilote une indication de cap et de distance sur un écran, c'était au pilote de surveiller cet écran en permanence.
 - Le TCAS II donne en plus une indication au pilote : il le conseil sur la manœuvre RA à faire en cas de risque de collision: Resolution Advisory
 - Le système TCAS II fonctionne avec des transpondeurs mode S, est compatible avec le mode C (à la base pour la période de transition TCAS I / TCAS II, mais également pour les avions équipés uniquement de transpondeurs mode C, sans TCAS).
 - Le TCAS III quant a lui n'a pas encore vu le jour, mais il est le même que TCAS II, il permettra en plus de faire une manœuvre latéral (droite gauche). Ceci sera possible lorsque les antennes directionnelles seront plus « précises ».
 - D'autres paramètres sont également évoqués, comme la transmission de la position GPS par les transpondeurs, les intentions de vol, la vitesse
- L'accroissement du trafic, la proximité des appareils est un véritable désastre pour l'occupation de la bande 1090 Mhz. Les transpondeurs mode S sont plus occupés par les TCAS alentour que par les réponses qu'ils doivent aux Radar Secondaires. Ce système sature les transpondeurs et la fréquence 1090 Mhz.
- Le TCAS est candidat naturel à l'ADS-B, reste à gérer la transition sur plus de 25 000 appareils équipés.



SYSTEME FLARM



- **BASE GPS et en ajout ADS-B IN**
- **FLARM et PowerFLARM développés par FLARM Technology GmbH**
- **Exploite un brevet ONERA déposé en 1998 (licence en 2008)**
- **PowerFLARM a un GPS intégré, diffuse l'information de position de l'aéronef équipé sur la fréquence 868 MHz et reçoit les messages des FLARM PowerFLARM, de l'ADS-B 1090 Mhz et des transpondeurs**
- **Dispose d'une base de données des obstacles au sol et dispose d'une capacité "enregistreur de vol"**
- **Donne au pilote une indication de là où il doit regarder pour surveiller un trafic conflictuel et l'informe de la criticité de la situation**
- **Réception sol suivi et tracé d'évolutions**



Portable PowerFLARM



FLARM display



FLARM "original"





Les extensions « NextGen » du Mode S: ADS-B



ADS-B

Automatic Dependant Surveillance – Broadcast



- Les USA ont pris position sur la technologie qui fera naviguer et communiquer petits et gros appareils, c'est l'ADS-B et ils commencent à la déployer. Elle est calée sur le Mode-S et propose aux pilotes une vision de son espace « Hockey Puck » identique à celle du Contrôle aérien,
- Ce n'est plus le **SOL** qui identifie et localise les appareils par communication et signature radar, mais **CHAQUE APPAREIL** qui communique régulièrement (0,1hz en vol, 1 Hz en approche), son identification, sa localisation GPS, son altitude et ses paramètres de vol, à **TOUS CEUX** qui possèdent une capacité de réception radio sur 978 Mz et/ou 1090Mz : Contrôle aériens, Stations Sol relais autonomes, Avions en vol et/ou au sol mais aussi au particuliers munis d'une récepteur radio !!
- **C'est une toute autre philosophie du « contrôle aérien » qui se met en place, et ceci « sans aucun système de sécurité électronique »**
- La compatibilité entre le monde ancien et le nouveau (ADS-B) est assurée par une fondation d'architecture électrique et informatique calée sur le Mode-S. Ceci fait partie d'un large programme de mutation des technologies et des opérations aériennes appelé « NextGen »,
- L'ADS-B va reconstruire les systèmes anticollision, permettre d'augmenter la densité du trafic, la précision de l'information des vols, assurer les guidages au sol (brouillard), offrir des visions trafic identiques aux pilotes et aux contrôleurs, localiser les disparitions de vols et l'orientation des recherches, le tout avec une réduction drastique des infrastructures au sol dont l'obsolescence est maintenant annoncée.

Capacité de croissance 1090 Mhz

978Mhz UTA Universal Access Transceiver

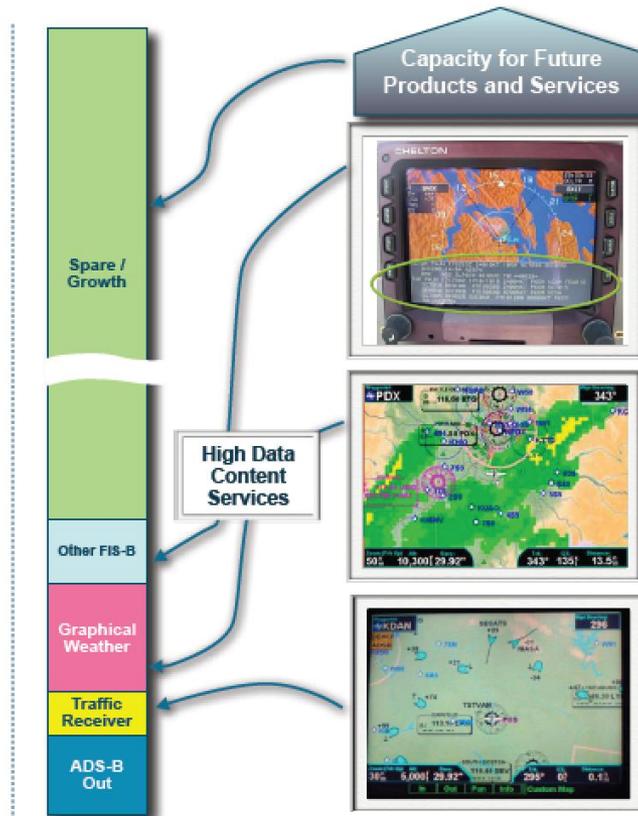


1090 Mhz Datalink

pas de croissance possible

1090 Mhz Datalink est construite sur des fonctions transpondeur, utilisée aussi par les TCAS. C'est une fréquence ainsi très occupée, l'arrivée de l'ADS-B porte cette fréquence aux limites de ses capacités

Zero growth capacity



978 Mhz Datalink

Potentiel de croissance important

978 Mhz Datalink est dédiée à l'ADS-B et n'achemine aucune autre sorte de données.

Sa capacité de croissance est énorme et permettra l'acheminement de nombreux services de données.

UAT pour Universal Access Transceiver sur 978 Mhz Broadcast Traffic TIF-B, Météo FIS-B et autres informations à venir ...

Les capacités informatives de ADS-B OUT

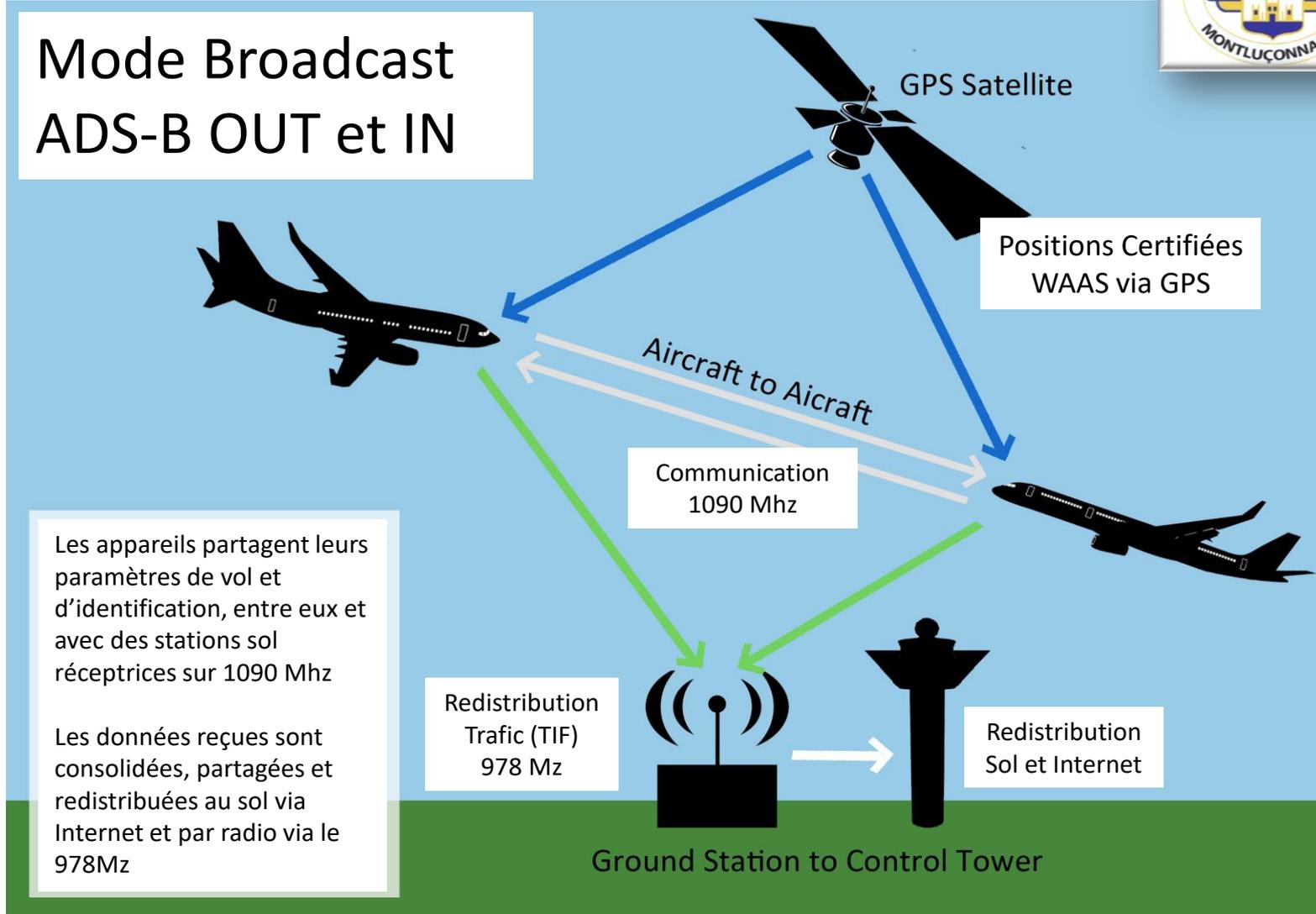


Downlink format	message format	Content
DF0	Fig. 2	Short Air to Air ACAS
DF4	Bild 2	Surveillance (roll call) Altitude
DF5	Bild 2	Surveillance (roll call) IDENT Reply
DF11	Fig. 2	Mode S Only All-Call Reply (Acq. Squitter if II=0)
DF16	Fig. 3	Long Air to Air ACAS
DF17	Fig. 3	1090 Extended Squitter
DF19		Military Extended Squitter
DF20 DF21	Fig. 3	Comm. B Altitude, IDENT Reply
DF22		Military use only
DF24	Fig. 4	Comm. D Extended Length Message (ELM)

Table 1: Mode S Downlink format numbers

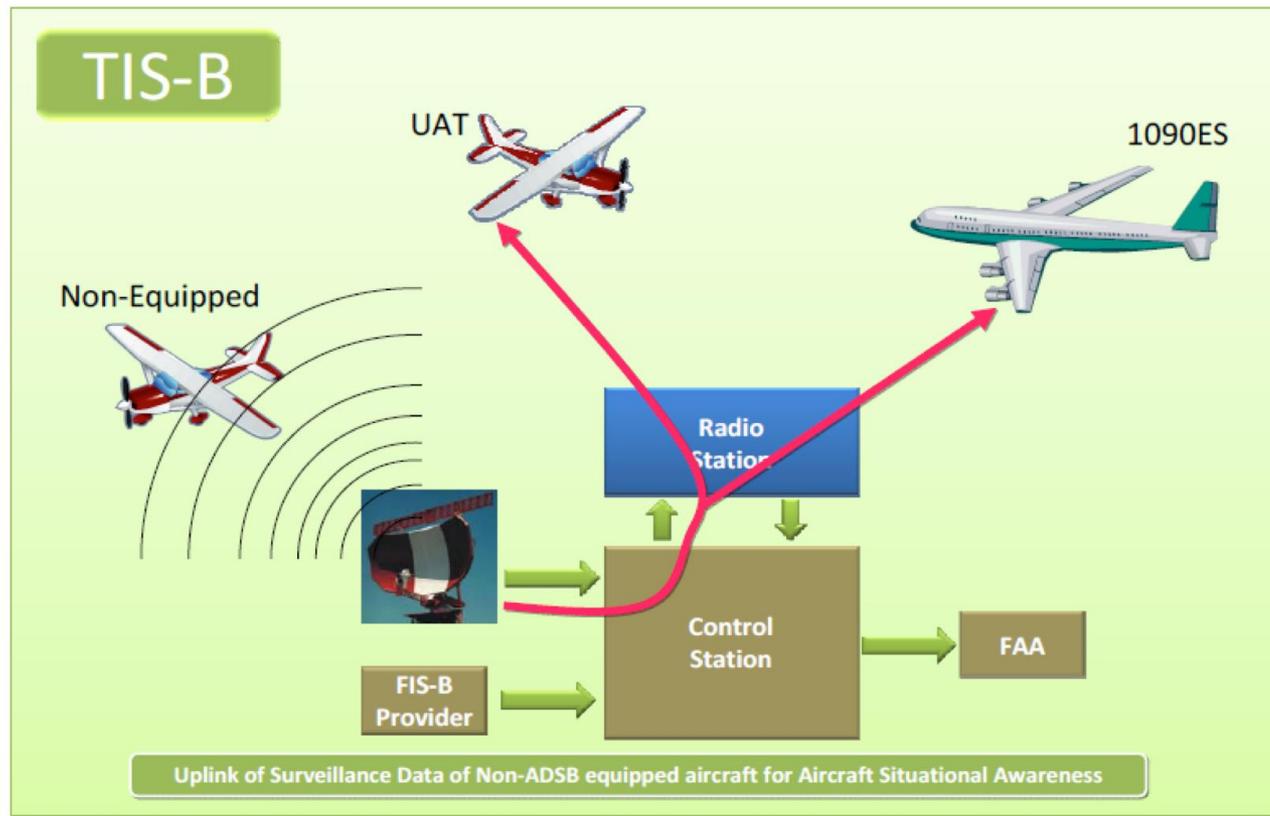
- The longer downlink formats using 112 bit length of data block can exhibit an additional message field of 56 bits, or an extended length message field of 80 bits.
- All messages content the airplanes identification number including a parity information in co-operation with the surveillance and communication control word. The format number defines 25 coding formats. Each Mode S downlink format has a particular purpose.
- The formats DF0, DF4, DF5, DF11, DF16, DF20, DF21 and DF24 are used in civil aviation at present.
- The format DF0 provides informations for ACAS. **The DF17 format is used for the ADS-B system.**
- Replies with the DF0 format are responses to ACAS or TCAS interrogations. Downlink format 16's are transmissions which are used by ACAS or TCAS units to communicate between aircraft.
- The responses for ground based interrogations have the DF4 format. **DF11 and DF17 are "squittered" by Mode S transponders at a nominal rate of 1 Hz.**

Mode S : ADS-B OUT Broadcast 0.1 Hz /1Hz



TIS-B Redistribution Information Traffic

Service de Rebroadcast

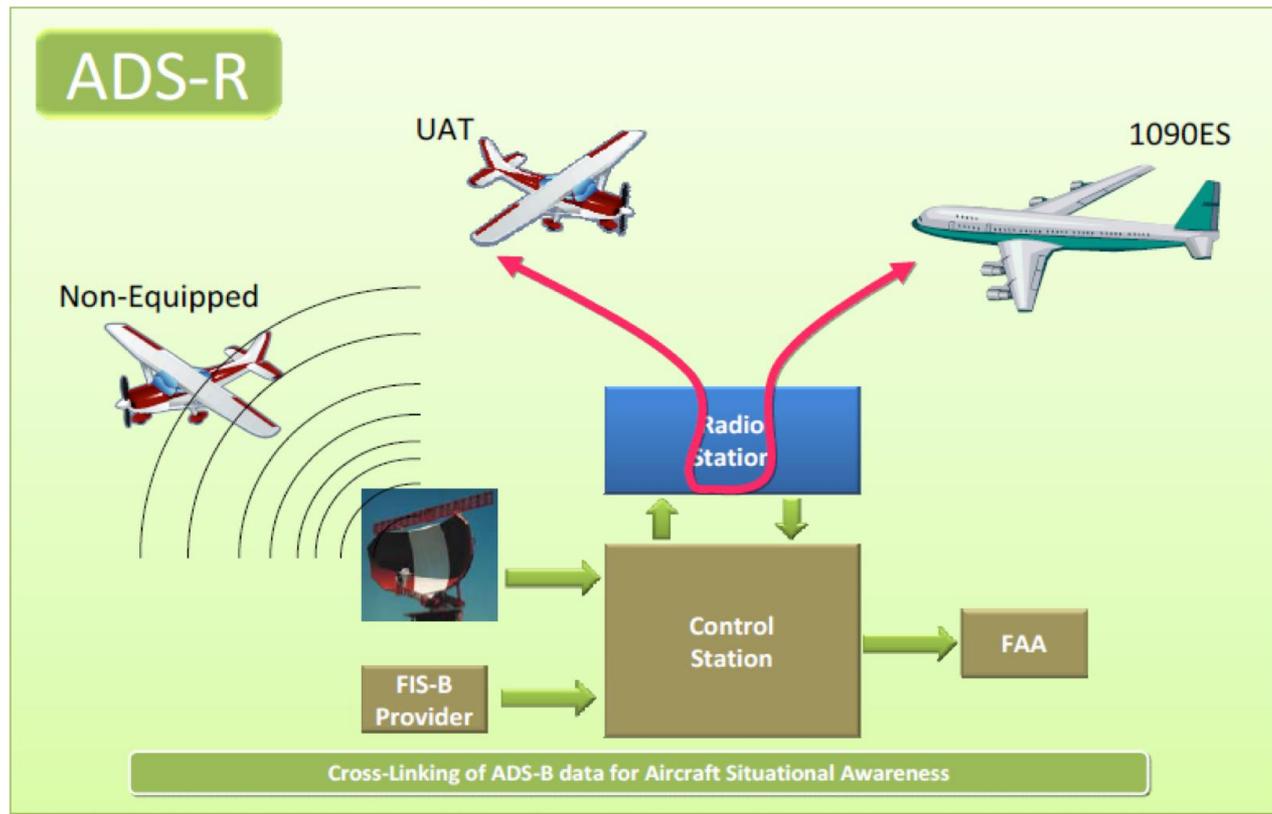


Non équipé ADS-B, l'appareil Participe à l'image trafic communiquée en mode Broadcast 978Mhz ou Sélectif sur 1090 Mz « Hockey Puck »

UAT pour Universal Access Transceiver sur 978 Mhz Broadcast Traffic TIF-B, Météo FIS-B et autres informations à venir ...

TIS-B Redistribution Information Traffic

Service de Rebroadcast



Trois technologies pour Informer des trafics:

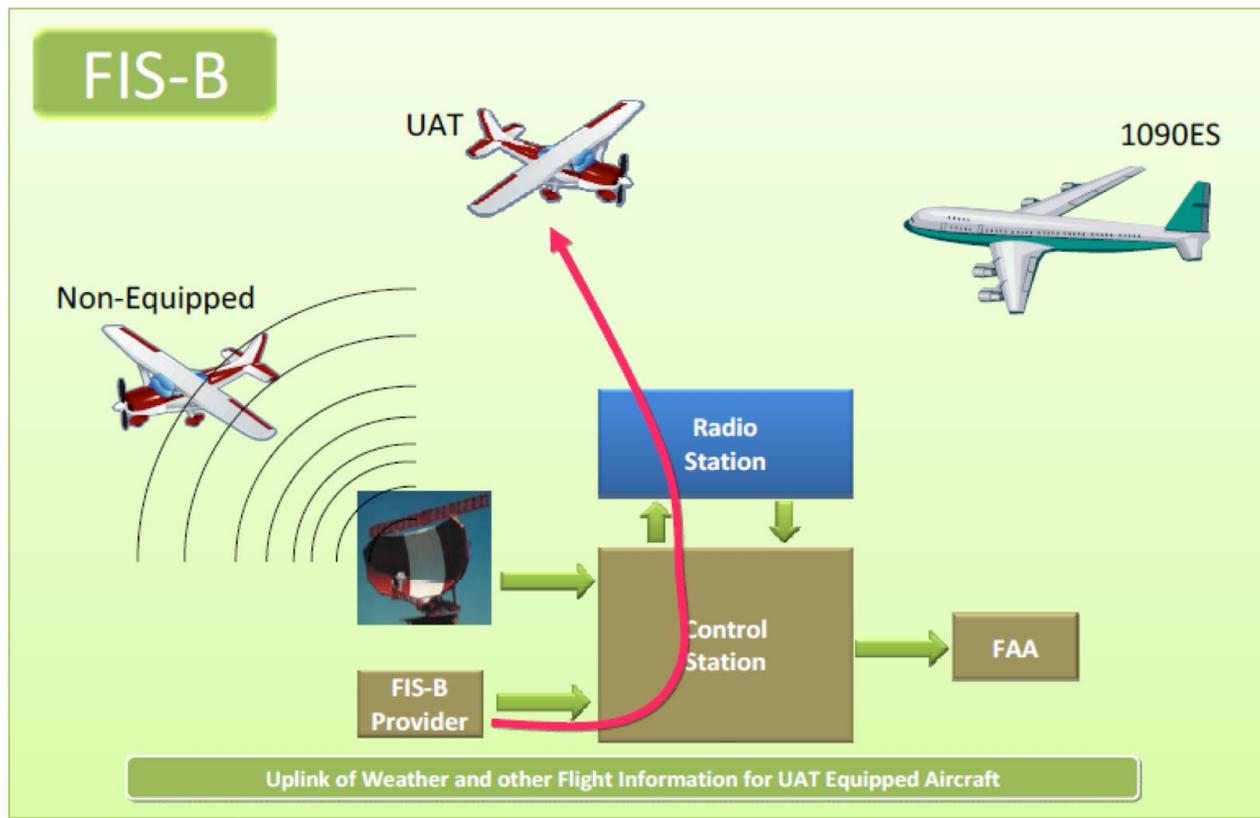
- Radar Secondaire
- UAT 978Mz
- ADS-B 1090ES

La station terrestre accomode ces technologies pour une redistribution globale

UAT pour Universal Access Transceiver sur 978 Mhz Broadcast Traffic TIF-B, Météo FIS-B et autres informations à venir ...

FIS-B Distribution Information Météo

Service de Broadcast

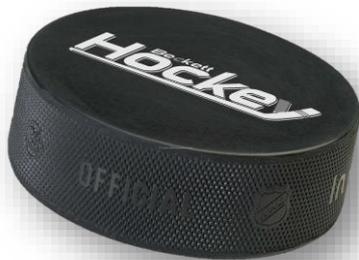
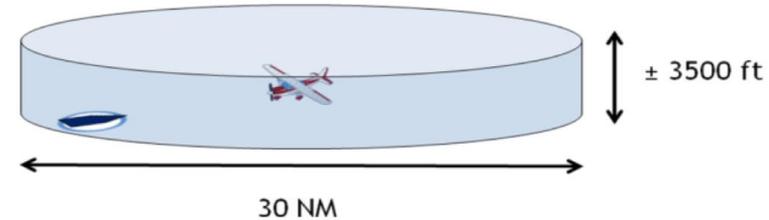


Transmission Météo

- Airmen's Meteorological Information (AIRMET)
- Significant Meteorological Information (SIGMET)
- Convective SIGMET
- METAR
- TAF
- CONUS NEXRAD
- Regional NEXTRAD
- NOTAM
- PIREP
- Special Use Airspace (SUA) Status
- Terminal Aerodrome Forecast Winds & Temperatures Aloft
- TIS-B Service Status

UAT pour Universal Access Transceiver sur 978 Mhz Broadcast Traffic TIF-B, Météo FIS-B et autres informations à venir ...

Construction d'un « Hockey Puck »



La station terrestre compile des informations trafic pour ses « clients » ADS-B dans un volume de 30nm x 3500ft appelé « Hockey Puck ». La politique actuelle de la FAA est de délivrer cette information consolidée qu'aux clients qui jouent le jeu de l'ADS-B OUT, ceci afin d'accélérer la mise en place de l'ADS-B. Actuellement, si vous êtes à proximité de l'appareil qui a émis en ADSB-OUT vous en avez le bénéfice.

ADS-B OUT Broadcast à 0,1Hz et 1Hz sur 1090 Mhz et 978 Mhz (dual band)



Emission Mode Broadcast de la trame DF17 toute les seconde (1 Hz)

- Type d'avion et Aircraft ID
- Son Altitude
- Sa Latitude,
- Sa Longitude
- Sa Vitesse
- ... et plus

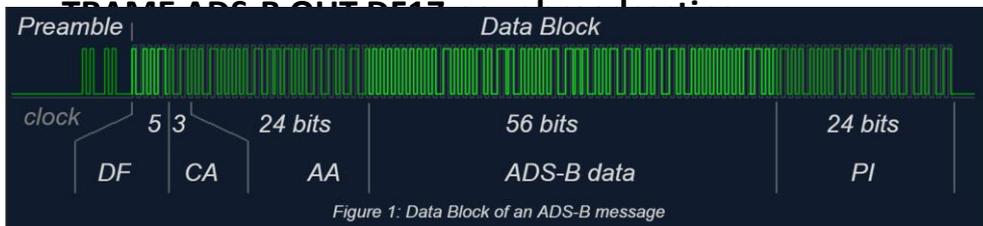


MODE BROADCAST
0,1Hz (10s) et 1Hz (1s)
ADS-B OUT sur 1090 Mz
MSG DF17



978 Mhz
ADSB-IN & OUT

Xpondeur S
Em 1090 Mhz
Ré 1030 Mhz



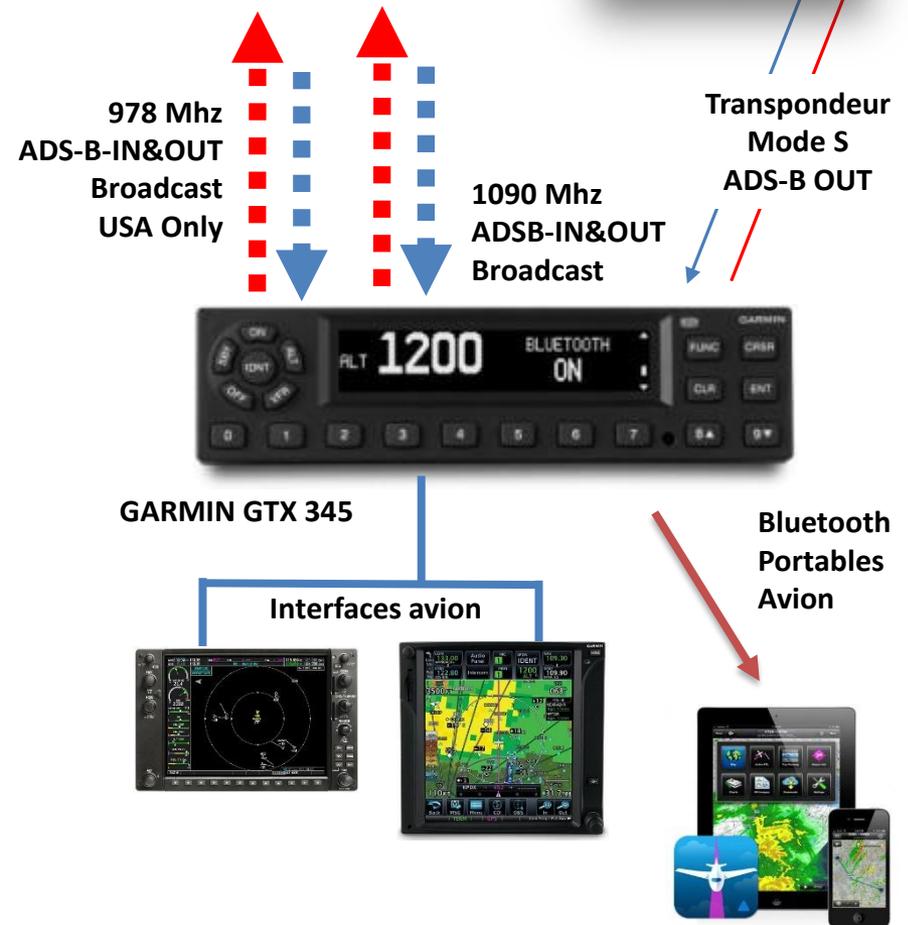
GARMIN GTX 345

TRANSPONDEURS GARMIN (exemple)

ADS-B par enrichissement fonctionnel



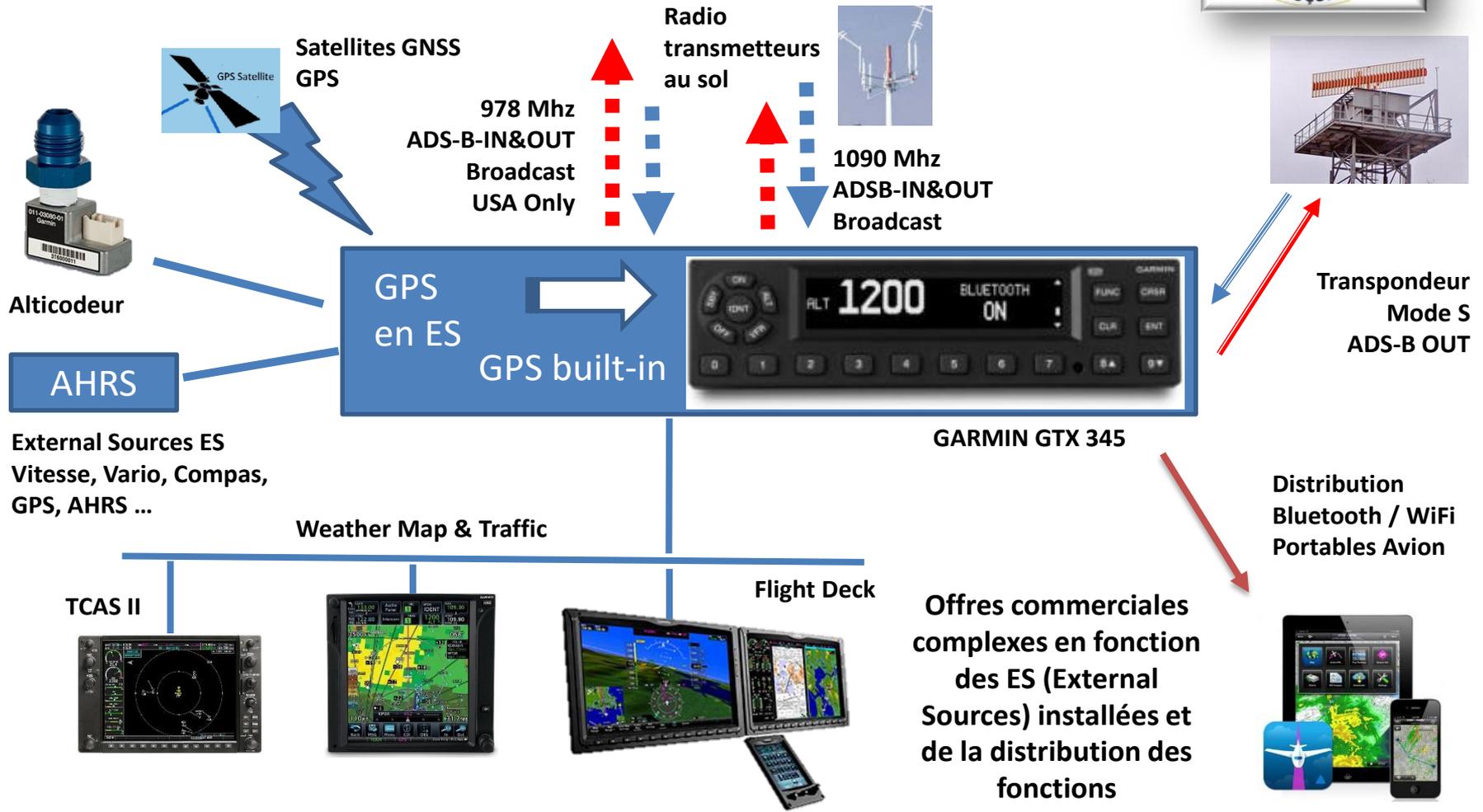
- **GARMIN GTX 327**
 - Transpondeur Mode C
- **GARMIN GTX 328**
 - Transpondeur Mode S celui du HK
- **GARMIN GTX 330 -> 330 ES**
 - Transpondeur Mode S ADSB-OUT Broadcast TAS & TCAS
 - 1090 Mhz Extended Squitter
 - Compatible ADS-B OUT avec Sources GPS Extérieures (ES)
- **GARMIN GTX 335 (ES)**
 - Transpondeur Mode S ADSB-OUT Broadcast TAS & TCAS
 - 1090 Mhz Extended Squitter
 - GPS WAAS Certifié Intégré ou en GPS ES
- **GARMIN GTX 345**
 - Transpondeur 1090ES ADS-B OUT
 - 1090 Mhz & 978 Mhz Récepteurs UAT ADS-B OUT & IN
 - GPS WAAS Certifié Intégré ou en ES
 - Récepteur météo gratuite ADS-B sur 978 MHz (USA seulement), Gyroscope d'assiette et Cap magnétique électronique « AHRS » accessible via Bluetooth sur Garmin Pilot et ForeFlight



ES : pour «External Sources» hors de l'appareil proposé

ADS-B IN OUT ON BOARD

Flight Deck ADS-B Unable

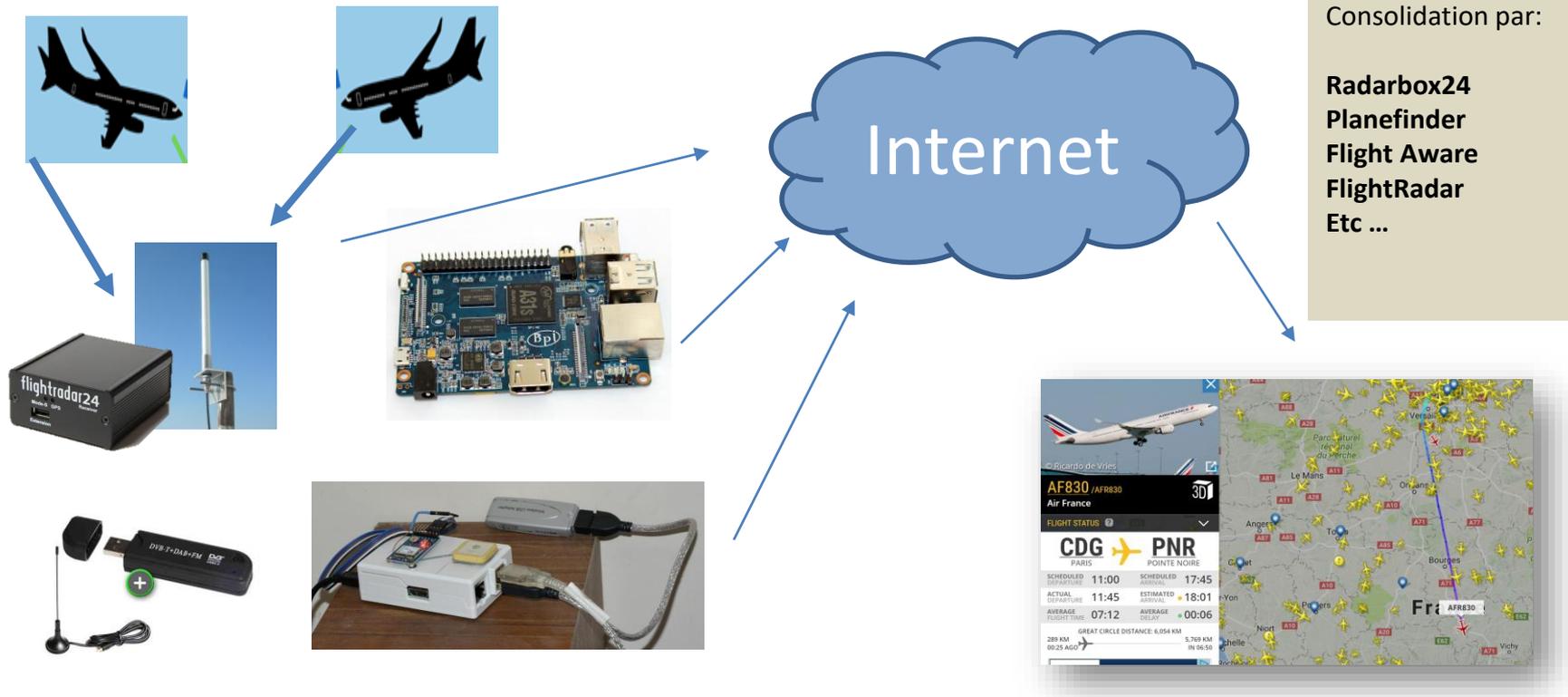


ES pour «External Sources» peuvent pré exister

ADS-B IN sur 1090 Mhz



- Les particuliers peuvent se construire un Récepteur ADS-B IN 1090Mhz et UAT 978Mz et participer ainsi à la communauté Internet de suivi des vols. Certain opérateur l'offre gratuitement pour couvrir des zones particulières.



ADS-B IN 1090 Mhz /978 Mhz

Connexions aux portables embarqués



Solution Garmin GDL 39

- Weather USA Only sur 880 Mhz
- Trafic sur ADS-B "dual-link" en 1090 Mhz et UAT 880 Mhz USA
- GDL 39 3D adds attitude and SVX™ in Garmin Pilot™ and aera 796/795
- Wireless Bluetooth Cinnexion avec iPad, iPhone ou Garmin Aera 796/795
- WAAS GPS Built-in



Solution Stratus 2S

- Weather USA Only sur 880 Mhz
- Trafic sur ADS-B "dual-link" en 1090 Mhz et UAT 880 Mhz USA (Dual band)
- Backup up AHRS
- Flight Data Recorder
- Pressure Altitude Sensor
- Connexion USB
- WAAS GPS Built-in



En résumé pour l' Aviation Générale



- En Aviation Générale ADS - B (USA) est devenu de façon soudaine avec les annonces STRATUS et GARMIN GDL 39 le sujet du moment et un objet de confusion,
- Si l'ADS -B METEO (FIS-B) est assez bien compris, le sujet est plus compliqué en ce qui concerne le trafic (TIS-B), il dépend largement des installations de bord,
- Le TIS-B est lié à des équipements de bord certifiés sur deux fréquences en In et OUT ce qui amènent de nombreuses combinaisons d'équipements:
 - 1090 ES au dessus de 18 000 ft
 - 978 UAT en dessous de 18 000 ft
- Il existe deux moyens de recevoir les informations trafic
 - Air to Air (exemple du GDL 39 double band 1090 et 978) pas de station sol impliquées
 - ADS-B Stations Sol en adition des transmissions METEO sur 978Mhz
- Ceci pourrait être simple mais la FAA veut encourager l'installation d'équipements ADS-B OUT Certifiés sur les appareils et lie les émissions sélective sol 1090 Mhz à l'installation de l'ADS-B OUT



ADS-B "OUT" Appareils voisins sur 1090 Mhz on peut se nourrir des ses information, il reçoit 30nm et 3500ft



GPS



Ipad, iPhone, ...

Bluetooth Connexion

ADS-B "In" FIS-B METEO 978 MHz Universal Access Transceiver (UAT)

TIS-B Traffic sur 1090 Mhz se fait via le Transpondeur si équipé ADS-B OUT

TIS-B et FIS-B METEO 978 MHz Station Sol
Le TIS-B Traffic est redistribué sur 978 MHz





Portables GPS, iPad, iPhone et Tablettes en Navigation VFR

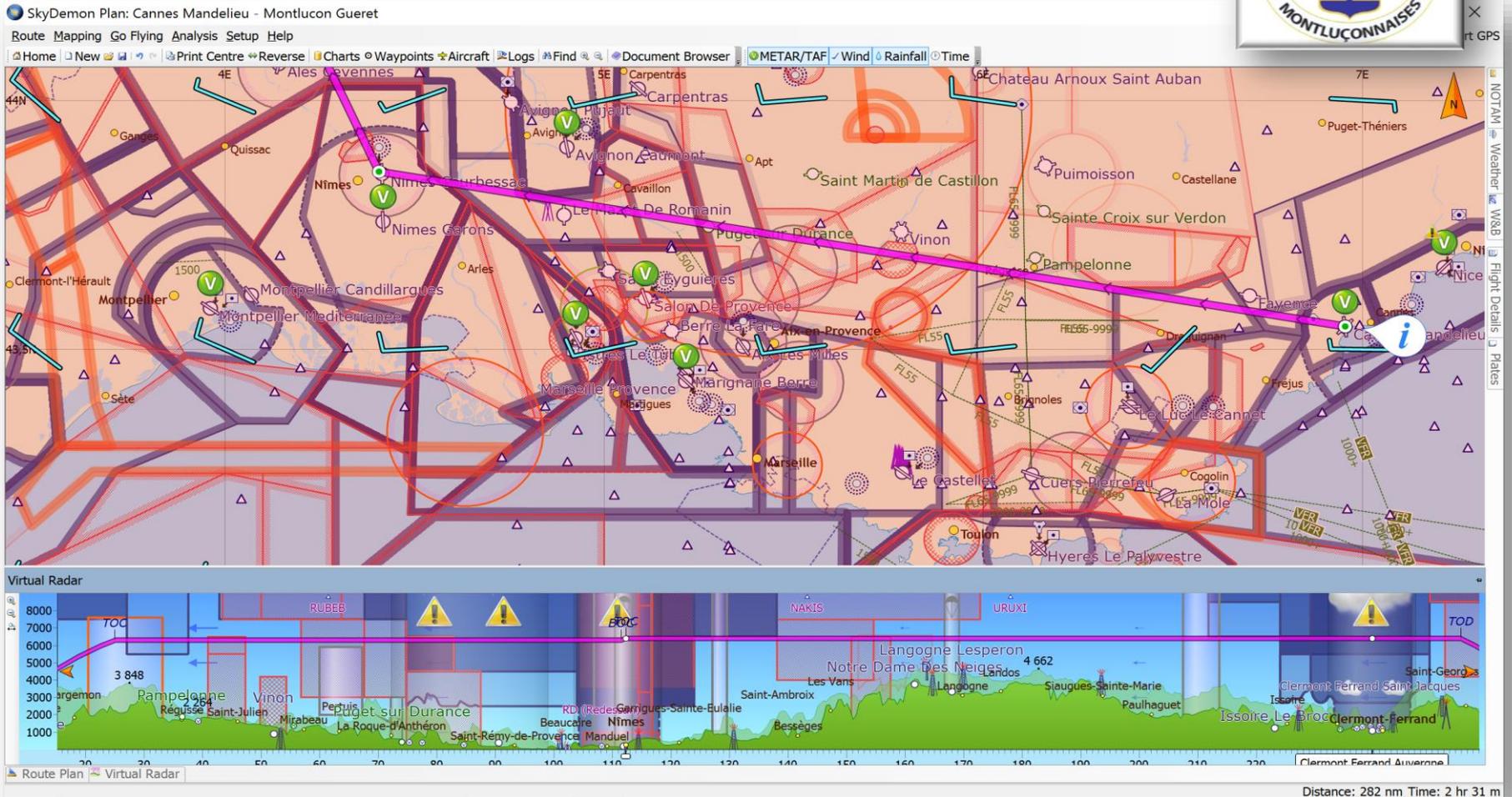


Avant-propos



- Années après années la France devient un territoire couvert de TMA (autant de baronnies) qui ne cessent de se multiplier et de s'étendre. Ceci s'accompagne de la multiplication de zones interdites aux trafics VFR basses altitudes,
- L'accroissement du trafic aérien, la prise de contrôle des SIV demandent des reports précis de positions et d'intentions de vol,
- L'électronique a envahi les cockpits de l'aviation commerciale et maintenant de l'aviation générale offrant une virtualisation des infrastructures terrestres en place. Le GPS est définitivement adopté comme moyen de navigation et de dématérialiser des infrastructures existantes,
- Les infrastructures d'aides NDB, VOR, ILS et plus tard Radars Primaires sont coûteuses à opérer et à maintenir, leur obsolescence est programmée,
- La navigation à vue va rejoindre l'histoire de l'aviation:
 - Elle est imprécise, voir dangereuse,
 - Source d'erreurs permanentes d'identification, de position, de localisation,
 - Elle est devenue incompatible avec les exigences du Contrôle (changements de Routes, de Cap, détournements ...)
 - Elle est un facteur de stress et de fatigue pour les pilotes,
 - Elle utilise des points de reports VFR maintenant noyés dans une urbanisation galopante, ...
- Dématérialisée l'information aéronautique est maintenant diffusée en temps réel via Internet sur PC, Tablette, iPhone, iPad munis de fonctions GPS de qualité et de grande précision,
- Le foisonnement de fonctions et la baisse permanente des prix de l'électronique rendent les GPS, tablettes, incontournables dans la navigation VFR. La réalité augmentée est aux portes des cockpits ...

Avant-propos



Exemple d'un Montluçon – Mandelieu que l'on faisait régulièrement en vol à vue avec le VOR de Montélimar et la ligne électrique de Monaco ou le suivi de la Durance !!

Offres multiples Applications et Hardware



- Foisonnement de l'offre applications en mode natif GPS & Tablettes GPS, en mode application pour iPhone & iPad (Apple), portables Android et Windows: Air Nav Pro, SkyDemon, AirNav, Mach 7, F-Aero, Jeppessen FliteDeck Garmin
- Toutes les évolutions convergent vers les mêmes évolutions fonctionnelles,
- Compatibilité de l'application et de sa maintenance avec l'Operating System du hardware choisi (tablette, portable)
- Foisonnement de l'évolutions des fonctions proposées avec évolutions vers l'information temps réel (Météo, Trafic, ADS-B, alertes) et la réalité augmentée (vision terrain synthétique, lunettes 3D, ...) et ceci jusqu'à saturation de l'utilisateur
- **Acheter un produit populaire et maintenu sur différentes plateformes ... !! Vous allez immanquablement multiplier le nombre des plateformes utilisées ... !!**
- **Prendre soin de regarder les Compatibilités et Connectivités offertes**



Préparation des vols – Plans de vol



• Multiples Fonctions & Outils Pédagogiques

- Vue radar 3D et visualisation des espaces aériens
- Usage du Cloud Computing pour redistribution
- Différents types de cartes
- Accès rapide aux infos VAC et superpositions
- Représentation graphique des NOTAM, METAR, etc ...
- Analyses et Intégration Vents et Météo
- Construction d'une Log de Nav (Plan de Vol)
- Règles dynamiques
- SUP AIP et documents personnels
- Possibilités d'impressions multiples
- **Plan de Vol Complet, Bilan Essence et Charges**

• Connexions Wifi & Réseau pour mise à jour avant vol

- Météo, NOTAM, AZBAZ,
- Log de Nav ajustées dynamiquement
- Bilan Essence ajusté
- Ajustement dynamique dernière minute du Plan de Vol et des Informations des Vol par connexion réseau

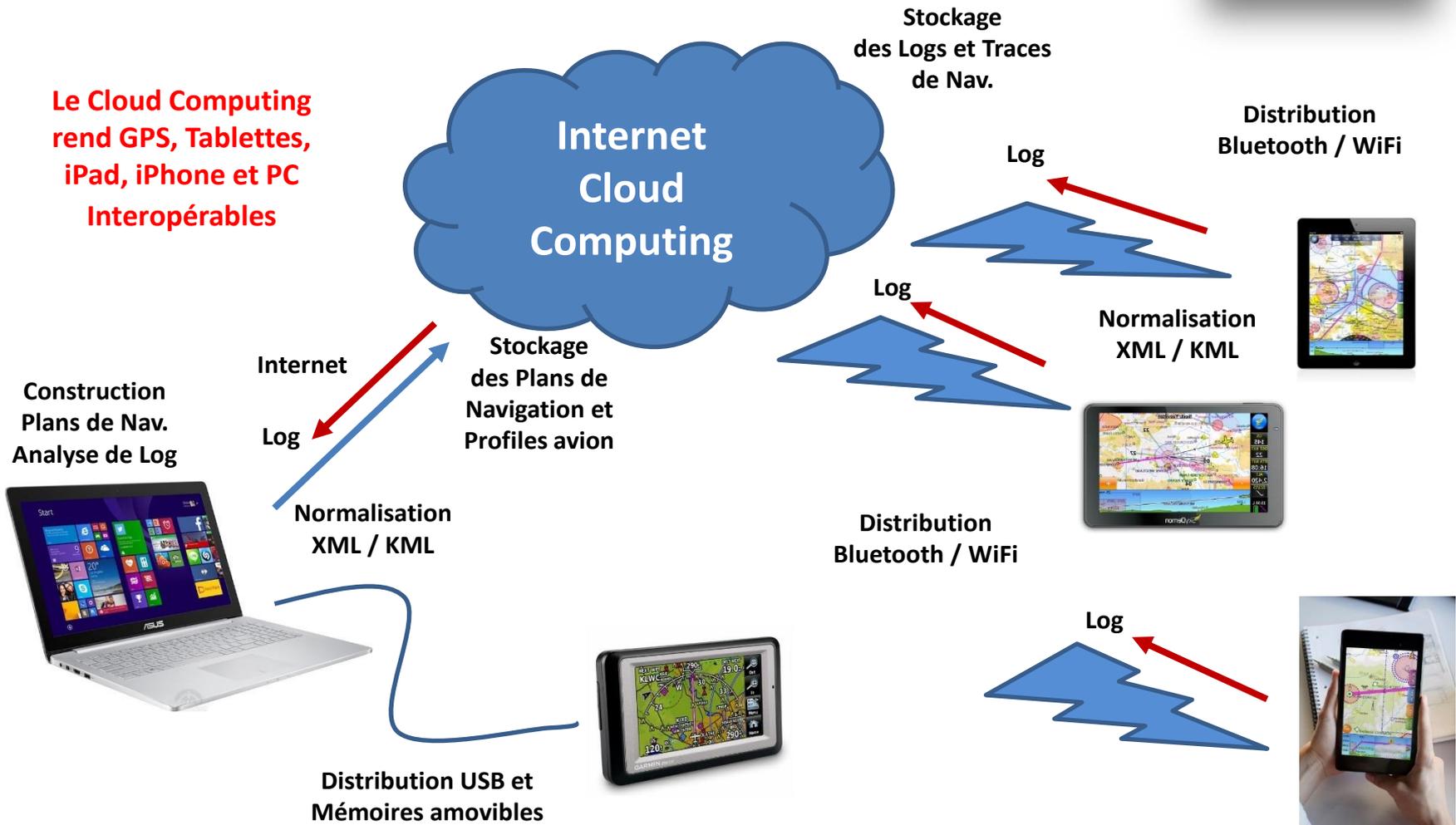
- **Attention aux paramètres et aux options retenues du Mode Plan de Vol. Ils peuvent éliminer des informations essentielles.**



Différents styles de Cartes



Distribution des Plans de vol via Cloud Computing (normes XML/KLM)



Execution des Vols (mode GPS)



- **multiples Fonctions la tablette superpose le signal Satellite GPS au Plan de vol**

- Toutes les fonctions d'un GPS, Visualisation position de l'avion, Paramètres du Vol (vitesse, altitude, ÉTÉ, ...)
- Orientation au choix Carte Nord, Route, ...
- Possibilité de modifier le Plan de Vol DTK élastique
- Moving Map, Zoom immédiat
- Visualisation Trace Vecteur Sol
- Matérialisation Vents et Dérives par Ground Speed
- Logging Global du Vol (Trace, temps, altitude, ...)
- ADS-B trafic (si ADS – B)
- Alertes TMA, Obstacles, Terrain , tec ...



- **Connexions Wifi & Réseau pour mise à jour avant vol ... et maintenant en vol (Garmin)**

- Météo, NOTAM, AZBAZ,
- Log de Nav, Bilan Essence
- Ajustement dynamique dernière minute du Plan de Vol et des Informations des Vol

- **Attention aux paramétrages et aux options retenues en Mode GPS. Ils peuvent masquer ou éliminer des informations essentielles.**

- **Attention à l'échauffement de l'appareil par rayonnement solaire**



Rappel sur le mode GPS



- Les GPS, iPad, iPhone, tablettes sont tous munis de puce GPS très performantes en réception et précision.

Ils fonctionnent ainsi parfaitement sous les cockpits plexiglass de nos avions.

- Deux modes de fonctionnement en GPS

- Mode Direct simple avec réception satellites GPS
- Mode Wifi ou Bluetooth avec relais avec Pod Garmin, Stratus, etc qui conjuguent une réception satellite GPS, GPS WAAS, radio double bande 1090 /978 et aussi maintenant un HARS de positionnement de l'avion pour satisfaire les visions de réalité augmentée ...
- Les dernières annonces Garmin embarque les réceptions double band dans les GPS Portable rendant ainsi la distribution des fonctions plus complexes à appréhender

- Wifi et Connexions réseau avant vol

- Différentes connexions réseaux Internet sont disponibles avant vol, USB, Wifi, Radio, réseau 3G et permettent des mise à jour METEO, Vents, NOTAM, AZBAZ, etc ..., avant le vol au club

Attention à l'obsolescence des informations contenues. Elles sont celles de la dernière connexion à Internet !!

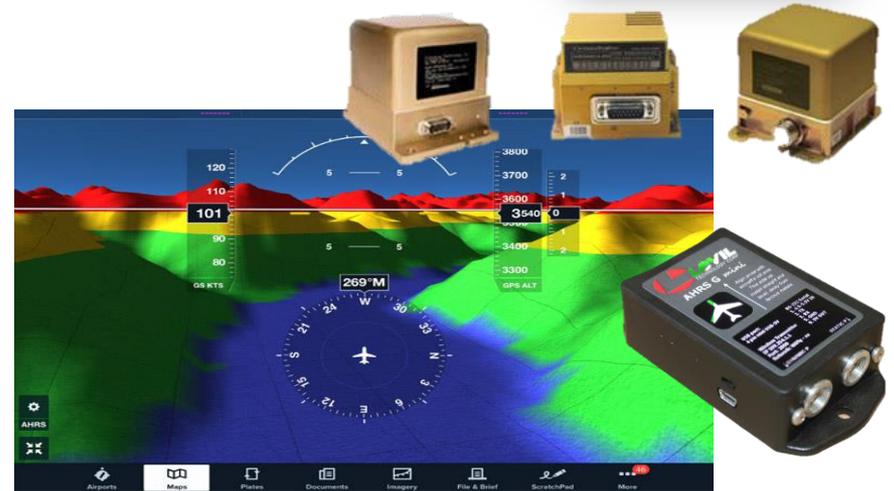


AHRS

Attitude and Heading Reference System



- Source d'information électronique sur les Positions de l'Avion
 - Source 3 axes
 - Tangage
 - Roulis
 - Piqué/Cabré
 - Accélérations
 - Cap magnétique électronique
 - Peut intégrer une Puce GPS
 - Remplace le traditionnel Gyro en communiquant son information à l'ensemble des composants abonnés d'un Cockpit , ceci inclue les tablettes Source de toutes les Visions Synthétique



GDL Model	ADS-B Traffic	ADS-B Weather	AHRS Attitude	WAAS GPS	Connection Type
GDL 39	✓	✓	X*	✓	Bluetooth
GDL 39 3D	✓	✓	✓	✓	Bluetooth
GDL 39R	✓	✓	X*	X*	Bluetooth



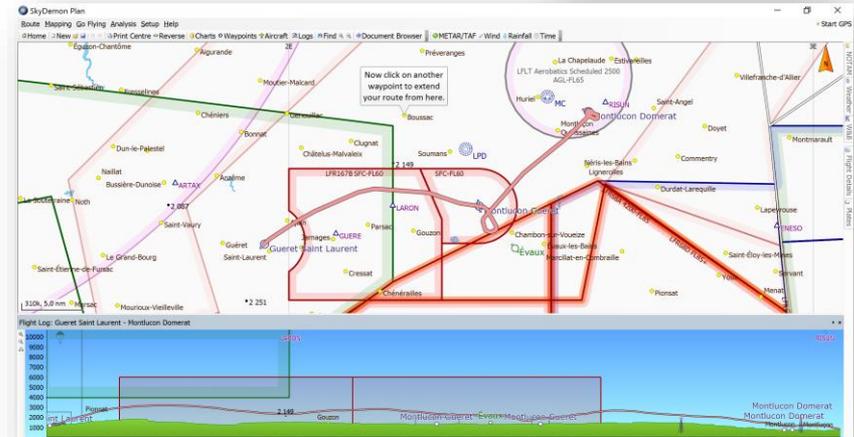
Analyses des Vols (Log)



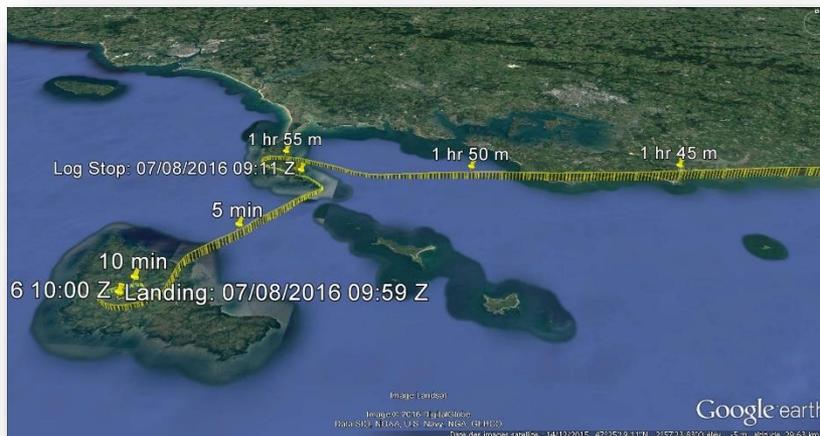
• Multiples Fonctions de Log

- Visualisation des vols par affichage des traces sur les cartes des vols avec possibilités de « mapping » Satellites (Google Earth),
- Utilisation du Cloud Computing pour toutes les sauvegardes et les redistribution Log (archivage),
- Sauvegarde d'un historique complet des vols (position, Altitude, Vitesse, temps ...), audit
- Possibilités de fusion des Logs pour couvrir des vols de multiples segments

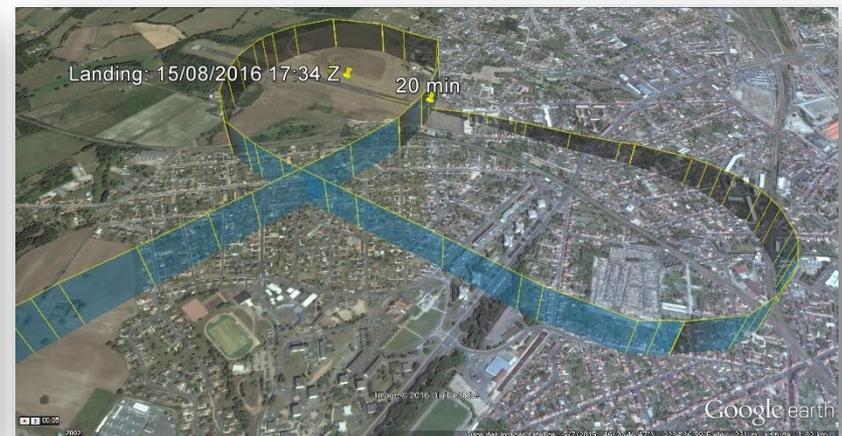
Retour Express LFLT



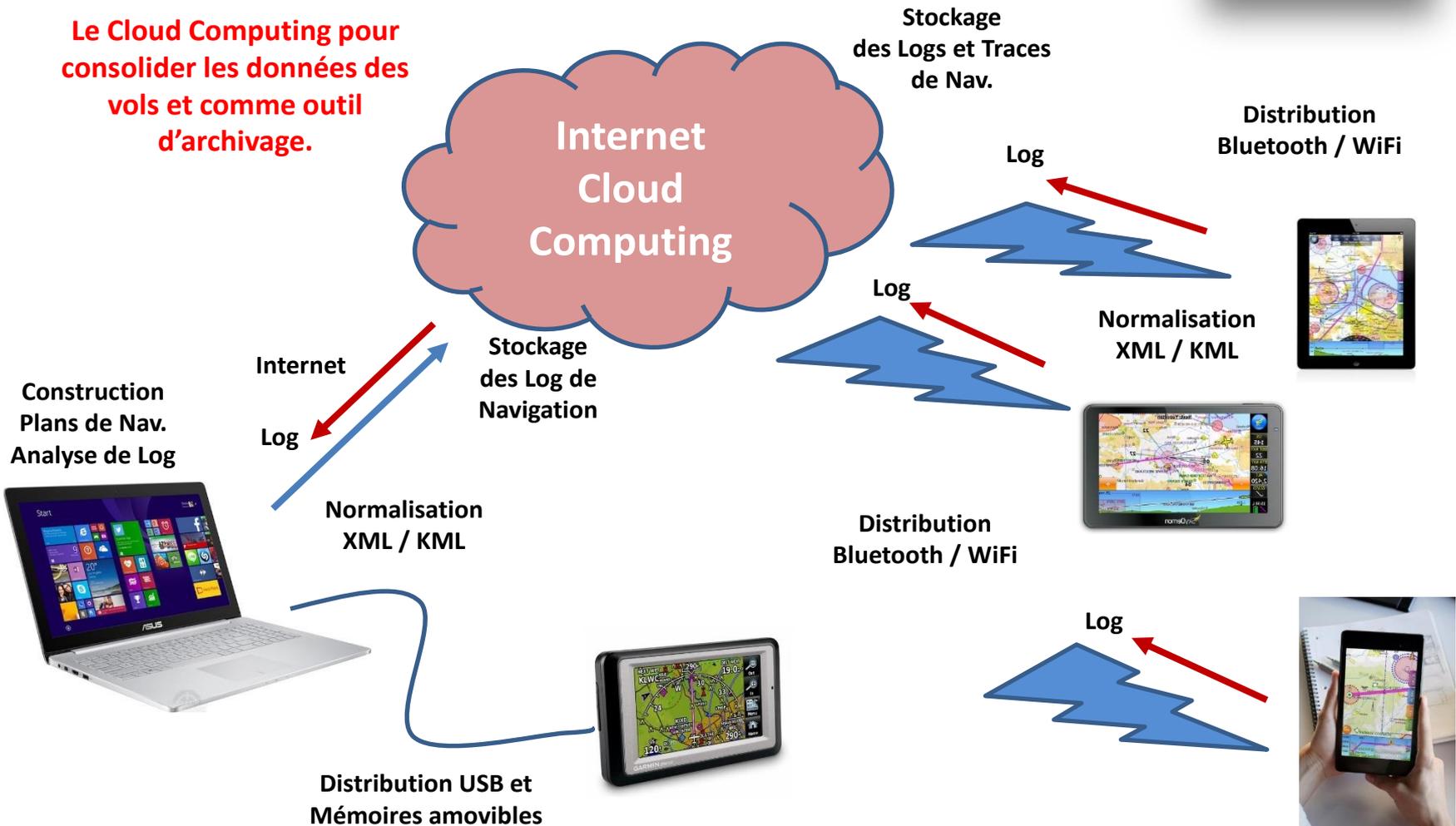
Quiberon Belle Ile par les meilleurs d'entre nous



Fast landing at LFLT



Archivages des Vols sur Cloud Computing



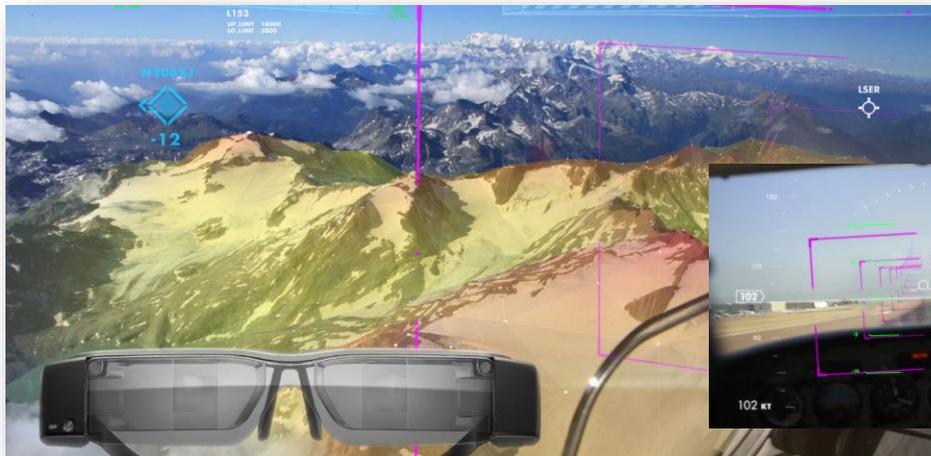
Un future très proche



- **Matériels, ergonomie, prix, le tout électronique, virtualisation terrain et des infrastructures sol,**
- **Intégrations d'informations temps réel en vol**
 - Trafic, TCAS via ADS – B, anti collisions,
 - Intégration récepteur radio Dual Band Météo et Trafic, réceptions radio
- **Interopérabilité de l'instrumentation cockpit**
 - Wifi et Bluetooth, standards, interfaces
 - Redondance, fiabilité
- **Réalité augmentée (Augmented reality)**
 - Paramètres de Vol via AHRS
 - Terrain 3D avec matérialisation des Volumes TMA et Informations de Vol, virtualisation trafics



Garmin 795



En savoir plus



- Internet bien sûr mais aussi les nombreux articles de revues Aviation Générale
- www.aero-hesbaye.be
 - Un excellent site pour nous VFR & Club
- <http://www.garmin.com/us/intheair/ads-b>
 - L'Academy Garmin (en Anglais)
- www.faa.gov/nextgen/
 - Le site de la FAA présente NextGen (en Anglais)





Vendredi 30 Septembre
de 18h30 à 20h30

Les nouvelles technologies de Navigation VFR

- Naviguer Mode S sur le HK
- Mode S et évolutions ADS-B
- Naviguer GPS, Tablettes, iPad, iPhone

