





RNAV

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs
A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

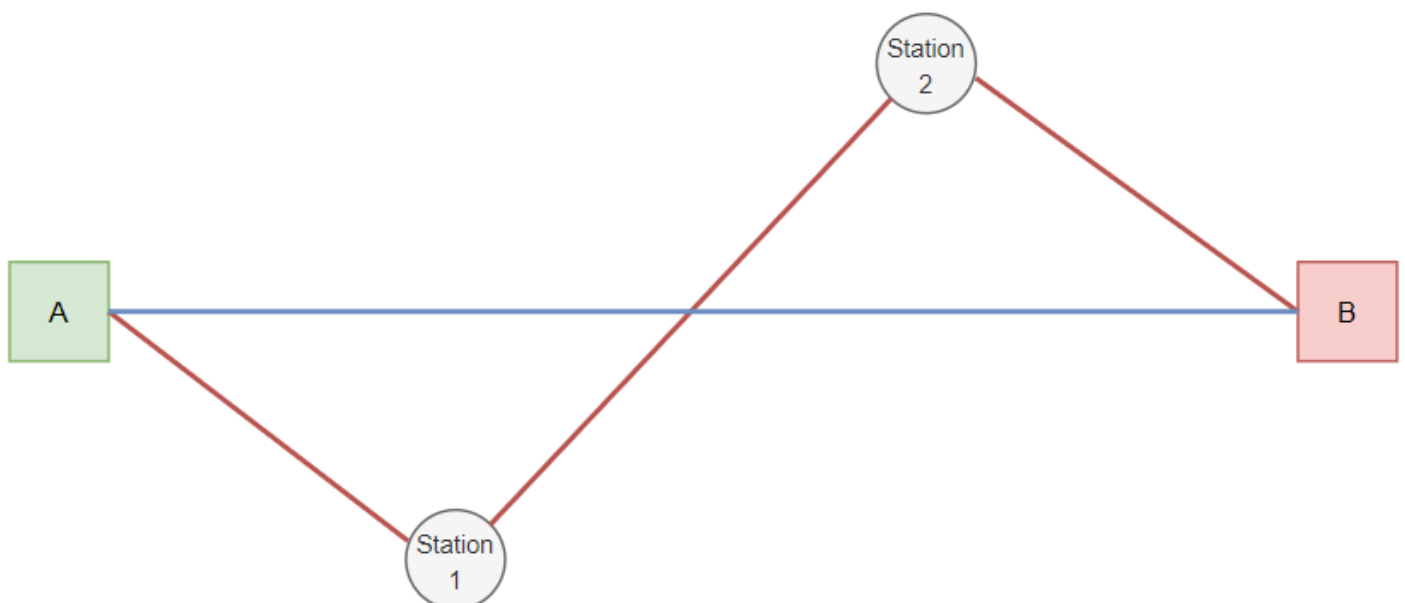
1. Introduction

La **navigation de surface** (Area Navigation - **RNAV**) est une méthode de navigation qui permet les opérations aériennes sur n'importe quelle trajectoire aérienne dans la limite de la couverture des aides radio au sol (VOR, DME, NDB..) ou dans la limite des possibilités d'aides internes à la navigation (moyens satellitaires - inertie), ou d'une combinaison des 2.

Les équipements embarqués utilisent les moyens de navigation suivants afin de **déterminer la position** de l'aéronef :

- Horloge
- GNSS (Global Navigation Satellite System)
- INS/IRS (Inertial Navigation System / Inertial Reference System)
- ADC (Air Data Computer)
- VOR/NDB/ILS

La navigation de surface permet une **utilisation optimale de l'espace aérien**. Les aéronefs ne sont plus contraints de survoler des stations au sol (*Station 1* et *Station 2*) pour relier un *point A* et un *point B*.



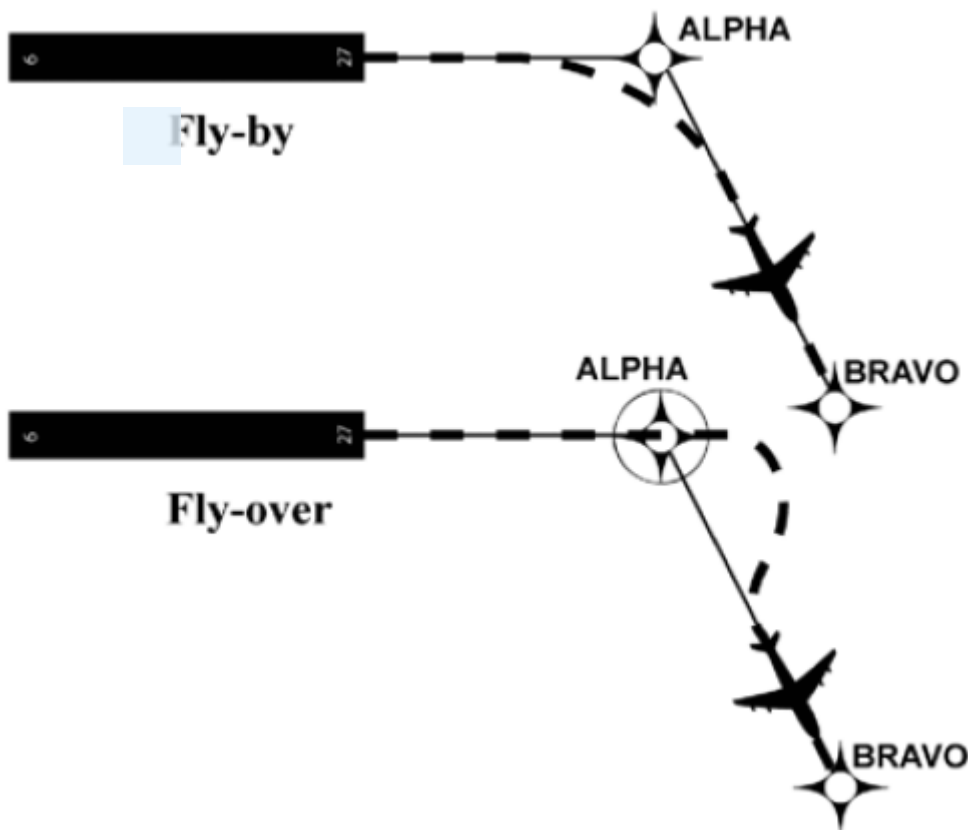
2. Waypoint (WPT)

Un **waypoint** (point de cheminement) est une **position géographique** utilisée pour définir une route RNAV ou la trajectoire de vol d'un aéronef utilisant la RNAV.

Ils sont définis par leurs **coordonnées géographiques** (latitude/longitude) et nommés selon un code :

- à **5 lettres** (ex: ODILO)
- à **3 lettres** s'ils sont colocalisés avec une station au sol (ex: CAD)
- **alphanumérique** dans des zones terminales (ex: PN617)

Ces WPT peuvent être survolés ("fly-over") ou légèrement contournés ("fly-by") pour rejoindre la branche suivante de la route. Sur les cartes, les symboles sont différents.



“

Certains points comme les MAPt sont **toujours** définis comme "fly over"

La réglementation européenne fixe les rayons applicables en cas de virage sur un "fly-by".

3. Précision de la navigation

Une spécification RNAV "X" signifie qu'un aéronef doit être capable d'atteindre une précision supérieure à "X" NM pendant **95% du vol**.

“

"RNAV 5" : précision supérieure à 5NM pendant 95% du vol

On distingue :

- La navigation de surface **de base (RNAV 5 ou B-RNAV)** où une précision supérieure à 5NM doit être garantie pendant 95% du vol (généralement pendant les phases de croisière dites en route) ;
- La navigation de surface **de performance (RNAV 1 ou P-RNAV)** où une précision supérieure à 1NM est exigée (généralement pendant les phases terminales).

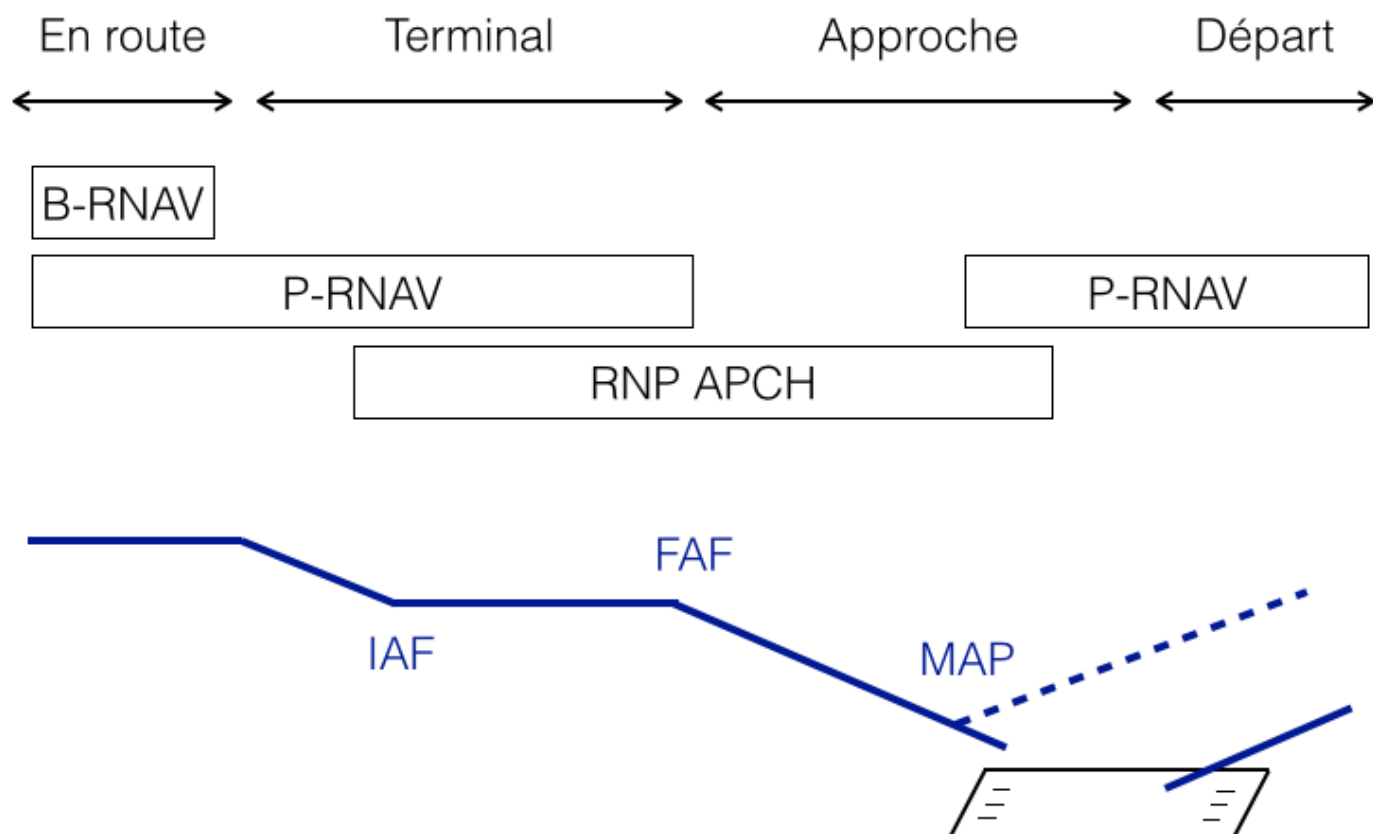
“

La RNAV 5 est utilisée en Europe depuis 1998 et obligatoire pour les vols IFR au dessus du FL115 depuis 2001

“

Les systèmes de surveillance doivent assurer la **capacité à détecter toute défaillance** de calcul ou de capteurs

4. Opérations



4.1 En-route

Les opérations **en-route** sont assujetties à la spécification **RNAV 5 (B-RNAV)**.

Les senseurs approuvés sont les suivants :

- VOR/DME ;
- DME/DME ;
- GNSS.

4.2 Terminal

Les opérations en phase **terminale** sont assujetties à la spécification **RNAV 1 (P-RNAV)**.

Les senseurs approuvés sont les suivants :

- DME/DME ;
- GNSS.

4.3 Systèmes d'augmentation

Afin d'augmenter la précision (et parfois l'intégrité), on dispose de **systèmes d'augmentation** :

4.3.1 ABAS

Le concept **ABAS** (**A**ircraft **B**ased **A**ugmentation **S**ystem) repose sur deux systèmes :

- RAIM (**R**eceiver **A**utonomous **I**ntegrity **M**onitoring) qui permet de détecter le signal défectueux d'un satellite et de le mettre de côté s'il y a suffisamment d'autres satellites présents ;
- AAIM (**A**ircraft **A**utonomous **I**ntegrity **M**onitoring) qui permet de comparer le positionnement GNSS à celui d'une autre source (DME/DME, VOR/DME, etc.).

Quel que soit le système utilisé, l'ABAS permet de garantir l'intégrité du positionnement GNSS ; en revanche, il n'améliore pas sa précision.

4.3.2 SBAS

SBAS (**S**atellite **B**ased **A**ugmentation **S**ystem) est un système qui calcule et diffuse des corrections pour les différentes sources d'erreur affectant les positions transmises par les satellites GNSS : écarts sur l'heure, la position du satellite et l'impact de la ionosphère. Les SBAS permettent d'améliorer la précision de la position fournie par les systèmes GNSS en la portant à 1 ou 2 mètres.

Il repose sur des stations terrestres qui déterminent ces erreurs en mesurant l'écart entre la position fournie par les satellites et leur position réelle. Des corrections sont alors calculées en temps réel et renvoyées à des satellites géostationnaires qui les diffusent vers les récepteurs GNSS équipés pour recevoir ces messages.

Différents systèmes SBAS répondant à des normes internationales, ont été développés ou sont en cours de développement dans les différentes régions du monde : WAAS sur le continent américain, EGNOS en Europe...

4.3.3 GBAS

Le système **GBAS** (**G**round **B**ased **A**ugmentation **S**ystem) repose sur des corrections calculées et transmises par des équipements terrestres. A l'échelle locale, dans un aéroport, des récepteurs GNSS de référence envoient des données à un système central. Ces données sont utilisées pour former un message de correction, qui est alors transmis automatiquement aux aéronefs par l'intermédiaire d'une liaison de transmission de données VHF. Un récepteur embarqué dans l'avion utilise cette information pour corriger les signaux GNSS, et peut alors fournir un affichage standard type ILS qui est utilisé pour réaliser une approche de précision.

“

[Plus d'informations sur ces différents moyens d'augmentation sur cette page](#)

4.4 Approches

Les procédures d'approche font l'objet d'un "concept RNAV amélioré" : **RNP** (**R**equired **N**avigation **P**erformance). Détaillé dans la partie **PBN**, le GNSS est supposé être le senseur.

Les approches RNP :

- Approche **LNAV** (approche 2D de type A) nécessitant au moins GNSS + ABAS ;
- Approche **LNAV/VNAV** (approche 3D de type A) nécessitant au moins GNSS + ABAS + Baro-VNAV ;
- Approche **LPV** [**L**ocalizer **P**recision with **V**ertical Guidance] (approche 3D de type A ou B) nécessitant la spécificité GNSS + SBAS ;
- Approche **GLS** [**G**BAS **L**anding **S**ystem] (approche 3D de type B) nécessitant spécificité GNSS + GBAS.

“

Approche RNP-AR : les approches RNP AR (**A**uthorization **R**equired) sont un standard d'approche plus précis que les approches RNP classiques (0.3NM à 0.1NM de précision contre 0.3NM pour les RNP). Elles peuvent comprendre des courbes de type RF (**R**adius to **F**ix) et permettent des marges de franchissement d'obstacle réduites. Les appareils et équipage doivent être certifiés

