



Conférence IVAO France

Département Training

1

Le concept PBN
« Performance Based Navigation »

Présenté par Robin Novakovic (FR-T03 / LFFF-ACH)

Sommaire

- I. Différents types de navigation
- II. Précision et spécification
- III. Approches RNAV
- IV. Que faire si ?
- V. Documents liés

Préambule

Concept PBN : « *Performance Based Navigation* »
Navigation Basée sur la Performance

- Navigation : Comment se diriger ? Avec quels outils ?
- Performance : Quelles procédures l'avion est-il en mesure de suivre ? Avec quelle précision ?

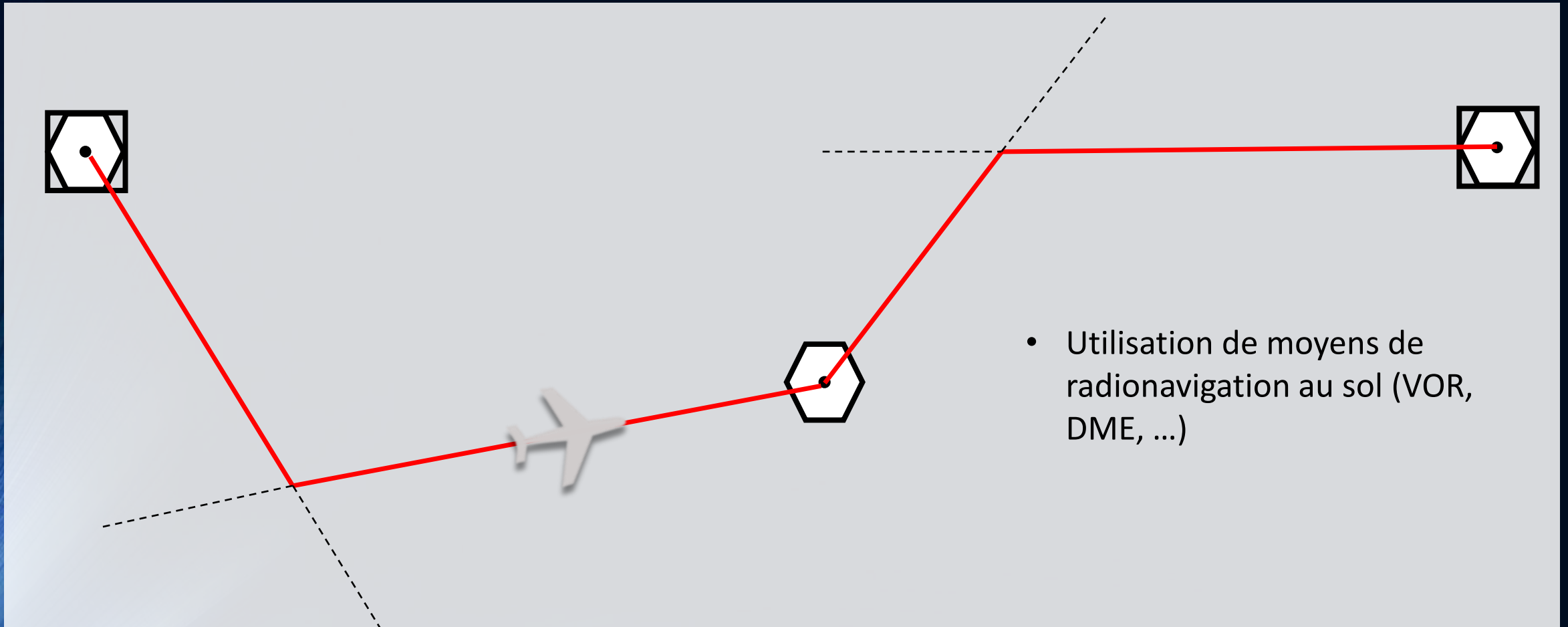
I. Différents types de navigation

Comment un avion s'oriente-t-il ?

On distingue deux types de navigation :

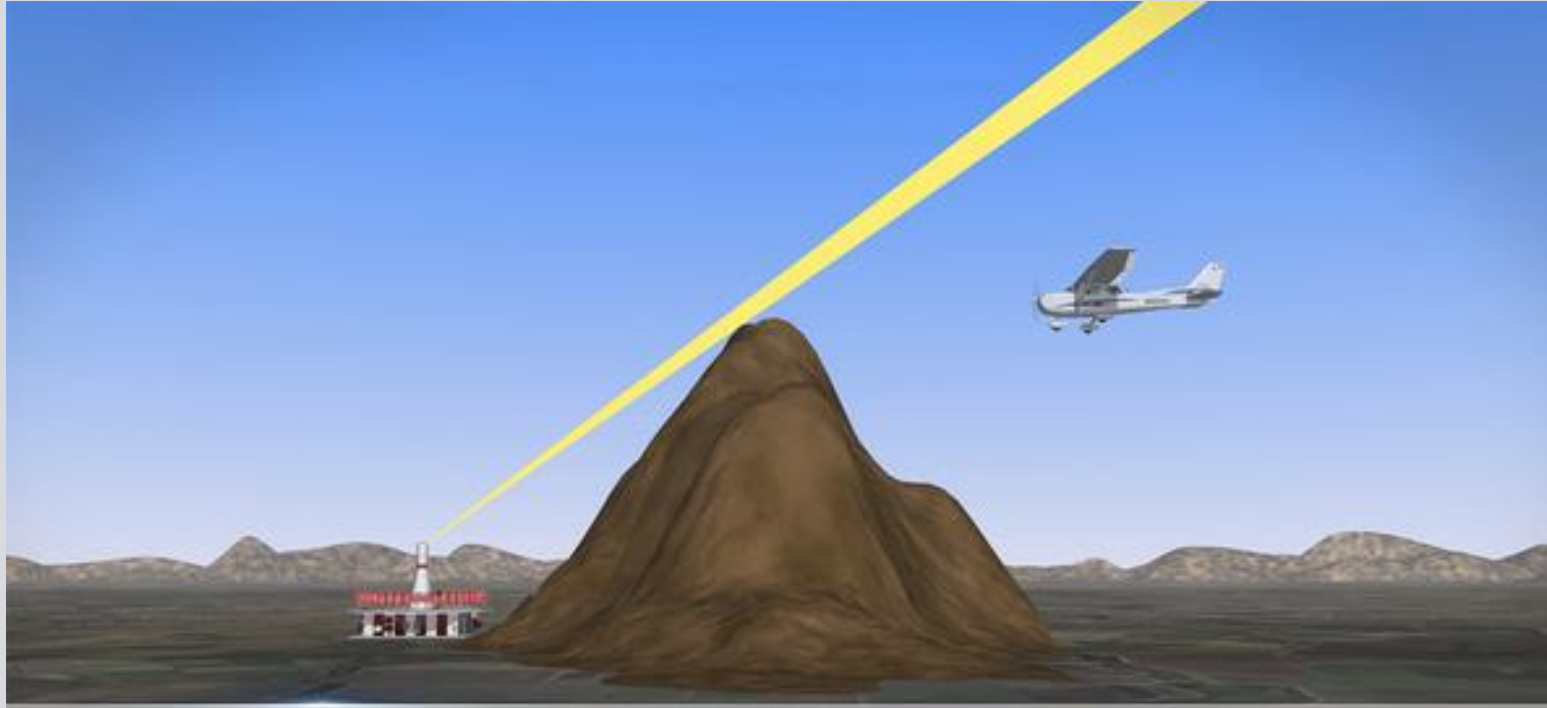
- CONV
- RNAV

Navigation conventionnelle (CONV)



- Utilisation de moyens de radionavigation au sol (VOR, DME, ...)

Navigation conventionnelle (CONV)



$$\text{portée VOR} = 1.23 \times \sqrt{\text{altitude au dessus de la balise}}$$

Le signal VOR ou NDB n'est reçu uniquement si aucun obstacle ne se trouve entre le VOR/NDB et l'avion !

Navigation conventionnelle (CONV)



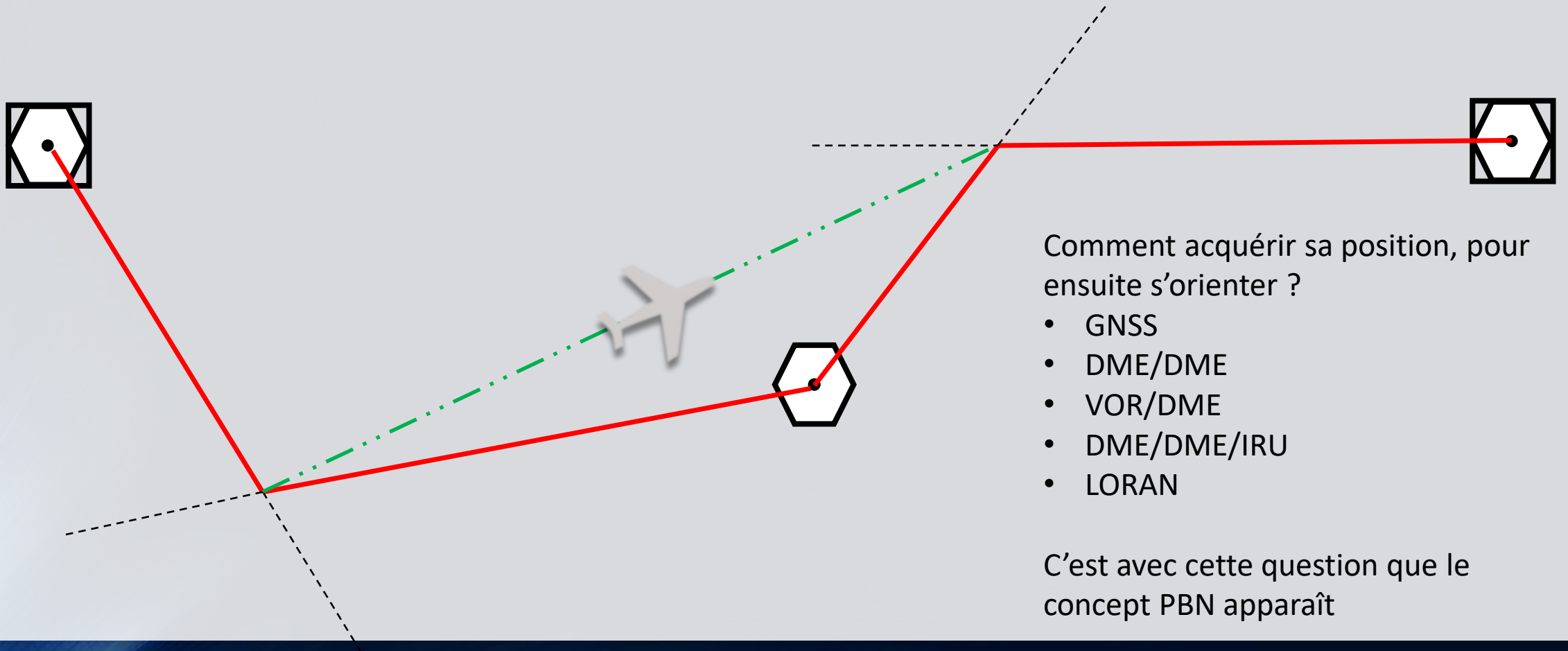
- Nécessite peu d'équipements à bord de l'aéronef



- Coûteux à maintenir en activité
- Création de routes contraignantes



Area Navigation (RNAV)



Comment acquérir sa position, pour ensuite s'orienter ?

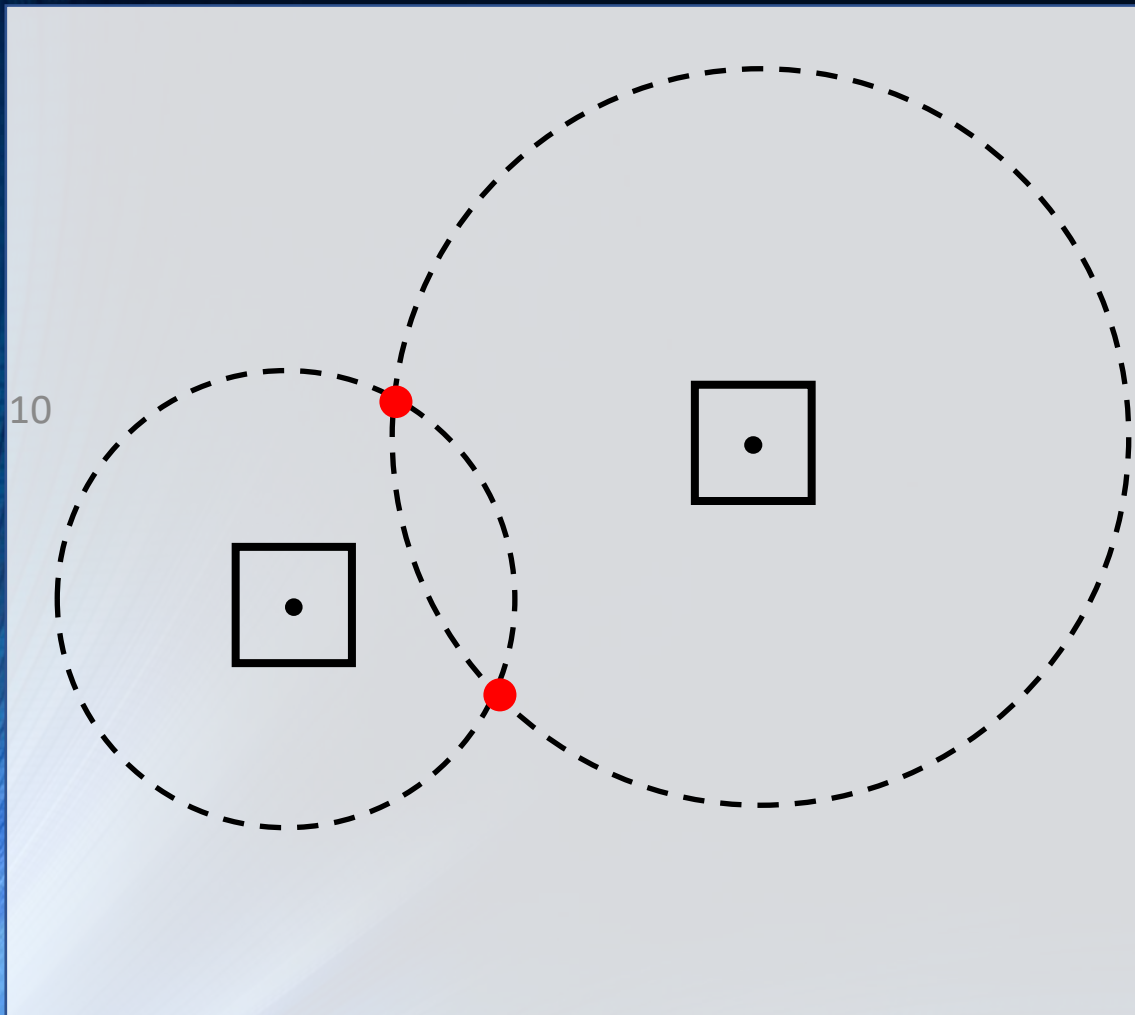
- GNSS
- DME/DME
- VOR/DME
- DME/DME/IRU
- LORAN

C'est avec cette question que le concept PBN apparaît

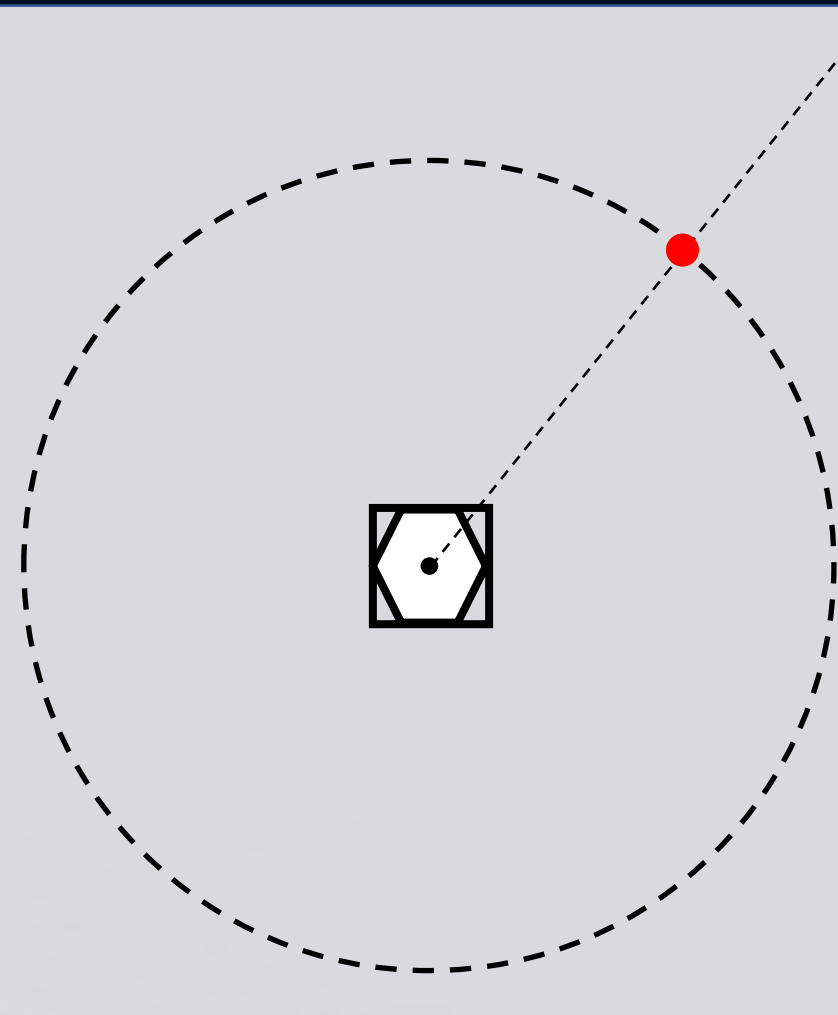
Global Navigation Satellite System (GNSS)



DME/DME

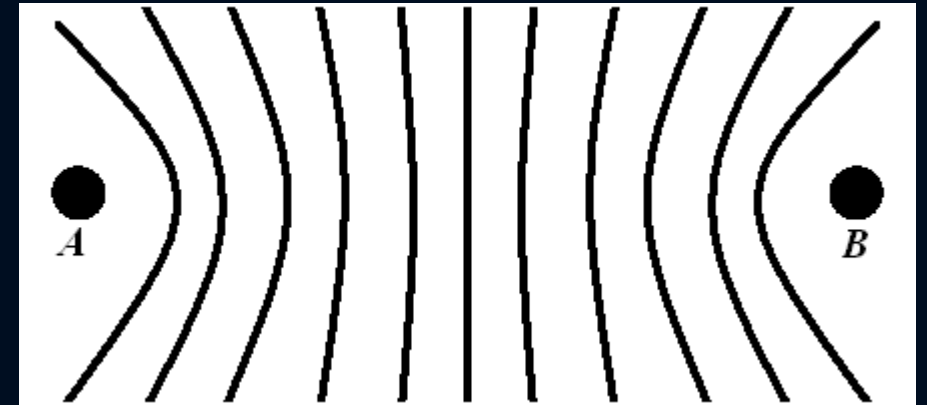
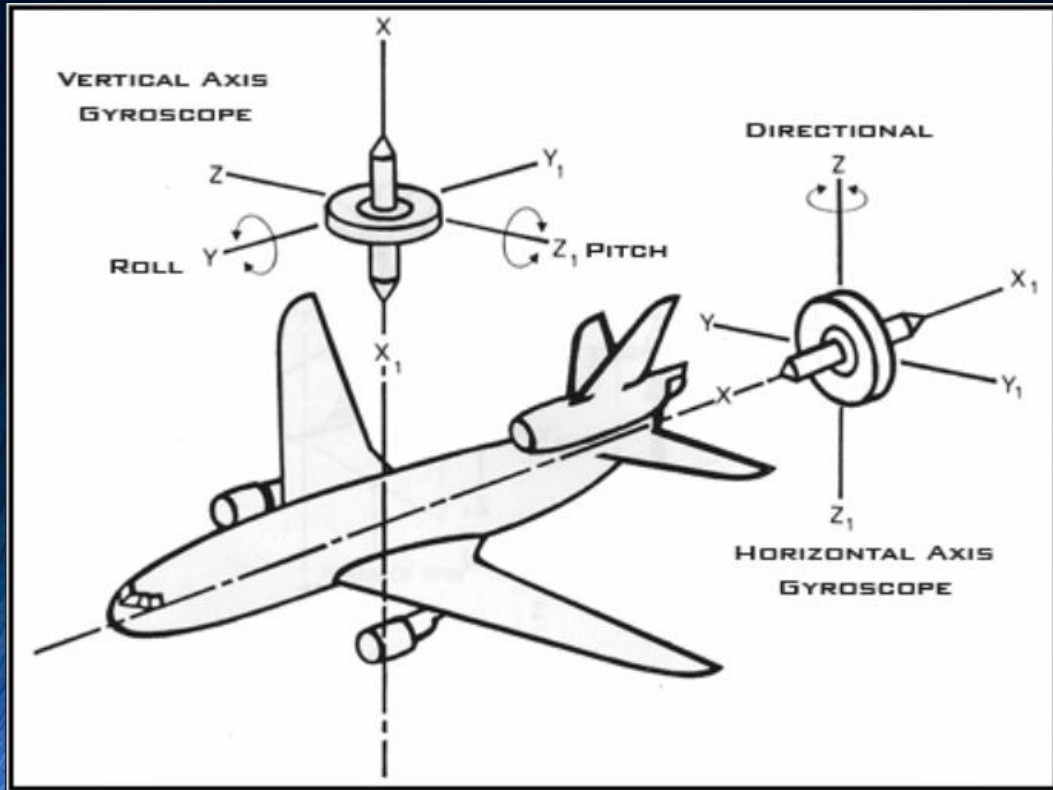


VOR/DME



DME/DME/IRU

LORAN



Systemes d'augmentation

Le systeme GNSS est globalement precis.

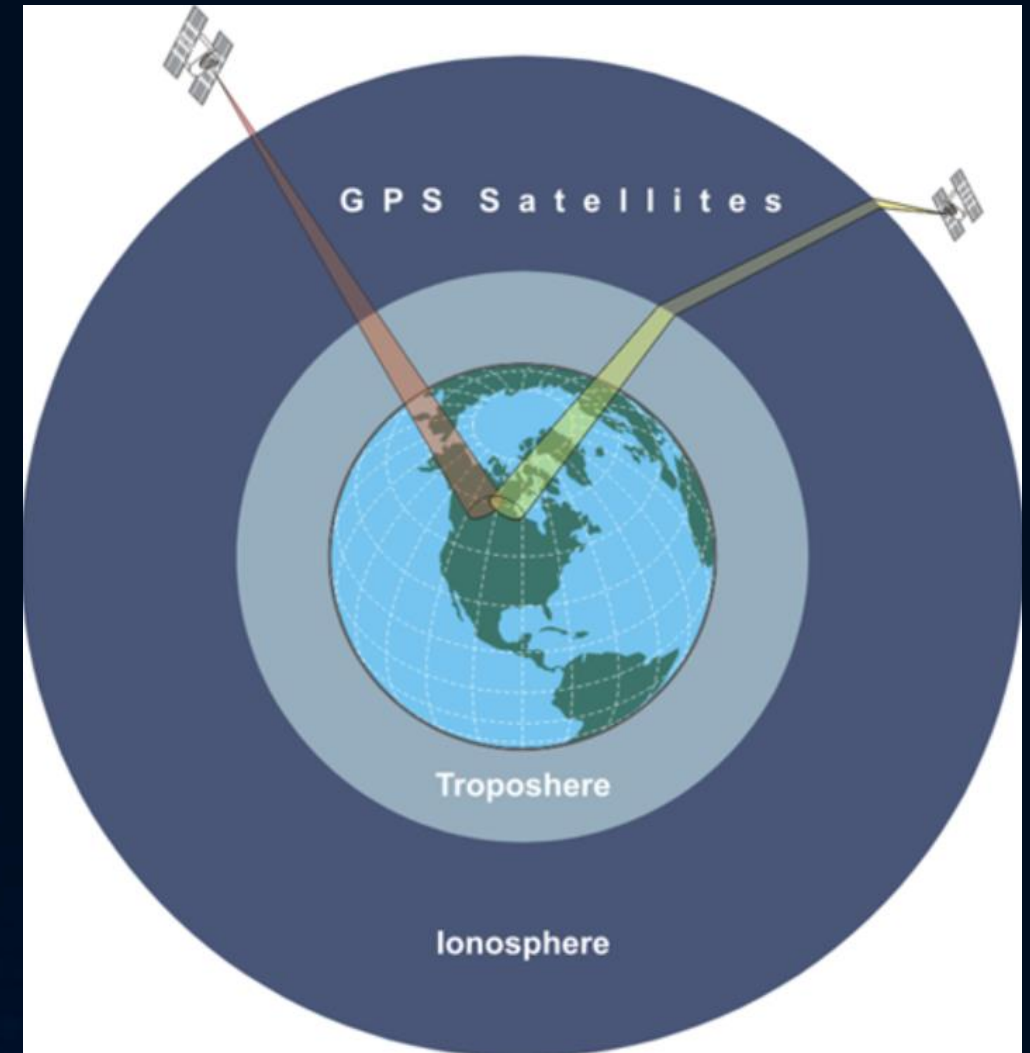
Neanmoins, comment peut-on :

- Garantir la precision du systeme GNSS ?
- Augmenter la precision de ce systeme ?

12

Systemes d'augmentation :

- ABAS
- SBAS
- GBAS

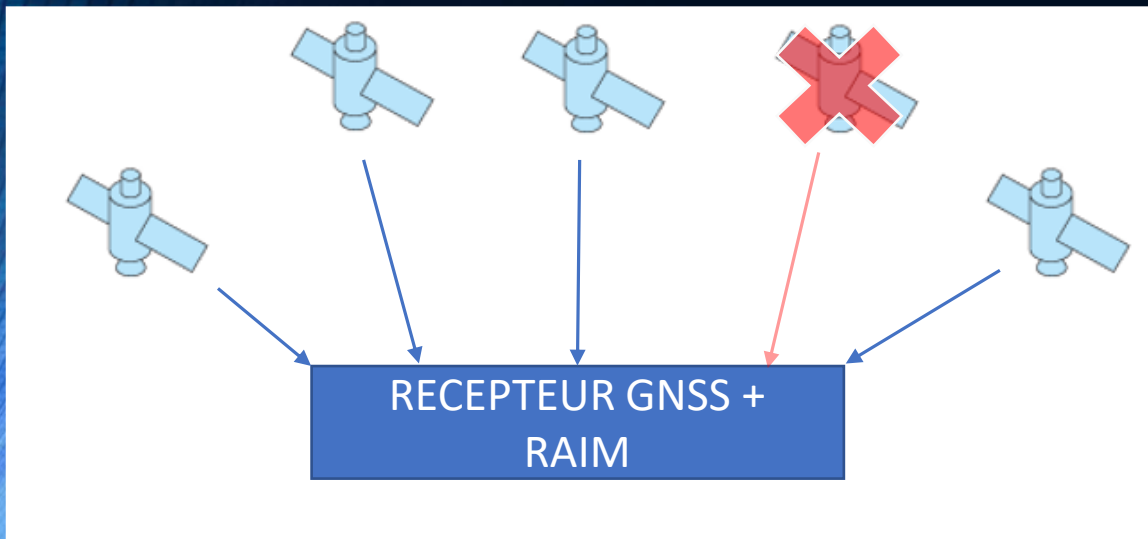


Aircraft Based Augmentation System (ABAS)

RAIM

(Receiver Autonomous Integrity Monitoring)

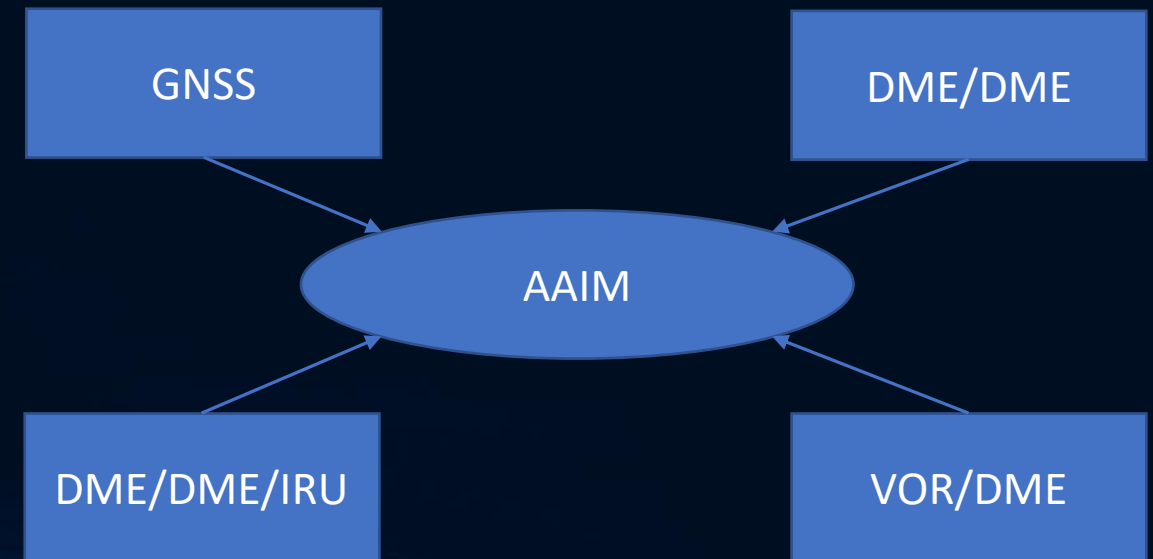
- Permet de détecter un signal défectueux d'un satellite
- Permet de négliger ce satellite si suffisamment d'autres satellites sont présents



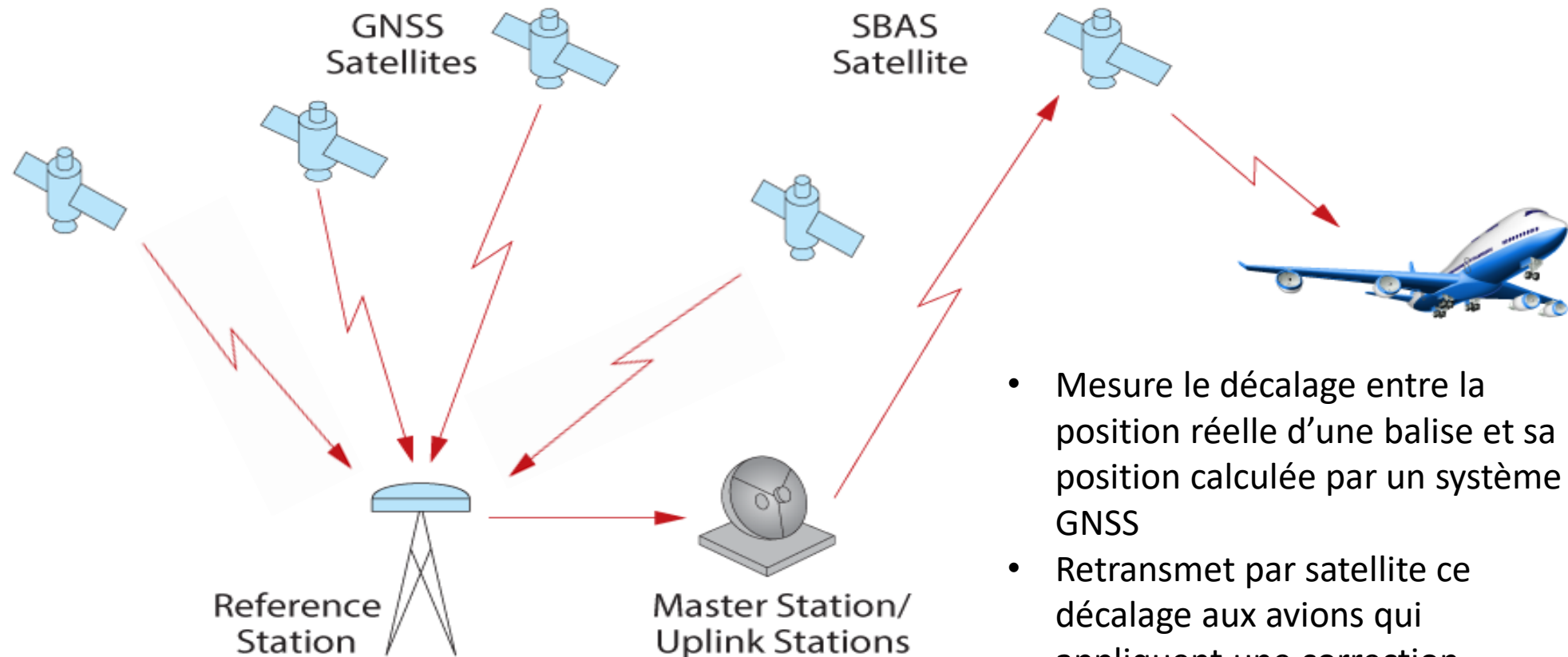
AAIM

(Aircraft Autonomous Integrity Monitoring)

- Permet de comparer le positionnement GNSS à celui d'une autre source (DME/DME, VOR/DME, ...)

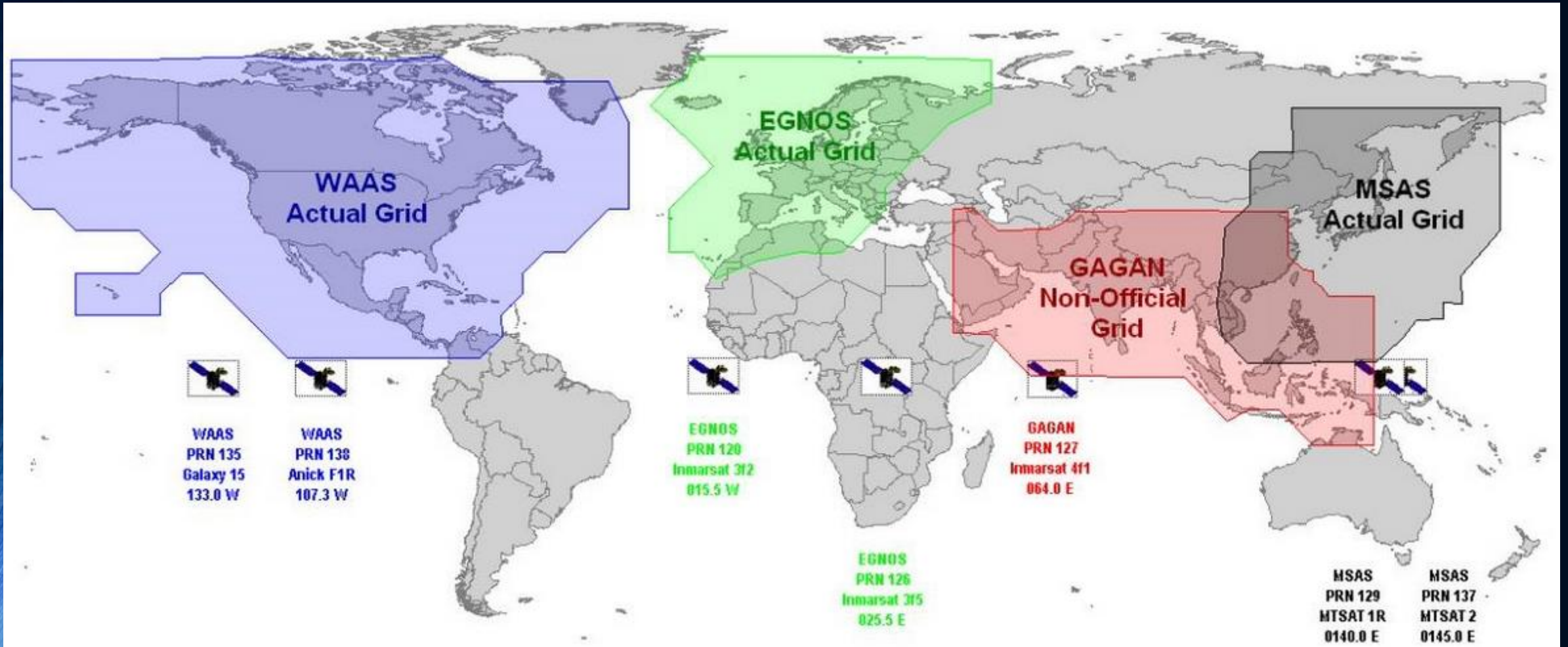


Satellite Based Augmentation System (SBAS)



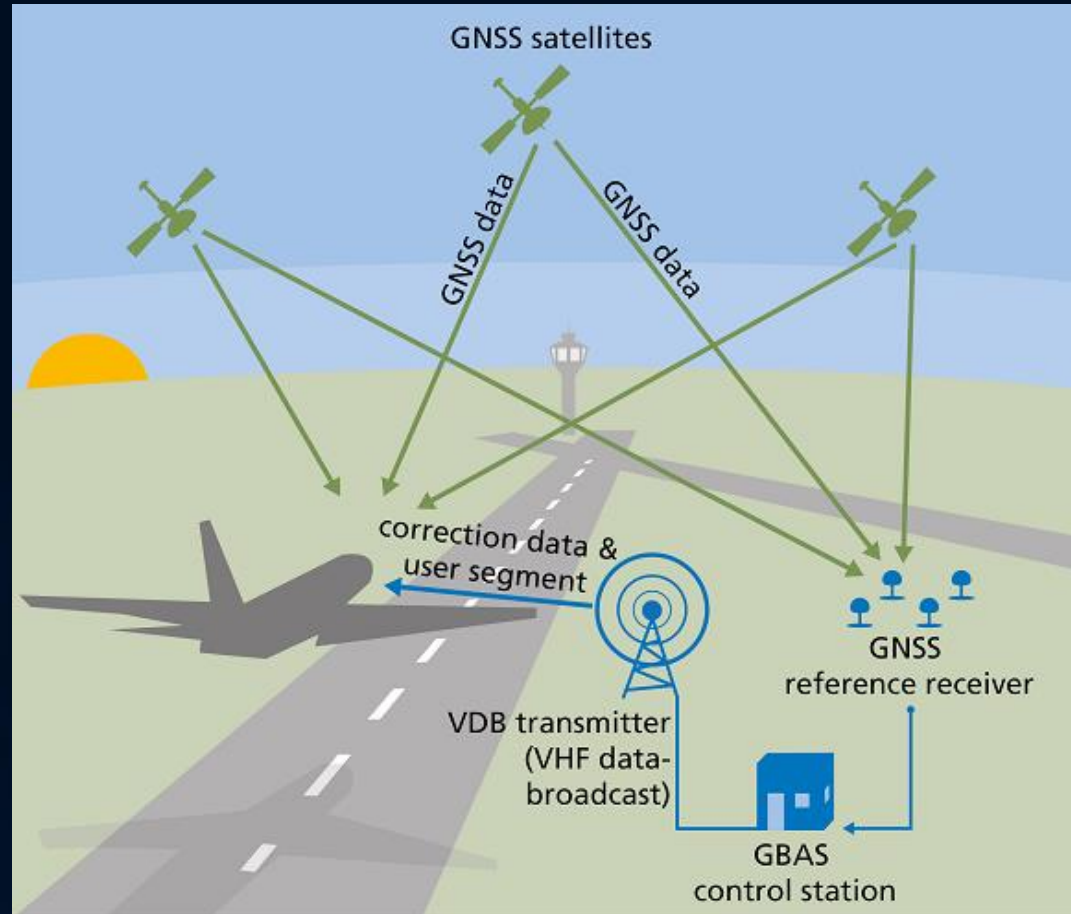
- Mesure le décalage entre la position réelle d'une balise et sa position calculée par un système GNSS
- Retransmet par satellite ce décalage aux avions qui appliquent une correction

Satellite Based Augmentation System (SBAS)



Ground Based Augmentation System (GBAS)

- C'est un SBAS à plus petite échelle (aéroport)
- La transmission du décalage calculé se fait par VHF



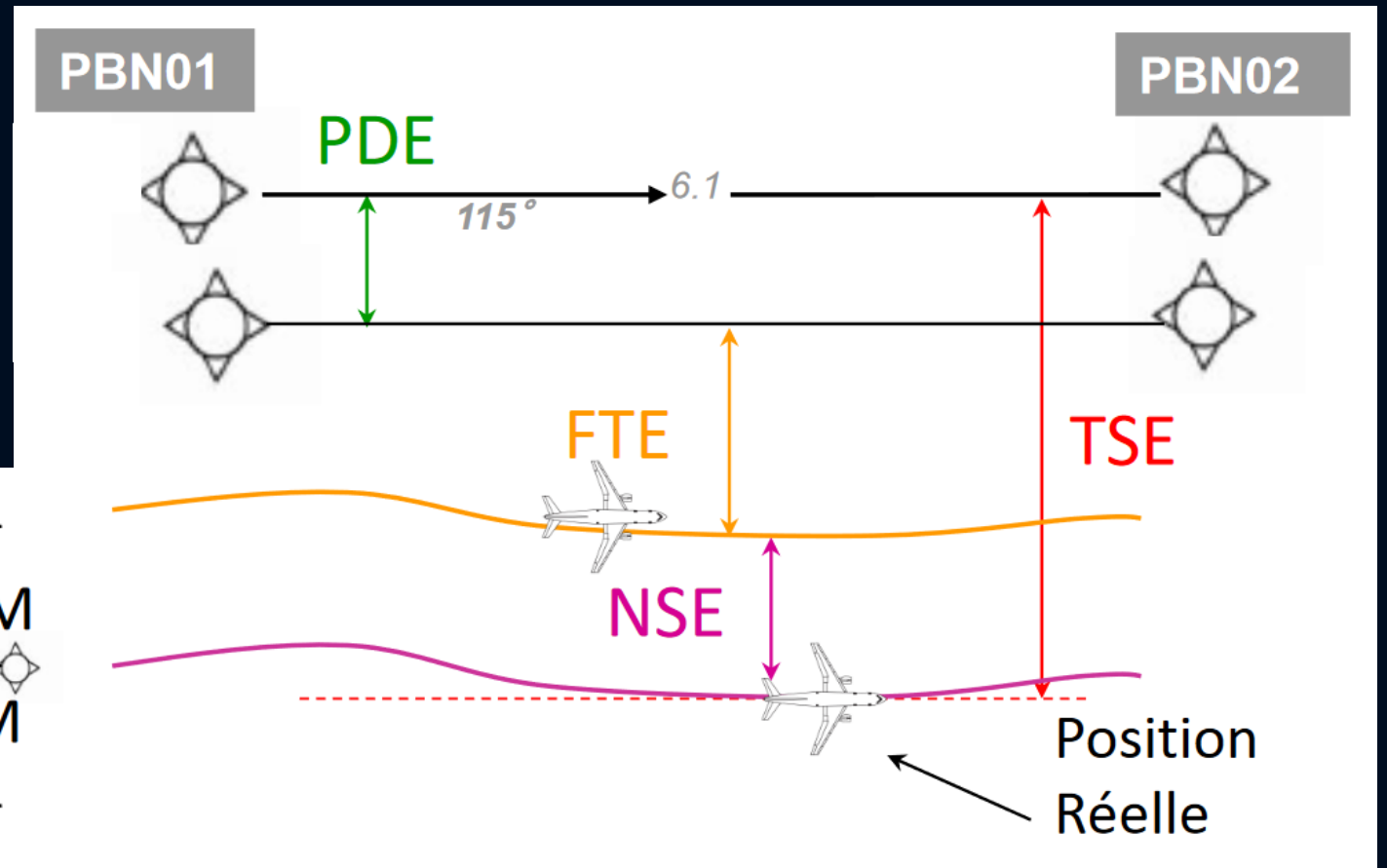
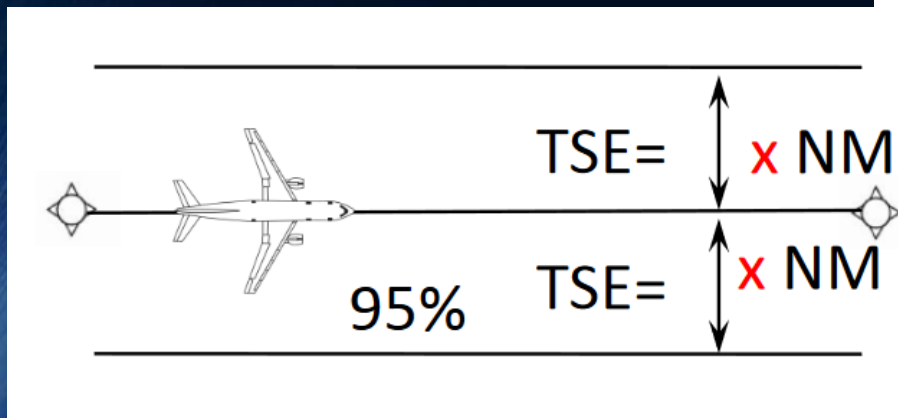
II. Spécification de navigation

- Intégrité et précision de navigation
- Spécifications RNAV et RNP
- Mise en forme dans le plan de vol

Intégrité et précision de navigation

- PDE : *Path Definition Error*
- FTE : *Flight Technical Error*
- NSE : *Navigation System Error*
- TSE : *Total System Error*

18



$$TSE = \sqrt{NSE^2 + FDE^2 + PDE^2}$$

Spécifications de navigation

RNAV

Pas d'alerte de l'équipage en cas de précision non conformes aux attentes !

RNP (*Required navigation Performance*)

- Système OBPMA (*On Board Performance Monitoring and Alerting system*) alertant l'équipage si la précision actuelle (ANP) est inférieure à la précision nécessaire (RNP)
- Obligatoire pour les approches !

RNAV 5 : Spécification RNAV avec TSE inférieure à 5nm pendant 95% du vol

RNP 1 : Spécification RNP avec TSE inférieure à 1nm pendant 95% du vol

Mise en forme dans le plan de vol

		Tous capteurs permis	GNSS	DME/DME	VOR/DME	DME/DME/IRU (ou INS/IRS pour B5)	LORAN
Océanique	RNAV 10	A1					
	RNP 4	L1					
Enroute	RNAV 5	B1	B2	B3	B4	B5	B6
	RNAV 2	C1	C2	C3		C4	
	RNAV 1	D1	D2	D3		D4	
Terminal	RNAV 1(*)	D1	D2	D3		D4	
	RNP 1	O1	O2	O3		O4	
Finale	RNP APCH	S1					
	RNP APCH avec BARO-VNAV	S2					
	RNP AR APCH avec RF	T1					
	RNP AR APCH sans RF	T2					

Exemple :

Case 10a du plan de vol :

- Equipement « R »

Case 18 du plan de vol :

- PBN/D1O1S2T2

- NAV/SBAS GBAS

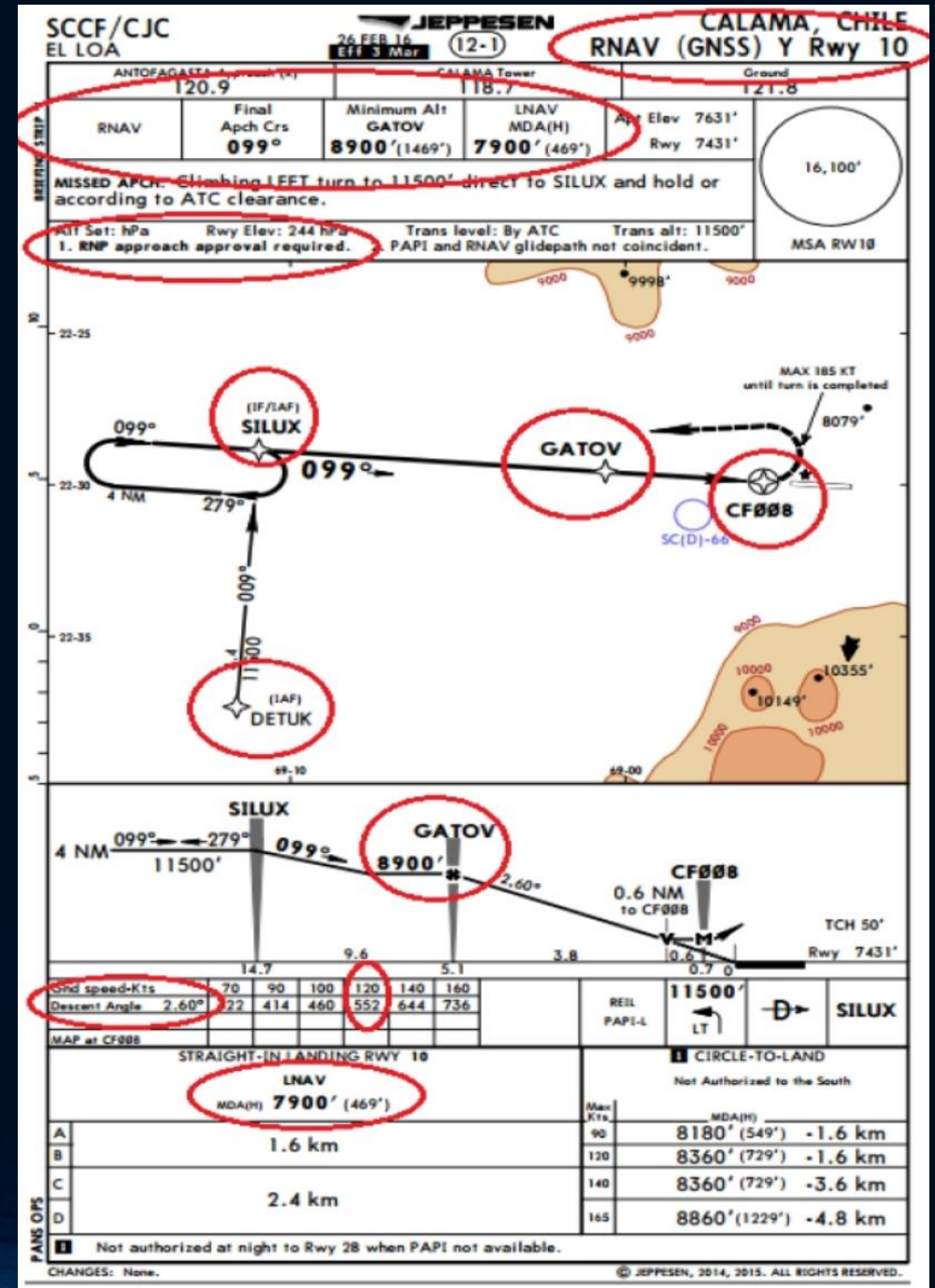
III. Approches RNP

Systeme GNSS indispensable pour effectuer une approche RNP !

- Approches LNAV
- Approches LNAV-VNAV (Baro VNAV)
- Approches LPV
- Approches RNP AR
- Approches GLS
- Mise en forme dans le plan de vol

Approches LNAV

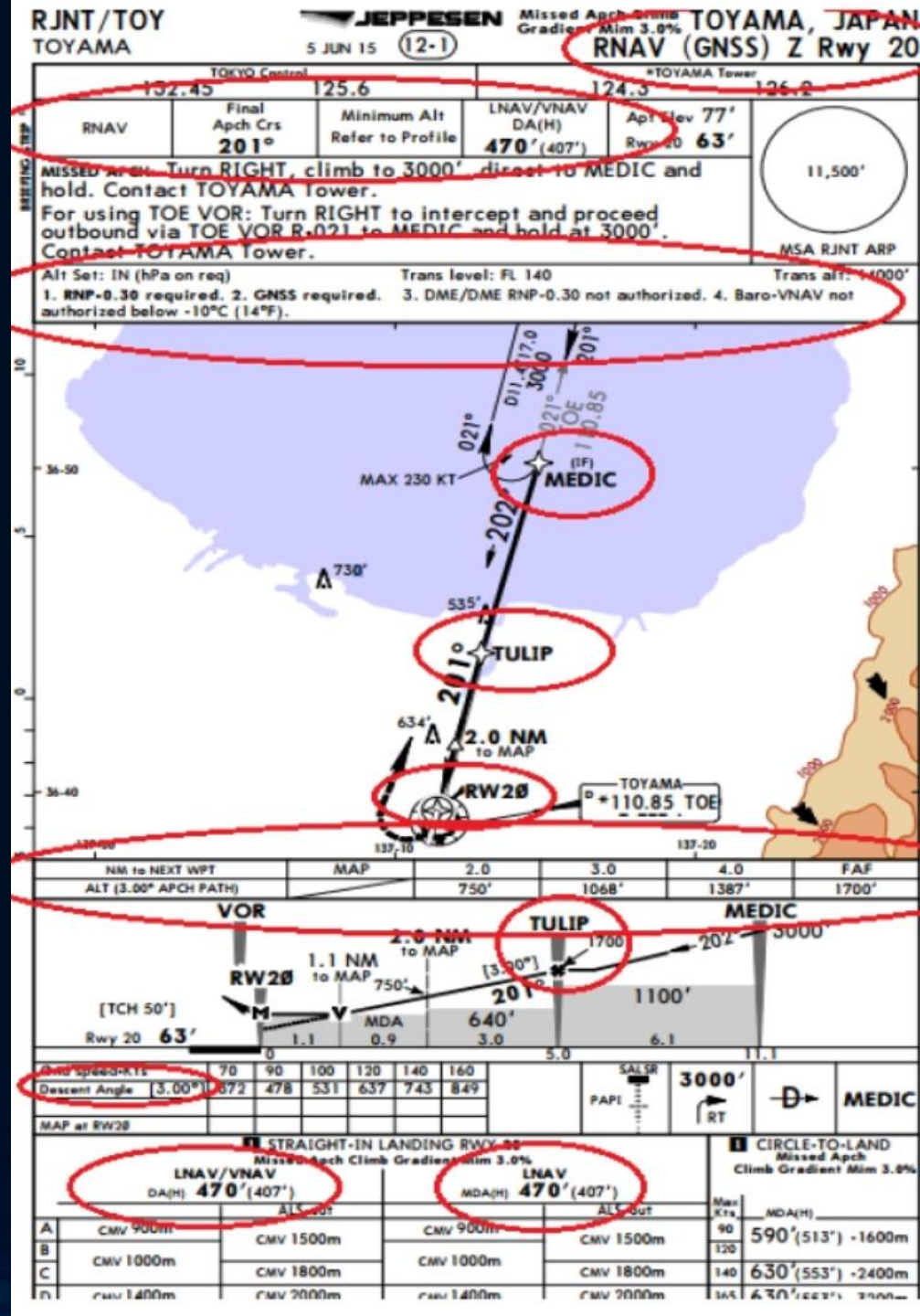
- GNSS + ABAS ou GNSS + SBAS
- Approche 2D de type A



Approches LNAV/VNAV

- GNSS + ABAS ou GNSS + SBAS
- Approche 3D de type A
- Guidage vertical opéré par le FMS grâce aux données des altimètres (BaroVNAV), ou grâce au système SBAS

23

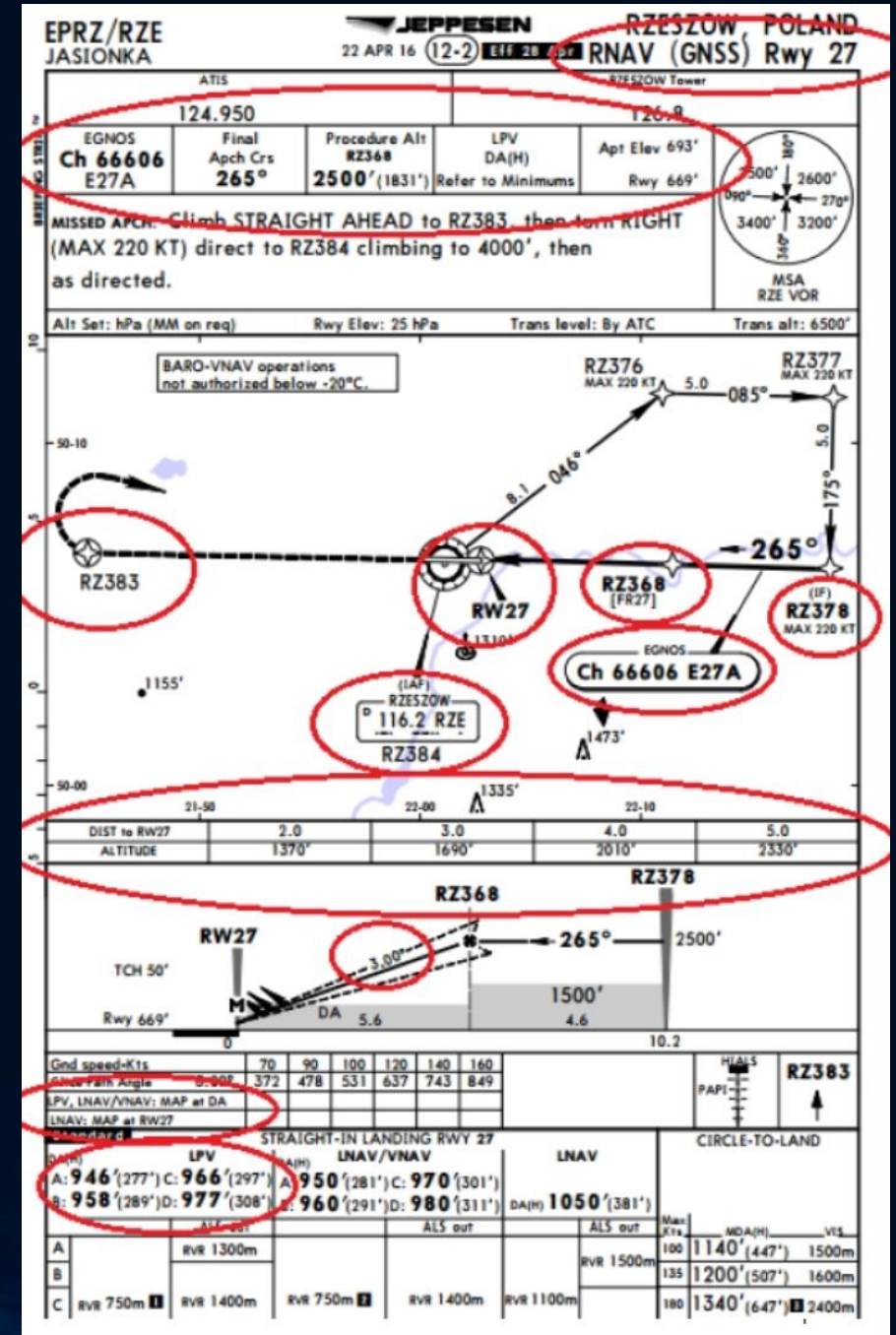


Approches LPV

(Localizer Precision with Vertical Guidance)

- GNSS + SBAS
- Approche 3D de type A ou B
- Guidage vertical opéré par le système SBAS

24



Approches RNP AR

- Marge de franchissement d'obstacle réduite
- L'avion et l'équipage doivent être certifiés
- Eventuellement, la procédure peut comprendre des courbes (RF : *Radius To Fix*)

25

RNP vs. RNP AR

	RNP OPERATION	RNP AR OPERATION
RNP Value 0.3	✓	✓
RNP Value < 0.3 (down to 0.1)		✓
Straight segment between FAP and RWY	✓	✓
Curve between FAP and RWY		✓
Minima DA / DH could be as low as 250ft	✓ *	✓
Departure and/or missed approach RNP Value < 1		✓

CHICAGO, ILLINOIS AL81 (FAA)

APP CRS 135° Rwy ldg 6059 TDZE 611 Apt Elev 620

RNAV (RNP) Y RWY 13C
CHICAGO MIDWAY INTL (MDW)

For uncompensated Baro-VNAV systems, procedure NA 135° to RWY 13C is at least 46° C (115° F).
RF, GPS, and RADAR REQUIRED.

MISSED APPROACH: Climb to 2100 direct FOVGA and 198° track to IGECY then climb to 2600 via 184° track to EON VORTAC and hold.

ATIS 132,75	CHICAGO APP CON 118.4 388.0	MIDWAY TOWER 118,7 226,3	GND CON 121,65	CLNC DEL 121,85
-------------	-----------------------------	--------------------------	----------------	-----------------

Procedure NA for arrivals at JOT VORTAC via V8 westbound.

† Landing Lengths

Rwy 4L	ldg	4749'
Rwy 4R	ldg	5928'
Rwy 13L	ldg	4389'
Rwy 13C	ldg	6059'
Rwy 22L	ldg	5812'
Rwy 22R	ldg	4629'
Rwy 31C	ldg	5826'

5 NM

GP 3.00° TCH 46° *654' MSL

JUPIR	HITOB	2100	FOVGA	TRK 198°	IGECY	2600	EON
2500	2000						

Procedure Turn NA

6.1 NM 4.2 NM

CATEGORY	A	B	C	D
RNP 0.30 DA		1060-1120	1140-1500	1510

SPECIAL AIRCRAFT & AIRCREW AUTHORIZATION REQUIRED

CHICAGO, ILLINOIS Orig-A 07074

CHICAGO MIDWAY INTL (MDW) 41° 47'N-87° 45'W

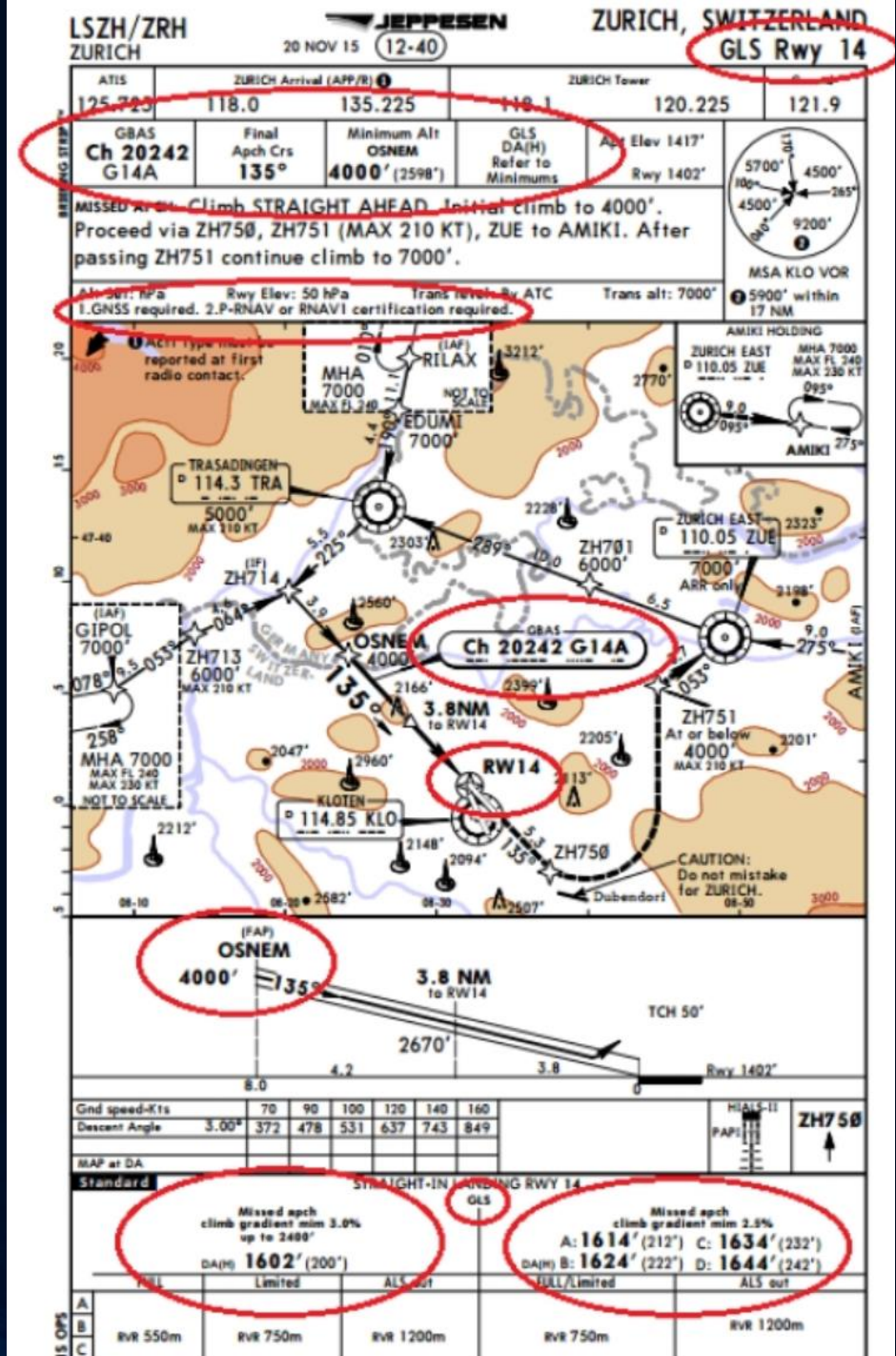
RNAV (RNP) Y RWY 13C

HIRL Rwys 13C-31C and 4R-22L
MIRL Rwys 4L-22R, 13L-31R, and 13R-31L
REIL Rwys 4R, 22L, and 31C
LDIN Rwys 13C and 31C

Approches GLS

(GBAS Landing System)

- GNSS + GBAS
- Approche 3D de type B
- Guidage vertical opéré par le système GBAS



Mise en forme dans le plan de vol

		Tous capteurs permis	GNSS	DME/DME	VOR/DME	DME/DME/IRU (ou INS/IRS pour B5)	LORAN
Océanique	RNAV 10	A1					
	RNP 4	L1					
Enroute	RNAV 5	B1	B2	B3	B4	B5	B6
	RNAV 2	C1	C2	C3		C4	
	RNAV 1	D1	D2	D3		D4	
Terminal	RNAV 1(*)	D1	D2	D3		D4	
	RNP 1	O1	O2	O3		O4	
Finale	RNP APCH	S1					
	RNP APCH avec BARO-VNAV	S2					
	RNP AR APCH avec RF	T1					
	RNP AR APCH sans RF	T2					

Approche LNAV :

- PBN/S1

Approche LNAV/VNAV :

- PBN/S2

Approche LPV :

- PBN/S1
- Equipement « B »

Approche GLS :

- PBN/S1
- Equipement « A »

IV. Que faire si ?

- Vous ne connaissez pas les capacités PBN de votre appareil ?
 - C'est un add-on ? Regardez dans le manuel si le vendeur les a indiquées.
 - Si ce n'est pas un add-on, ou si le vendeur n'a pas indiqué les capacités PBN de l'appareil, référez-vous à la documentation IVAO qui fournit des capacités standard
- Vous perdez la capacité RNAV durant votre vol ?
 - La perte de la capacité RNAV est considérée comme une urgence.
 - Il est important de faire un briefing avant le départ/l'arrivée/l'approche permettant de réagir rapidement en cas de perte RNAV : où aller ? À quelle altitude ?

V. Documents liés

- La navigation RNAV :

[http://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=Area Navigation - RNAV](http://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=Area_Navigation_-_RNAV) (EN)

- Les systèmes de la navigation RNAV :

[http://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=Area Navigation - RNAV - Systems](http://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=Area_Navigation_-_RNAV_-_Systems) (EN)

- Les équipements embarqués dans le plan de vol :

[http://storage.ivao.fr/training_public/Section%20Instruction/Pilote/PP/REG EQU.pdf](http://storage.ivao.fr/training_public/Section%20Instruction/Pilote/PP/REG_EQU.pdf) (FR)

Vous avez des questions ?

- Si vous avez des questions maintenant, posez les !
- Des questions vous viennent plus tard ? Fouillez dans la documentation, ou bien contactez le département training qui se fera un plaisir de vous éclairer !