

Automatic dependent surveillance explained

L'objet de cette note est d'expliquer le fonctionnement de l'ADS. Une autre note pourra être dédiée à l'analyse détaillée des échanges de données et au calendrier de déploiement des infrastructures au sol nécessaires, tant aux Etats-Unis qu'en France et en Europe.

L'auteur s'est inspiré de cette publication: [ADS-B Out Explained by Textron](#)

Pour aller plus loin :

[The 1090 Megahertz Riddle : A Guide to Decoding Mode S and ADS-B Signal by Junzi Sun](#)

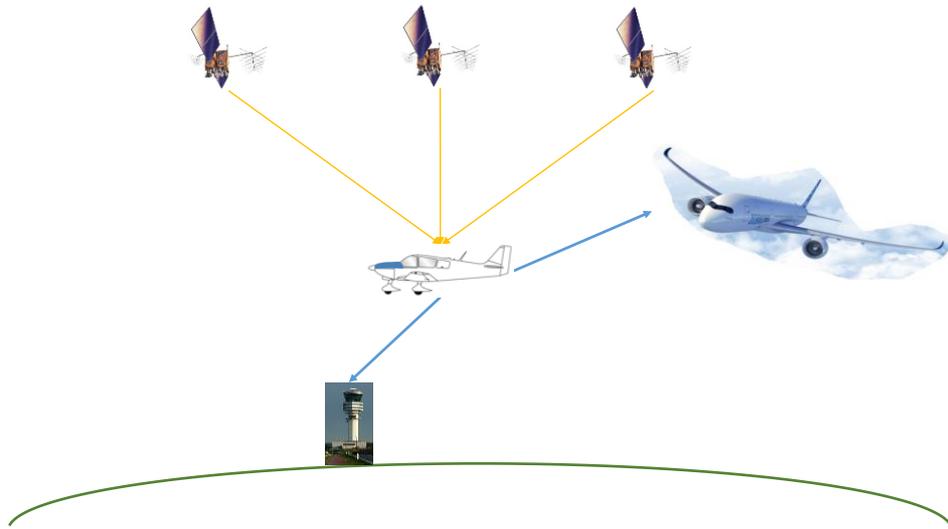
Définition

Automatic Dependent Surveillance : c'est un service d'échange d'informations entre les aéronefs et avec le sol permettant à un aéronef en vol de diffuser des données relatives à sa trajectoire aux autres aéronefs et aux systèmes automatisés de gestion du trafic aérien¹ à des fins de surveillance et de fourniture des services de la circulation aérienne et également d'en recevoir de leur part à des fins de visualisation de la présence et de la trajectoire d'aéronefs dans son voisinage, de conduite du vol et d'évitement des collisions.

« Automatic » : signifie qu'aucune intervention du pilote n'est requise pour élaborer, transmettre, recevoir et traiter ces données. A la différence du SSR, il n'y a pas de code squawk à entrer sur le transpondeur.

« Dependent » : signifie que l'aéronef détermine sa trajectoire au moyen d'un système de positionnement disponible.

A minima les données relatives à la trajectoire de l'aéronef incluent sa position géographique, son altitude, sa route et sa vitesse actuelles.



Types de service ADS

Il en existe deux : l'ADS-A/ADS-C et l'ADS-B.

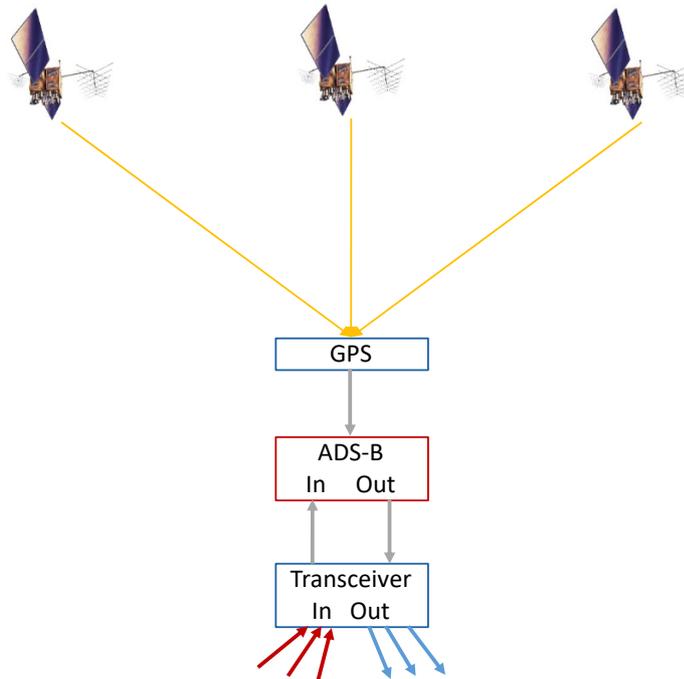
L'ADS-A pour « Addressed » ou l'ADS-C pour « Contracted » sont des services de même nature : une liaison de données spécifique est établie entre l'aéronef en vol et une station sol (le protocole de communication utilisé est l'ACARS : Aircraft Communication Addressing and Reporting System). Pour les zones où la continuité de la liaison de données ne peut pas être garantie, un contrat est passé entre la station sol de la FIR et l'aéronef en vol pour que ce dernier lui transmette périodiquement sa position.

L'ADS-B pour « Broadcast » est un service de diffusion des trajectoires des aéronefs et de diverses autres informations principalement déployé au bénéfice de l'aviation générale.

Le service ADS-B se subdivise en deux :

1. le service ADS-B-out : l'aéronef en vol élabore les données relatives à sa trajectoire, les insère dans des registres dédiés l'ADS-B-out et les diffuse via une liaison de données et un canal de transmission.
2. le service ADS-B-in : l'aéronef en vol et le sol reçoivent les trames du service ADS-out, en extraient les données et les traitent.

¹ ATMas : Air Traffic Management [automation system]



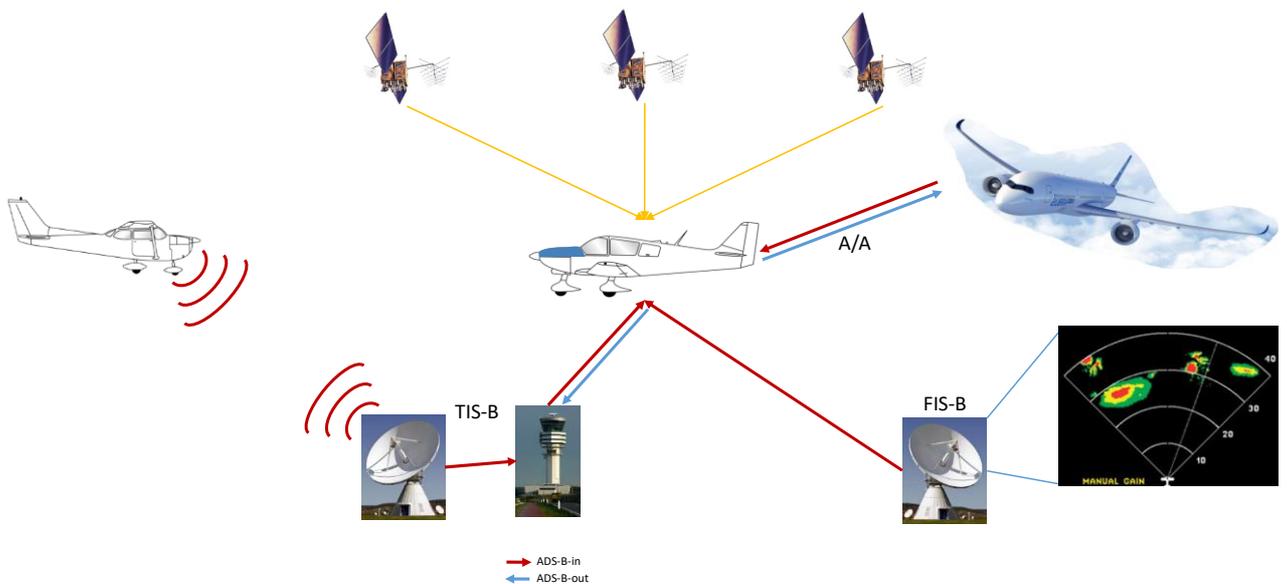
ADS depends on a GPS and a transceiver

Les services ADS-B impliquent de disposer d'un accès fiable et continu à :

- un système de positionnement par satellites ;
- des canaux de transmission supportant les liaisons de données, par exemple la voie descendante 1090 MHz d'un transpondeur pour le service ADS-B-out.

L'ADS-B-in permet un accès direct :

- à l'information de trafic des aéronefs présents dans le voisinage ;
- au FIS-B, flight information service « broadcast », qui diffuse depuis le sol des messages d'observation et de prévision météorologiques (OPMETS) et de l'imagerie radar et satellitaire ;
- au TIS-B, trafic information service « broadcast », qui diffuse depuis le sol les informations de trafic élaborées par l'ATMAs.



ADS-B in and out services

Déploiement

Les services ADS-A/ADS-C sont généralement déployés dans les zones océaniques en l'absence de couverture radar et concernent les vols commerciaux.

Le service ADS-B peut diffuser d'autres données : position, altitude, cap, vitesse et identification sont la base, à laquelle on peut ajouter les intentions (prochains points de reports par exemple).

Si déployé partout il pourrait remplacer les radars mais la couverture radar est plus robuste et indépendante des équipements à bord des aéronefs.

Les services FIS & TIS – B ne sont déployés qu'aux États unis.

Aux Etats-Unis :

USA : Jan 1st 2020 ADS-B obligatoire dans tous les espaces où le transpondeur est obligatoire.

<https://www.aopa.org/go-fly/aircraft-and-ownership/ads-b>

<https://www.aopa.org/go-fly/aircraft-and-ownership/ads-b/where-is-ads-b-out-required>

Fleet	Compliance Level (as of June 30, 2019)	Change (from prior month)
Mainline	85%	+247
Regional	78%	+95
Turbojet & Turboprop GA	65%	+422
Single & Multi-Engine Piston GA	42%	+1,807
Rotorcraft	47%	+122
U.S. Department of Defense	Various Levels	--
Government Fleet	63%	+59
International	62%	+483

Source: FAA ADS-B Equip 2020 Working Group

En Europe

La Commission Regulation (EU) No 1207/2011, du 22 Novembre 2011 définit les exigences pour les performances et l'interopérabilité des équipements de surveillance pour le « Single European sky ».

A partir du 07 Juin 2020, tous les appareils dont la masse maximum au décollage (MTOW) est supérieure à 5,7 tonnes ou ayant une vitesse de croisière maximum supérieure à 250 kts devront être équipés de l'ADS-B pour pouvoir être opérés dans l'Espace Aérien Européen.

https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/EASA_STC_NEWS_JUNE_2018.pdf

<https://ads-b-europe.eu/>

La date butée pour équiper les aéronefs de l'aviation générale n'est pas encore définie et le planning de déploiement des TIS-B et FIS-B n'est pas connu.

Choix pour l'ADS-B

Choix pour le positionnement

Le positionnement par satellites est désigné GNSS pour Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites ou Global Navigation Satellites System en anglais.

Un GNSS est un ensemble de composants reposant sur une constellation de satellites permettant de fournir à un utilisateur par l'intermédiaire d'un récepteur sa position horizontale et verticale, sa vitesse et l'heure. Divers systèmes de positionnement par satellites ont été développés au cours du temps, chacun ayant des avantages et des inconvénients :

- United States : Global Positioning System (GPS)
- Russia : Global Navigation Satellite System (GLONASS)
- China : BeiDou Navigation Satellite System (BDS)
- European Union : Galileo

Le positionnement via ces systèmes peut être amélioré au moyen de deux grandes méthodes : l'utilisation d'autres satellites ou d'un réseau de points de repère au sol connus :

- Satellite Based Augmentation Systems (SBAS), par exemple :
 - o au Japon, avec le Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) et le Multi-Functional Satellite Augmentation System (MSAS);
 - o aux Etats Unis, le Wide Area Augmentation System (WAAS) ;
 - o en Europe, le Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) ;
- Ground based augmentation is provided by systems like the Local Area Augmentation System (LAAS).

Le but de cette note n'est pas de faire une comparaison exhaustive des méthodes de calcul du positionnement.

Dans le cas de l'ADS-B-out il faut avoir une source certifiée GNSS de calcul de la position :

- soit en entrée de l'équipement implémentant la fonction ADS-B-out ;
- soit incluse dans l'équipement implémentant la ADS-B out.

Choix pour la transmission

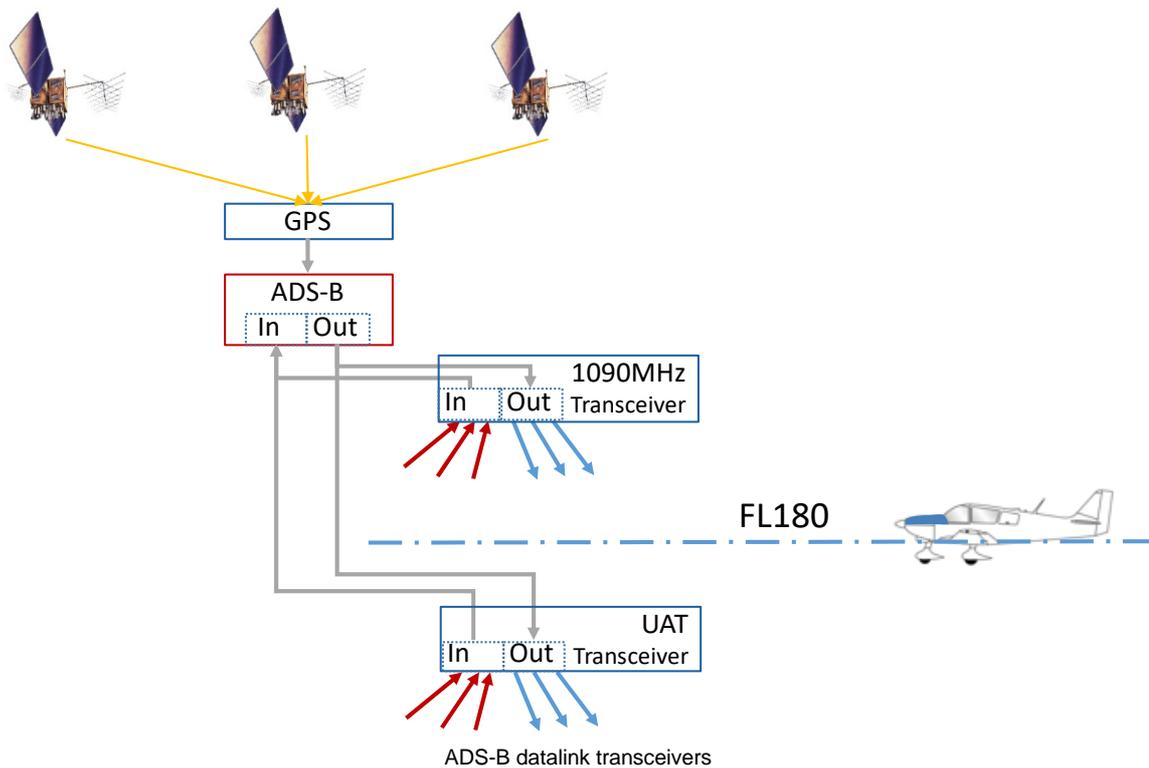
Il existe trois technologies pour assurer le Service ADS-B :

- le 1090ES (1090 MHz Extended Squitter)
- l'UAT (Universal Access Tranceiver, qui travaille sur 1090 MHz, 978 MHz et en VHF)
- la VDL mode 4 (VHF Data Link Mode 4)

Le 1090ES est supporté par les transpondeurs Mode-S.

Le VDL mode 4 est plutôt destiné aux zones isolées non couvertes et donc favorable à l'utilisation de l'ADS-A/C.

Le choix de la gamme de fréquence se fait aux USA en fonction du niveau de vol : si le niveau de vol est inférieur au FL180 on utilisera l'UAT, s'il est supérieur au FL180 on utilisera le 1090ES.



Comparaison des services avec le TCAS et PCAS

Le **TCAS** (Traffic Alert and Collision Avoidance System) est un système d'alerte de trafic et d'évitement de collision, conforme à la norme ACAS (Airborne alert and Collision Avoidance System). Le TCAS est une fonction avion destinée à éviter les collisions en vol entre aéronefs.

Le TCAS est coopératif : il interroge les **transpondeurs** en voie montante (fréquence 1030 MHz) des aéronefs proches. Le transpondeur interrogé répond au TCAS interrogateur en voie descendante (fréquence 1090 MHz) et si l'aéronef portant ce transpondeur est lui-même équipé d'un TCAS (TCAS II et au-dessus) un dialogue s'établira si nécessaire entre les deux TCAS afin de coordonner les actions de résolution proposées aux pilotes dans les consignes d'évitement en cas de risque de collision imminente.

Le TCAS interroge toutes les secondes environ tous les aéronefs équipés d'un transpondeur Mode A, C ou S en fonctionnement et à sa portée radioélectrique (cercle de 30 NM de rayon).

Les alertes sur les aéronefs détectés sont appelées TA (Traffic Advisory) et les consignes d'évitement sont appelées RA (Resolution Advisory) ou résolution de trafic.

Le TCAS de base génère uniquement des alertes de proximité, le TCAS II génère ces mêmes alertes et des consignes d'évitement dans le plan vertical, le TCAS III génère ces mêmes alertes et des consignes d'évitement dans le plan horizontal, TCAS IV utilise la position des aéronefs en conflit pour indiquer un cap à suivre pour résoudre le conflit. Le TCAS IV a été abandonné suite au développement de l'ADS-B.

PCAS (Portable Collision Avoidance System) est un système portable d'évitement de collision, qui ne fait qu'écouter les transpondeurs des autres aéronefs sans émettre et signaler au pilote qu'un trafic est à proximité et l'aider à rechercher et obtenir son contact visuel.

Autres services TAWS, GPWS, EGPWS

Le TAWS (Terrain Awareness and Warning System) est un système dont la fonction est d'éviter à un aéronef de percuter le sol, l'eau ou un obstacle tout en étant encore sous le contrôle de son pilote. Dans ce cas on classe un tel accident comme un accident de type CFIT (Controlled Flight Into Terrain). Ce terme a été inventé par les ingénieurs de Boeing dans les années 70 pour comptabiliser les accidents mortels de ce type et les distinguer des accidents où l'aéronef est passé hors de son domaine de vol (perte de contrôle).

TAWS agglomère maintenant les anciennes dénominations : GPWS et EGPWS.