

	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE	 
	CISOA-Commission Interne pour la Sécurité des Opérations Aériennes	
09/2012	Conseil Sécurité du mois	Page 1/6

Rédacteurs : Louis Patrice Bugeat/Jacques Loury

Navigation VFR avec le GPS : partir sur des bonnes bases !

Objet

L'élaboration de l'information délivrée par un récepteur GPS est fondée sur des calculs mettant en jeu des données extraites des signaux reçus des satellites et de diverses données stockées dans des mémoires numériques, notamment les données « source » ou *data bases*.

Selon la configuration du récepteur, les fonctions activées et les modes de présentation choisis, la qualité de l'information délivrée est directement liée à l'exactitude et à la validité de ces données !

Les *data bases* des récepteurs de navigation GPS équipant les avions de l'aéroclub ne sont pas régulièrement mises à jour, à l'exception du TB20 –QB !

Ce conseil attire l'attention des commandants de bord sur les limitations et précautions d'emploi d'un récepteur de navigation GPS ainsi que sur l'impact des erreurs latentes et de *data bases* périmées sur l'information délivrée.

Document de référence : [AIC A 08/10 FRANCE PUB 03 JUN : UTILISATION du GPS en VFR](#)

Facteurs humains

A l'instar des autres systèmes et équipements de radionavigation, l'emploi d'un récepteur GPS implique de maîtriser les fonctions activées, de connaître les références utilisées et la signification exacte de l'information présentée et de savoir l'interpréter.

Parce que cet emploi est relativement aisé, le pilote pense que tout ce qui s'affiche à l'écran représente la stricte réalité alors qu'il peut y avoir des écarts !

Un emploi fréquent favorise la mise en place progressive « de modes opératoires ou d'automatismes » qui le rendent de plus en plus efficace.

Cette efficacité accrue peut toutefois donner le sentiment d'une plus grande sécurité voire l'illusion d'un moindre besoin de préparation de la navigation, en particulier dans la détermination des éléments nécessaires pour la conduire tels que repères au sol, caps, altitudes de sécurité, temps de vol, bilan carburant, etc. ainsi que dans le recueil et la consultation préalable de l'information aéronautique la plus récente et l'emport de documents.

Le GPS (Global Positioning System) : l'outil d'aide à la navigation dont on a tous rêvé !

L'observation de la hauteur sur l'horizon et de l'azimut du soleil ou des constellations à l'aide d'un sextant et de leurs éphémérides est une pratique ancestrale de positionnement, connue de tout navigateur au long cours.

Les marins furent les premiers à y ajouter les satellites artificiels et à utiliser leur signal pour recalculer avec précision les horloges du bord et vérifier leur route.

La mise en service opérationnel du GPS fut une véritable révolution dans les domaines de la localisation des mobiles et de la datation.

Les caractéristiques des signaux émis ont permis de concevoir de multiples applications et de développer des récepteurs compacts (grâce à la miniaturisation des composants électroniques) capables d'établir leur position dans l'espace à un instant daté et cela avec une très grande précision.

Conseil Sécurité 09/2012	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE - CISOA	Page 2/6
	Navigation VFR avec le GPS : partir sur des bonnes bases !	

Introduction

Un récepteur de navigation *GPS* utilise ses positions successives et leurs dates pour élaborer l'information de navigation dont les principaux éléments sont :

- ✓ les coordonnées géographiques (longitude et latitude) ;
- ✓ l'altitude par rapport au géoïde de référence (altitude « *GPS* ») ;
- ✓ l'angle de la route suivie ;
- ✓ l'angle de la route à suivre vers un point ;
- ✓ l'écart entre la route désirée et la route suivie ;
- ✓ la distance entre la position actuelle et la position de ce point
- ✓ le temps estimé pour parcourir cette distance ;
- ✓ la vitesse sur la route suivie ;
- ✓ des messages de proximité, accompagnés le cas échéant d'alarmes sonores ;
- ✓ des messages sur l'intégrité de la constellation et l'état des satellites (fonction *RAIM*¹).

En addition à cette information de navigation, les récepteurs dédiés à l'aviation délivrent de l'information aéronautique² relative à la topographie du territoire survolé et la présence d'obstacles artificiels, aux aérodromes, aux moyens radioélectriques et systèmes d'aide à la navigation et à l'atterrissage, aux services de communication et de contrôle de la circulation dans l'espace aérien, le tout pouvant être présenté sur un fond de carte se déroulant au fil du trajet, offrant selon le modèle d'équipement plus ou moins de détails cartographiques.

Parmi ces divers éléments d'information aéronautique, certains constituent des références³ utiles au récepteur pour élaborer et délivrer l'information de navigation.

Données stockées dans le récepteur

Les données sont stockées sous forme numérique dans diverses mémoires internes à l'équipement et sont spécifiques au domaine d'application du système de positionnement par satellites et à l'emploi de l'équipement.

Les domaines d'application les plus connus sont la navigation aérienne, la navigation maritime, la circulation routière, la randonnée, etc.

- Données spécifiques à la navigation aérienne (données « source » ou *data bases*) :

Groupe 1 :

- a. coordonnées géographiques des Aérodrômes, des INTersections, des *navaids* (*VOR-DME, NDB, ILS*), du contour des espaces aériens et des zones réglementées, avec leurs éléments d'identification (indicateur d'emplacement / ident OACI, nom, situation, pays) ;
- b. caractéristiques diverses : altitude/*WGS*, *GUND*, *QFU*'s, n° et longueur des pistes, *AVT*, fréquences *ATC*, *MSA*, fréquence *navaid*, etc. ;

Groupe 2 : données numériques de terrain et d'obstacles artificiels⁴.

- Données spécifiques à l'emploi du récepteur (données « utilisateur ») :

Groupe 3 : paramètres de configuration (unités, organisation des affichages, valeur de la déclinaison magnétique à utiliser en mode manuel de prise en compte, etc.) ;

Groupe 4 : coordonnées et éléments d'identification des « *user waypoints* ».

¹ Receiver Autonomous Integrity Monitoring

² Présente dans les AIP et sur les cartes

³ Coordonnées géographiques de points, déclinaison magnétique, etc.

⁴ Cf. [AIC A31/08 France](#)

Généralement le récepteur de navigation *GPS* est solidaire de l'aéronef : il figure alors sur la liste des équipements radioélectriques de bord.

En l'absence d'un tel équipement, un récepteur portable est parfois mis en œuvre à l'initiative du commandant de bord, géré par lui-même, utilisé sous son entière responsabilité et en étant averti du risque d'interférence avec les autres équipements de bord.

Sur certains modèles d'équipement de conception récente, l'information de navigation est présentée sur une carte aéronautique numérisée, par exemple, la carte IGN-OACI 1:500 000, une VAC, etc.

Principales causes d'écart dans l'information délivrée par le récepteur

1. non application des mises à jour des données « source » : l'information aéronautique évolue plus ou moins fréquemment (suppression ou ajout d'éléments, changements de valeur des paramètres, de dénomination, de lieu d'implantation, etc.).
2. erreurs préexistantes dans les données « source » : elles sont rares ;
3. erreurs dans les données « utilisateur » : elles sont assez fréquentes.

Comment éliminer ces causes d'écart ou en réduire l'occurrence ou l'impact ?

1. Pour les mises à jour :

a. données « source » : connaître les durées de validité et les dates d'application des mises à jour des AIP et des cartes aéronautiques et vérifier celles de la *data base* du récepteur lors de chaque mise en fonctionnement :

☞ **après le déroulement du *self test* et lecture de la page où apparaissent les durées et dates de validité de la *data base*, à la question OK ?, l'appui sur « enter » doit être fait par l'utilisateur en toute connaissance de cause !**

b. données « utilisateur » groupe 3 - déclinaison magnétique :

- La variation annuelle étant d'environ 7 minutes, l'écart sur les angles délivrés en référence au Nord magnétique et dû à cette variation si elle n'est pas prise en compte restera faible eu égard à la précision d'un compas ou de la tenue d'un cap ;
- Le mode manuel de prise en compte de la déclinaison fige sa valeur, quelle que soit la position géographique du récepteur. Ce mode n'offre aucun avantage puisque les lignes d'égale déclinaison étant sauf exception orientées plus ou moins selon le méridien, l'écart sur les angles magnétiques augmentera, de toute façon, sur un trajet relativement long et orienté plus ou moins selon un parallèle.
- Si le mode manuel est utilisé, ajuster régulièrement la valeur de la déclinaison selon la région survolée et au fur et à mesure de la progression sur le trajet.

2. Pour les erreurs :

a. données « source » : les identifier. Au retour du vol, les décrire et, avant de les notifier à l'éditeur de l'information aéronautique ou aux fournisseurs des *data bases*, vérifier si ces erreurs n'auraient pas été corrigées dans la mise à jour la plus récente !

b. données « utilisateur » :

Groupe 3 : paramètres de configuration

- ne pas changer les paramètres de configuration du récepteur solidaire de l'aéronef ;
- utiliser toujours la même configuration ;
- privilégier le mode automatique de prise en compte de la déclinaison magnétique ;

Groupe 4 : saisie des *user waypoints*

- faire soi-même la saisie des éléments d'identification et des coordonnées et la vérifier systématiquement ;
- bien qu'elles soient moins précises à relever sur les cartes, privilégier la saisie des coordonnées « radial-distance » à un point de référence plutôt que la latitude et la longitude (nombreux digits à renseigner et erreur fréquente sur les digits *North/South et West/East*) ;
- ☞ si le point de référence choisi est un *waypoint* de la *data base*, il est essentiel au préalable d'en vérifier les coordonnées et les éléments d'identification ;
- chercher les *user waypoints* saisis par autrui et noter leurs éléments d'identification puis placer ces points sur la carte selon leurs coordonnées pour les vérifier.

Dates d'application et durées de validité des mises à jour de l'information aéronautique

Ces dates et durées dépendent de la nature de la publication et de l'usage qui en est fait.

Les données numériques de l'information aéronautique (*aviation / aero data base*) utilisées par tous les systèmes de navigation suivent le cycle universel de mise à jour "AIRAC" (*Aeronautical Information Regulation And Control*) des AIP.

La période du cycle AIRAC est de 28 jours au terme desquels les données « source » du groupe 1 se périment !

Le cycle AIRAC est identifié par 4 digits, les 2 premiers pour l'année et les 2 autres pour le numéro de cycle dans l'année.

Par exemple, le cycle applicable actuellement est le 1212 (12ème cycle de 2012), le prochain sera le 1213 avec une date d'application au 13 décembre 2012.

En aviation générale, les « *data bases* » téléchargées ne contiennent que le cycle en cours.

Points d'attention :

1. Les données numériques de terrain et d'obstacles artificiels à partir desquelles les équipementiers ou les éditeurs élaborent les « *land data bases* » et « *obstacle data bases* » ou les cartes numériques autres que les VAC ne suivent pas le cycle AIRAC.
2. En cas d'emploi d'une VAC imprimée après téléchargement depuis le site web du SIA, toujours vérifier sa validité au jour du vol, car l'originale peut avoir été modifiée la veille !
3. la mise à jour des cartes 1:1000 000 est faite deux fois/an et seulement une fois/an pour les 1:500 000, cette périodicité pouvant varier selon l'éditeur.

En résumé, la qualité de l'information délivrée par le récepteur de navigation GPS repose sur la validité des « *data bases* » et l'exactitude des données saisies par l'utilisateur.

Validité de l'AVIATION DATA BASE des récepteurs GPS des avions ACAT

Avion	Modèle de récepteur	Cycle AIRAC	Expiration	Remarques
TB20-QB	GARMIN GNS430	Celui en vigueur	Selon cycle en vigueur	Abonnement à la mise à jour de la <i>Data Base IFR</i>
TB20-VE	Bendix/King KLN 94	1002	10 FEB 10	Mise à jour lors visites AEROTEC
TB10-QF	Bendix/King KLN 94	0404	12 MAY 04	
DR44-BJ	GARMIN GPS 150	9804	23 APR 98	
DR44-RR	GARMIN GPS 150	9702	27 FEB 97	
DR44-PK	GARMIN GPS 150XL	0001	24 FEB 00	
DR46-YA	GARMIN GPS 150XL	0104	17 MAY 01	
DA20-AC	GARMIN GNS430	0905	04 JUN 09	

Conseil Sécurité 09/2012	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE - CISOA	Page 5/6
	Navigation VFR avec le GPS : partir sur des bonnes bases !	

Réglementation

- quels que soient le type d'approbation (*IFR* ou *VFR*) et l'état de validité des *data bases* du récepteur *GPS*, son emploi ne dispense en aucun cas le commandant de bord d'une préparation attentive du vol⁵ et de le réaliser dans le respect des règles de l'air et de la circulation aérienne, notamment en prenant connaissance des NOTAMs et Sup AIP en vigueur et des observations et prévisions météorologiques les plus récentes⁶ ainsi qu'en ayant à bord des documents aéronautiques à jour⁷.
- utilisation du Récepteur *GPS* comme moyen primaire de radionavigation en vol *VFR* : uniquement s'il est de type *IFR*, installé dans l'avion selon les exigences *IFR* et si ses *data bases* sont à jour (cas d'un avion « classé *IFR* » évoluant en *VFR*).

En pratique, quelles précautions prendre avec un récepteur *GPS* dont les « *data bases* » ne sont pas à jour ?

En navigation *VFR*, utiliser un récepteur *GPS* avec des « *data bases* » obsolètes ne peut se faire qu'à titre de moyen supplémentaire, par exemple pour pallier la panne de l'unique équipement de radionavigation. Les précautions d'emploi sont les suivantes :

- Au sol, avant le départ :
 - dresser la liste des *waypoints* (Liste des *WPT*) à priori utiles sur le trajet (i.e. prédéfinis dans le journal de navigation) ;
 - vérifier les coordonnées et les éléments d'identification des *waypoints* de la *data base* ainsi que des *user waypoints* saisis par autrui et figurant sur la Liste des *WPT* ;
 - saisir et vérifier les coordonnées et les éléments d'identification des *user waypoints* ;
 - vérifier les paramètres de configuration du récepteur.
- En vol, sur le trajet :

- ☞ **Ne pas prendre en compte les données « source » du groupe 1-a relatives au contour des espaces aériens et des zones réglementées ni celles du groupe 1-b mais utiliser celles relevées dans les documents en vigueur.**
- ☞ **Ne pas utiliser l'altitude *GPS* sauf si l'altitude barométrique est visiblement erronée ;**
- ☞ **Ne pas activer la fonction « Alarme sonore » liée aux messages de proximité.**

- Avant d'activer la fonction « *Direct to* » ou « *Go to* » sur un *waypoint* sélectionné (soit dans la liste des *WPT*, soit comme *Nearest*), le vérifier sur un ou plusieurs éléments d'identification ou sur ses coordonnées avant de valider la sélection !
- Pour les *Nearest waypoints* (i.e. ceux qui ne sont pas prédéfinis dans le journal de navigation et donc ne figurent pas dans la Liste des *WPT*), sélectionner :
 - uniquement des aérodromes, car il est peu probable que leur situation ait changé et il est facile d'en vérifier les coordonnées géographiques sur les VAC papier ;
 - le cas échéant, des *user waypoints* figurant sur la Liste des *WPT* (dont les éléments d'identification et l'exactitude des coordonnées ont été vérifiés avant le départ ;
 - ☞ **point d'attention** : des aérodromes ou *navaids* peuvent ne plus exister ou ne pas correspondre à l'un ou l'autre des éléments d'identification ou aux coordonnées présentes dans la *data base* périmée⁸ ;

⁵ Cf. Conseil sécurité 04/2011 Préparer un vol : un travail à accomplir en deux phases !

⁶ Cf. Conseil sécurité 06/2011 Dossier de vol bien ficelé, météo bien perçue !

⁷ Cf. Conseil sécurité 03/2011 Documentation à jour : un homme averti en vaut deux !

⁸ Exemples -Aérodromes n'existant plus : Montaudran, Toul, Brive LaGaillarde, etc. Discordance d'éléments d'identification : l'indicateur d'emplacement LFSJ de Brive-Souillac est celui qui était attribué à Toul. L'ident du VOR situé au Nord de Lourdes est LMB pour une situation à Lembeye, alors qu'auparavant c'était TAN.

Conseil Sécurité 09/2012	AERO-CLUB DU CE AIRBUS-FRANCE TOULOUSE - CISOA	Page 6/6
	Navigation VFR avec le GPS : partir sur des bonnes bases !	

- Vérifier la cohérence entre l'information de navigation GPS et :
 - la position présumée issue de l'observation visuelle des repères au sol ;
 - l'information délivrée par les autres équipements de radionavigation.
- N'utiliser que l'information de navigation « basique » à savoir :
 - l'angle de la route suivie (*track*) ;
 - l'angle de route vers le *waypoint* (*course to steer* ou *bearing*) ;
 - l'écart entre la route à suivre (*desired track*) et la route suivie ;
 - la distance au *waypoint*, le récepteur étant alors utilisé en *DME* (équipement de mesure de distance) ;
 - ☞ la distance au *waypoint* est l'information la plus pertinente à vérifier après la validation de la sélection qui active le *Go to* ou *Direct to*.
 - et en cas de nécessité, si l'information est affichée à l'écran⁹ :
 - la vitesse « sol » (*ground speed*) ;
 - le temps estimé pour atteindre le *way point* (*ETE*) ;
 - l'heure estimée pour arriver au *way point* (*ETA*).

Pour approfondir, consulter :

- Le [GUIDE SUR L'UTILISATION DU GPS EN VFR](#) (supplément à l'AIC A08/10 France)
- Le manuel d'opération du récepteur de navigation GPS mis en œuvre
 1. [GARMIN GPS 150](#)
 2. [GARMIN GPS 150XL](#)
 3. [GARMIN GNS 430](#)
 4. [Bendix/King KLN 94](#)
 5. Récepteur portable personnel
- [L'étude du BEA sur les événements GPS](#)
- [Le support du cours théorique ACAT sur le GPS](#) (par Bernard Adès)
- L'intervention au séminaire ACAT du 24/02/07, intitulée « [Points d'attention sur le GPS](#) » (par L.Patrice Bugeat)
- [L'utilisation du GPS en VFR -Edition 1 du 30 janvier 2008](#) (document SEFA)
- « [Saint GPS priez pour nous !](#) » (document FFA-CRA20)

Pour se former et s'entraîner au sol à l'emploi d'un récepteur de navigation GPS

- [Programme de formation et leçons : Garmin GNS 530/430 Sample Training Syllabus and Flight Lessons for Use by Flight Schools & Flying Clubs](#)
- [GARMIN 400/500 series simulator et GNS480 simulator](#) (téléchargement gratuit).

Pour un vol de perfectionnement ou d'entraînement en navigation avec GPS

- contacter un instructeur de vol.

⁹ Sur le récepteur, le nombre de champs où les divers éléments de l'information de navigation peuvent être affichés en valeur numérique est généralement limité à 4.