

000504  
INSTRUCTION N° \_\_\_\_\_ //ICCAA/DNA/SDCA du 04 SEPT 2006  
RELATIVE A L'UTILISATION DU GNSS AU CAMEROUN

## 1. GENERALITES

### 1.1 Objet

1.1.1 La présente instruction s'inscrit dans le cadre de la stratégie de mise en œuvre du système mondial de navigation par satellite (GNSS) de l'OACI en tant que composante des systèmes de Communication, Navigation, Surveillance et de la Gestion du Trafic Aérien (CNS/ATM), adopté par la communauté aéronautique internationale. A ce titre, elle fixe les conditions relatives à :

- L'emport d'équipement de géo-localisation par satellite à bord des aéronefs ;
- L'utilisation du GNSS dans l'espace aérien de la République du Cameroun.

1.1.2 Les conditions d'utilisation du GNSS, ci-après définies, couvrent les phases de vol en route, en zone terminale et les approches de non précision et ne s'appliquent qu'aux vols en régime IFR à l'intérieur de l'espace aérien camerounais.

Les équipements de géo-localisation qui ne remplissent pas les conditions sus mentionnées peuvent être utilisés en régime VFR à condition de se faire en conjonction avec les pratiques de navigation VFR standard, c'est-à-dire la vérification de la position par référence visuelle par rapport à des points de repère.

1.1.3 L'Autorité Aéronautique ne peut, au stade actuel, garantir la continuité et la disponibilité du service fourni ni par le système GPS qui dépend entièrement de l'Administration des Etats-Unis d'Amérique, ni par le système GLONASS dépendant de l'Administration de la Fédération de Russie. Par conséquent, le GNSS ne sera utilisé que comme **moyen de navigation supplémentaire** dans l'espace aérien camerounais.

## 1.2 Présentation du GNSS

1.2.1 Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) est basé sur l'utilisation des constellations satellitaires et des systèmes de renforcement approuvés par l'OACI.

Le GNSS est un système de détermination de la position et de l'heure, qui se compose :

- d'une ou de plusieurs de constellations de satellites de base,
- de récepteurs embarqués,
- d'un contrôle de l'intégrité du système et,
- de systèmes de renforcement qui augmentent la performance des constellations de base.

1.2.2 Les systèmes de navigation par satellite actuellement en exploitation sont le GPS (système mondial de localisation) des Etats-Unis et le GLONASS (système mondial de satellites de navigation) de la Fédération de Russie. Un troisième, GALILEO, est en cours de développement par l'Union Européenne. Ces systèmes ont été présentés à l'OACI comme moyens pour appuyer le développement évolutif du GNSS.

1.2.3 En 1994, le Conseil de l'OACI a accepté la proposition des Etats-Unis concernant le GPS et, en 1996, il a accepté l'offre de la Fédération de Russie concernant le GLONASS.

1.2.4 Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) devrait être mis en œuvre de façon graduelle à partir des systèmes mondiaux de navigation par satellites existants. Ces systèmes devront évoluer vers un GNSS intégré sur lequel les Etats contractants exerceront un niveau de contrôle suffisant en ce qui concerne les aspects liés à son utilisation. Les Etats peuvent exercer un meilleur contrôle sur l'emploi du GNSS en déployant des systèmes indépendants inter opérables ou en mettant en œuvre des systèmes de renforcement (renforcement satellitaires ou renforcement au sol).

1.2.5 L'OACI continue à étudier, en consultation avec les Etats contractants, les usagers de l'espace aérien et les fournisseurs de services, la possibilité pratique de réaliser un GNSS civil soumis à un contrôle international et constitué de plusieurs éléments inter opérables.

1.2.6 Le GNSS a une couverture mondiale. Il est utilisé pour la navigation en route, dans les régions océaniques, dans les régions terminales et pour les approches de non-précision. Conjugué aux systèmes de renforcement appropriés et à des procédures adéquates, le GNSS prend en charge les approches avec guidage vertical et les approches de précision. Il spécifie les constellations satellitaires de

base et leurs renforcements appropriés tels que précisés dans l'Annexe 10 à la convention de l'OACI. La mise en œuvre intégrale du GNSS permettra aux aéronefs munis d'une avionique capable de recevoir et d'interpréter les signaux des satellites, de naviguer dans tous les types d'espace aérien et dans toutes les régions du monde.

- 1.2.7** Les différentes constellations actuelles du GNSS conçues à l'origine pour une utilisation militaire sont limitées en terme de précision, d'intégrité, de disponibilité et de continuité de service pour leur utilisation en aviation civile.
- 1.2.8** Pour surmonter les limites inhérentes au système et répondre aux besoins de l'aviation civile en matière de performances pour toutes les phases de vol, le GPS et le GLONASS ont besoin, à divers degrés, de système de renforcement. Ces systèmes de renforcement sont classés en trois catégories : sur aéronef, au sol et sur satellite.
- 1.2.9** Les récepteurs GPS ou GLONASS simples qui n'ont pas de capacité de contrôle d'intégrité ne peuvent généralement pas répondre aux besoins du GNSS dans toutes les phases de vol de l'aviation civile.
- 1.2.10** Des systèmes à capteurs multiples, utilisant le GNSS comme l'un des capteurs, présentent généralement de meilleurs niveaux de performances et sont plus fiables que les capteurs distincts ou les systèmes autonomes. Les aéronefs qui utilisent des systèmes de navigation à capteurs multiples, tels les systèmes intégrés GNSS/IRS ou GNSS/IRS/FMS comme des combinaisons intégrées du GNSS, de l'IRS et du DME, peuvent être certifiés comme répondant à des niveaux de RNP et bénéficier d'une disponibilité de service supérieure à celle qui pourrait être obtenue grâce au seul emploi du GPS ou du GLONASS.
- 1.2.11** La Région Afrique Océan Indien (AFI) de l'OACI a adopté une stratégie commune pour l'introduction des applications du GNSS, dont la première phase prévoit l'utilisation des constellations de satellites existantes et de leurs systèmes de renforcement afin d'en augmenter la disponibilité, l'intégrité et la précision. Dans une deuxième phase, le GNSS deviendra un système civil de navigation par satellite et pourra être considéré comme service unique de navigation pour toutes les phases de vol.
- 1.2.12** En raison du choix du système de renforcement au sol (GBAS) par la région AFI dans les phases de mise en œuvre du GNSS mentionnées au 1.2.11 s'appuyant sur le système européen de renforcement par satellite du GPS (EGNOS), l'utilisation de la constellation GPS et ses systèmes de renforcement, constitue le cadre d'utilisation des procédures NPA RNAV-GNSS (Approches RNAV-GNSS de non précision) au Cameroun.

## 2. PRESENTATION DU SYSTEME DE NAVIGATION PAR SATELLITE GPS

### 2.1. Description du système

2.1.1. Le système GPS est basé sur une constellation nominale de vingt-quatre (24) satellites en orbite à 20200 Km au-dessus de la surface terrestre. Chaque satellite diffuse des informations permettant de :

- Déterminer la distance entre le satellite et le récepteur par mesure du temps de propagation du signal, et
- Connaître les orbites précises et l'état de chacun des satellites de la constellation.

2.1.2. A partir de ces informations, le récepteur GPS peut calculer sa position et fournir l'heure. Trois satellites présentant une géométrie et un angle d'élévation suffisants par rapport au récepteur GPS sont nécessaires pour calculer une position en deux dimensions, latitude et longitude, lorsque l'altitude est connue du récepteur (cas des bateaux ou des véhicules terrestres). Dans le cas des aéronefs, quatre satellites sont nécessaires pour calculer une position en trois dimensions (latitude, longitude, altitude). Lorsque trois satellites seulement sont disponibles, la position exprimée sous forme de coordonnées géographiques peut être déterminée en prenant en compte l'altitude de l'aéronef introduite manuellement par le pilote.

2.1.3. Les coordonnées géographiques sont calculées par référence au système géodésique mondial de 1984 (WGS-84). Ce système de coordonnées a pour origine le centre de gravité de la terre dont la surface est définie comme une ellipsoïde. Le WGS-84 est devenu un système normalisé par l'OACI à l'échelle mondiale depuis 1998.

### 2.2. Précision du système

2.2.1. La précision exprime le degré de conformité entre la position et le temps donnés par le système, d'une part, et la position et le temps réels, d'autre part.

2.2.2. Les Etats-Unis d'Amérique ont offert le service de positionnement standard (SPS) du GPS pour répondre aux besoins de l'aviation civile mondiale et le Conseil de l'OACI a accepté cette offre. Le SPS du GPS qui utilise un code d'acquisition approximatif (C/A) sur la fréquence dite « L1 » (1575,42 MHz) est conçu pour fournir une position précise aux usagers civils partout dans le monde. Le service de localisation précis (PPS), qui utilise le code précis (Code P) sur une deuxième

fréquence L2 (1227,6 MHz), est conçu pour offrir un service de localisation plus précis, mais l'usage public n'a pas été autorisé.

2.2.3. Des renseignements détaillés sur le GPS et son service de positionnement standard peuvent être obtenus à l'adresse <http://www.navcen.uscg.gov>

Précision horizontale du GPS	Précision verticale du GPS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• H=13 m, moyenne mondiale, 95 % du temps</li> <li>• H=36 m, pire emplacement, 95 % du temps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V=22 m, moyenne mondiale, 98 % du temps</li> <li>• V=77 m, pire emplacement, 95 % du temps</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les erreurs de transfert de temps induites par le système de localisation standard du GPS n'excèdent pas 40 nanosecondes 95 % du temps.</li> </ul>	

## 2.3. Intégrité

2.3.1. L'intégrité est la capacité du système à fournir une alarme à l'utilisateur lorsque le système de navigation ne peut être utilisé avec la précision requise. Par exemple, les VOR sont surveillés au sol de façon permanente et cessent automatiquement d'émettre dès que la précision requise n'est plus fournie.

2.3.2. Le système GPS de base n'ayant pas été conçu initialement pour un usage par l'aviation civile, il ne dispose pas d'un système de contrôle de l'intégrité compatible avec les besoins aéronautiques. En conséquence un ou plusieurs satellites peuvent transmettre un signal erroné pendant une durée significative pouvant parfois dépasser 45 minutes. Dans ce cas, l'indication de position peut être fausse sans que l'utilisateur en soit averti et la valeur de l'erreur peut atteindre plusieurs dizaines de milles nautiques.

2.3.3. La détermination de l'intégrité du signal doit être effectuée à bord de l'aéronef :

- De manière autonome par le récepteur GPS (RAIM),
- Par comparaison avec d'autres systèmes de navigation,
- Par le pilote en contrôlant sa navigation par repérage au sol,
- Par des systèmes de renforcement basés sur les satellites (SBAS) ou basés au sol (GBAS).

## 2.4. Disponibilité

- 2.4.1. La disponibilité d'un système de navigation est le pourcentage du temps pendant lequel les services du système sont utilisables.
- 2.4.2. La disponibilité du service de localisation standard du GPS est supérieure ou égale à 99 % pour l'emplacement moyen, et supérieure ou égale à 90 % pour le pire emplacement. La disponibilité de la fonction de surveillance du RAIM (satellites visibles au minimum) est nettement inférieure à 100 % avec une constellation de 24 satellites.
- 2.4.3. Il en résulte que l'intégrité de l'information de position fournie par un récepteur GPS utilisant le RAIM n'est pas assurée de façon permanente.

### 3. HOMOLOGATION DES RECEPTEURS

- 3.1. Tout équipement radioélectrique de bord doit être de type homologué et avoir reçu une autorisation avant d'être installé sur un aéronef immatriculé au registre national.
- 3.2. L'installation d'un récepteur GPS solidaire de l'aéronef doit être conforme aux règlements de certification applicables ci-après, établis par l'Administration fédérale de l'aviation civile (FAA) des Etats-Unis d'Amérique, l'Etat fournisseur du GPS :
- a) La Circulaire d'information AC 20-138 pour les équipements GPS « autonomes » utilisables comme moyen supplémentaire de navigation : un moyen supplémentaire de navigation est un équipement approuvé pour la navigation pour une phase spécifique de vol, mais qui nécessite par ailleurs que les moyens de navigation classiques réglementaires requis pour la route suivie soient installés et en état de marche à bord de l'aéronef ;
  - b) La circulaire d'information AC 20-130A pour les GPS intégrés à un système à capteurs multiples ;
  - c) L'avis FM 8110-60 pour les GPS utilisables comme moyen primaire de navigation en zone océanique.

Un supplément au manuel de vol conforme au format spécifié dans les circulaires d'information AC 20-138 et AC 20-130A visées en a) ci-dessus doit être fourni.

- 3.3 D'autres systèmes de navigation peuvent se trouver à bord pour appuyer le GNSS.
- 3.4 Le GNSS comme moyen unique de navigation doit permettre aux aéronefs de répondre, pour une opération ou une phase d'exploitation donnée, aux critères de précision, d'intégrité, de disponibilité et de continuité de service. Aucun autre moyen

✓

n'est exigible à bord. Le concept d'utilisation du GNSS comme moyen de navigation supplémentaire, principal ou unique (utilisation d'un seul système) évolue de plus en plus vers un concept d'utilisation de plusieurs capteurs pour les opérations d'approche, d'atterrissage et de départ ; les éléments du GNSS étant considérés comme des capteurs distincts. La nécessité de conserver les aides de radionavigation classiques au sol est maintenue pendant la transition au GNSS jusqu'à ce que les opérations fondées sur le GNSS répondent aux exigences de sécurité et d'efficacité économique.

**3.5.** Les classes d'homologation des équipements GPS utilisables en IFR seront A1, A2, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3 et C4 suivant la norme TSO C129A de la FAA.

#### **Classe A :**

Cette classe correspond à un équipement possédant la partie calcul de navigation en plus de la partie réception GPS. Cet équipement doit posséder le RAIM. Il appartient à l'une des deux sous-classes suivantes :

**A1 :** équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non précision.

**A2 :** équipement capable de naviguer en zone en route et en zone terminale.

#### **Classe B :**

Cette classe correspond à un capteur envoyant des informations vers un système de navigation intégré (système à capteurs multiples), il appartient à l'une des 4 sous classes suivantes :

**B1 :** équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non précision. Cet équipement possède une fonction RAIM.

**B2 :** équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale. Cet équipement possède une fonction RAIM.

**B3 :** équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non précision. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

**B4 :** équipement capable de naviguer en zone en route et en zone terminale. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

#### **Classe C :**

*af*

Cette classe correspond à un senseur GPS envoyant des informations vers un système de navigation intégré (système à capteurs multiples) couplé à un pilote automatique ou à un directeur de vol ; il appartient à l'une des sous classes suivantes :

**C1** : équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non précision. Cet équipement possède une fonction RAIM.

**C2** : équipement capable de naviguer en zone en route et en zone terminale. Cet équipement possède une fonction RAIM.

**C3** : équipement capable de naviguer en zone en route, en zone terminale et en approche de non-précision. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

**C4** : équipement capable de naviguer en zone en route ou en zone terminale. Le système de navigation intégré doit assurer un niveau d'intégrité équivalent au RAIM.

3.6. Le tableau ci-après résume les classes et sous-classes de récepteurs GPS :

	CLASSE A (autonome)	CLASSE B OU CLASSE C (à capteurs multiples)
1	RAIM : navigation en route, en zone terminale et en approche de non-précision	RAIM : navigation en route, en zone terminale et en approche de non-précision
2	RAIM : navigation en route et en zone terminale	RAIM : navigation en route et en zone terminale
3	Sans objet	Intégrité par comparaison/autres capteurs Navigation en route, en zone terminale et en approche de non-précision
4	Sans objet	Intégrité par comparaison/autres capteurs : Navigation en route et en zone terminale

## 4. CONDITIONS OPERATIONNELLES D'UTILISATION DU GPS

### 4.1. Conditions générales

4.1.1. L'utilisation du système GPS suppose que les conditions suivantes soient respectées :

- L'installation de l'équipement à bord de l'aéronef a été effectuée conformément aux critères de certification précédemment définis au 3.2) pour les aéronefs immatriculés au registre aéronautique de l'Etat. Pour les aéronefs étrangers, la modification doit être approuvée par l'autorité concernée avec des critères au moins équivalents à ceux de l'Etat;
- Les moyens de navigation réglementairement requis pour la route suivie doivent être installés et en état de marche à bord de l'aéronef ; et
- Les possibilités d'utilisation décrites dans le supplément au manuel de vol ne préjugent en rien d'exigences opérationnelles supplémentaires définies par les autorités en charge de l'espace utilisé. Dans tous les cas ce sont ces dernières dispositions qui prévalent.
- La base de données est à jour. (Une base de données GPS est mise à jour systématiquement tous les 28 jours selon le système régularisé d'information aéronautique (AIRAC)).

**4.1.2.** En zone terminale, la navigation en mode GPS doit être désengagée au plus tard au repère d'approche initiale (IAF), sauf à satisfaire aux conditions du paragraphe 4.3. ci-dessous.

**4.1.3.** Il convient d'attirer l'attention des utilisateurs d'équipements GPS sur les points suivants :

- La complexité des fonctions permises par la plupart des équipements nécessite une parfaite maîtrise de leurs modes de fonctionnement,
- La plus grande vigilance est recommandée lors de l'utilisation de points tournants : l'utilisation de la base de données sera privilégiée et une vérification systématique sera effectuée par référence à la documentation à jour.

## **4.2. Equipement GPS « autonome » : classe A**

**4.2.1.** Dans le cas du GPS autonome (classe A), l'intégrité doit être assurée par la fonction de contrôle d'intégrité par le récepteur (RAIM) ; la perte de l'intégrité entraîne le retour à la navigation à partir des moyens classiques de navigation requis pour la route suivie.

4

## Phase en route

4.2.2. L'équipement GPS « autonome » de classe A est approuvé comme **moyen supplémentaire de navigation** sur route classique (non-RNAV) radiobalisée au sol (VOR, NDB, etc.).

## Phase en zone terminale

4.2.3. L'équipement GPS « autonome » de classe A est approuvé comme **moyen supplémentaire de navigation** sur des trajectoires normalisées de départ (SID) ou d'arrivée (STAR) définies à partir d'aides radioélectriques au sol (VOR, NDB, etc.).

4.2.4. Le contrôle actif de la trajectoire est requis à partir des moyens de radionavigation définissant la procédure.

4.2.5. La trajectoire normalisée (SID ou STAR) considéré doit être entièrement décrite en base de données.

## 4.3. Equipements à capteurs multiples avec source GPS : classe B ou classe C

4.3.1. Pour la majorité des systèmes à capteurs multiples de base, l'introduction du GPS permet notamment d'obtenir par combinaison avec les autres capteurs un plus grand degré de précision de navigation. Dans ce cas, l'introduction du GPS reste compatible avec le domaine de navigation déjà approuvé de l'équipement à capteurs multiples considéré.

4.3.2. En conséquence pour les phases de vol en route, en zone terminale, approche de non précision, route RNAV, les conditions d'utilisation approuvées de l'équipement à capteurs multiples avec source GPS sont celles définies pour le même équipement sans le capteur GPS si le contrôle de l'intégrité de l'information GPS est effectué par comparaison avec les autres capteurs conventionnels.

4.3.3. Si l'équipement GPS utilisé par le système dispose d'un contrôle d'intégrité autonome, le système peut être approuvé dans une configuration où le système utilise uniquement les informations du GPS avec les mêmes conditions d'utilisation et les mêmes limitations que pour un équipement GPS « autonome ».

### Limitations pour les approches de non-précision

4.3.4. Pour pouvoir exécuter une approche de non précision en utilisant un équipement à capteurs multiples avec source GPS, il est requis que :

- Le GPS ne soit pas le seul capteur en fonctionnement

- Le contrôle actif de la trajectoire soit effectué à partir des informations brutes fournies par les moyens de radionavigation définissant la procédure (comme actuellement pour le système de gestion de vol ou FMS).

Fait à Yaoundé, le 04 SEPT 2006

Le Directeur Général,  
  
**IGNACE JUMA JUMA**  
Le Directeur Général  
REPUBLIC OF CAMEROON  
CIVIL AVIATION AUTHORITY  
AUTORITE AERONAUTIQUE