

# Introduction aux concepts GNSS de l'OACI et contrôle d'intégrité

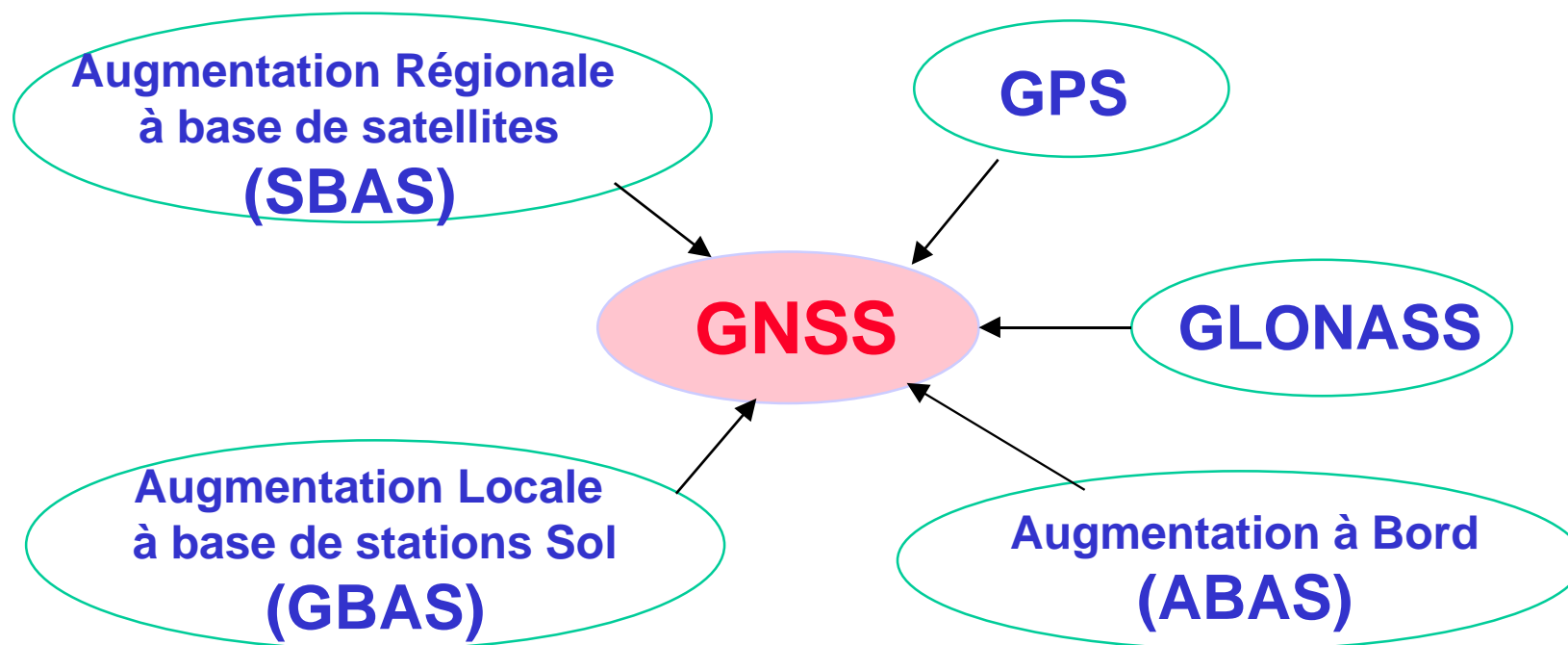
Benoît Roturier (STNA)

Journée intégrité de la commission  
Positionnement Statique et Dynamique



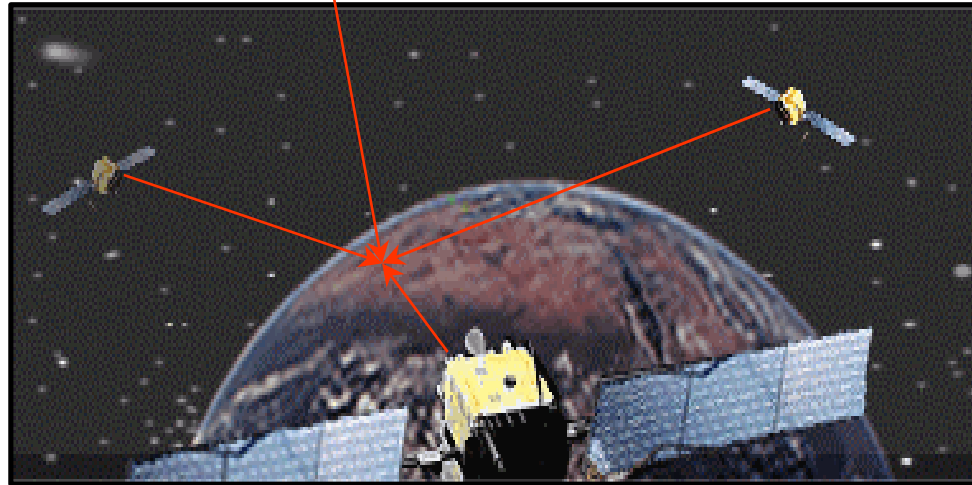
# CONCEPT GNSS OACI

- Fév. 94 : Recommandation du conseil de l'OACI :
  - "Utilisation de la technologie des satellites dans la Navigation aérienne en exploitant par exemple dans les meilleurs délais des services de type GNSS, au moyen de GPS, du GLONASS, de compléments... »



# Limitations fondamentales GPS/GLONASS

## Précision



- Précision dépendante de:
  - **Milieu de propagation** (ionosphère, troposphère, multitrajets, interférences)
  - **Dérives horloges atomiques satellites, Erreurs d'éphéméride, Dégradation volontaire (SA)**
  - **Dilution géométrique de la précision**

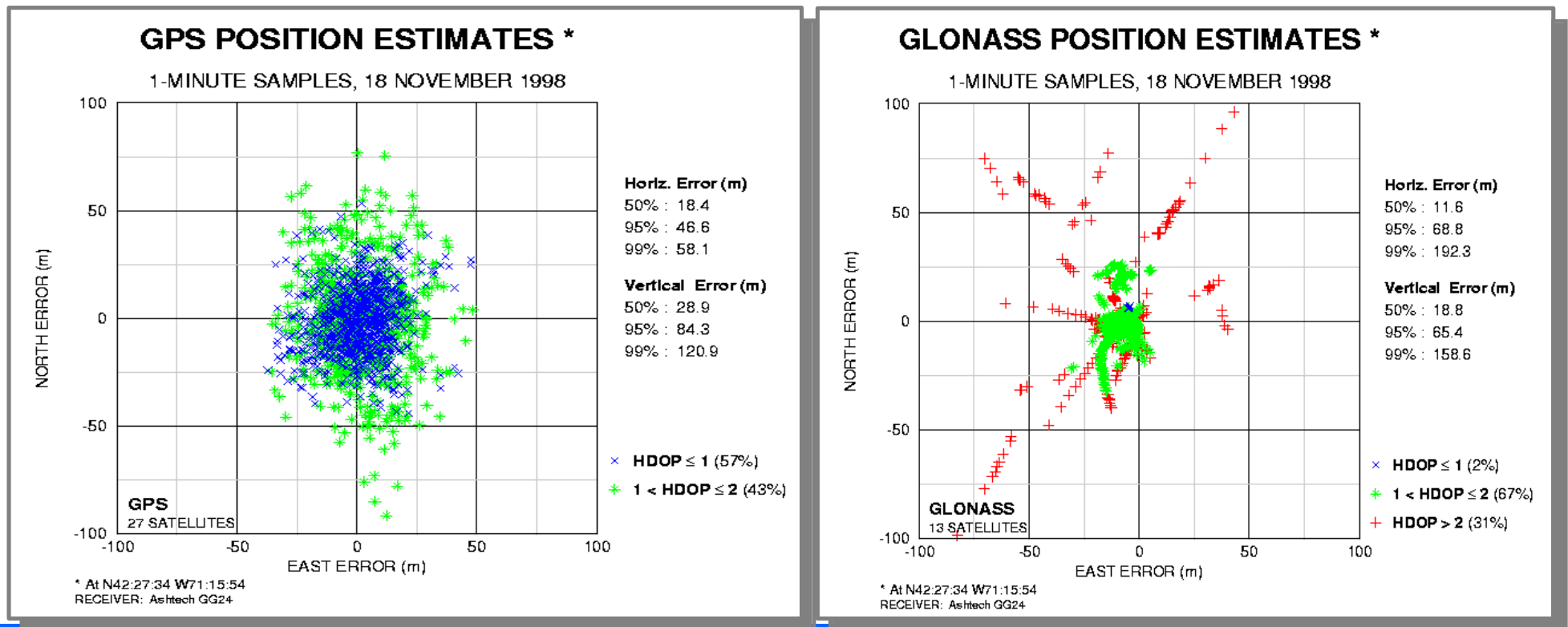
Erreur position garantie  
SARPs GPS OACI

|       |       |        |
|-------|-------|--------|
|       | 95%   | 99,99% |
| Hor:  | 100 m | 300 m  |
| Vert: | 156 m | 500 m  |

# Limitations fondamentales GPS/GLONASS

## Précision: Effet de la dilution géométrique

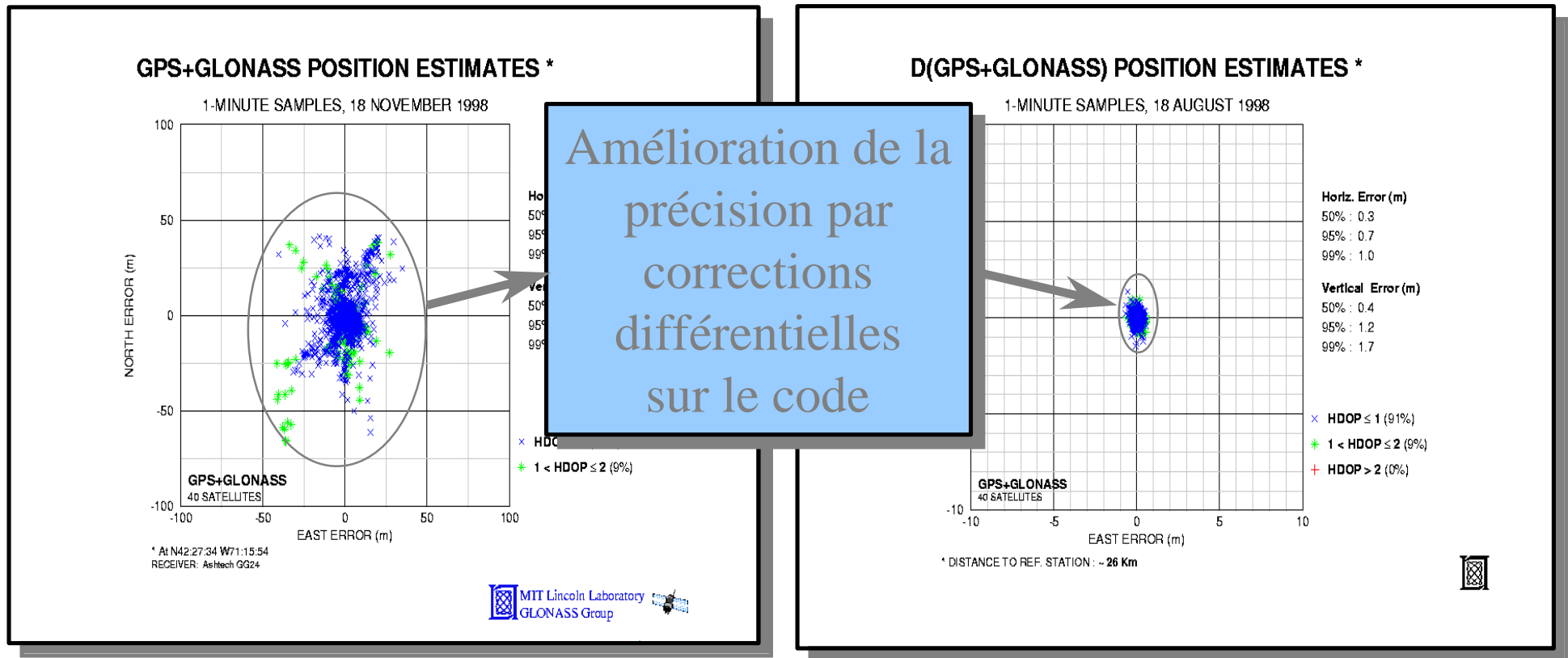
- La précision apparente moindre de GLONASS provient uniquement du plus faible nombre de sat:



# Limitations fondamentales GPS/GLONASS

## Précision: Effet des techniques différentielles

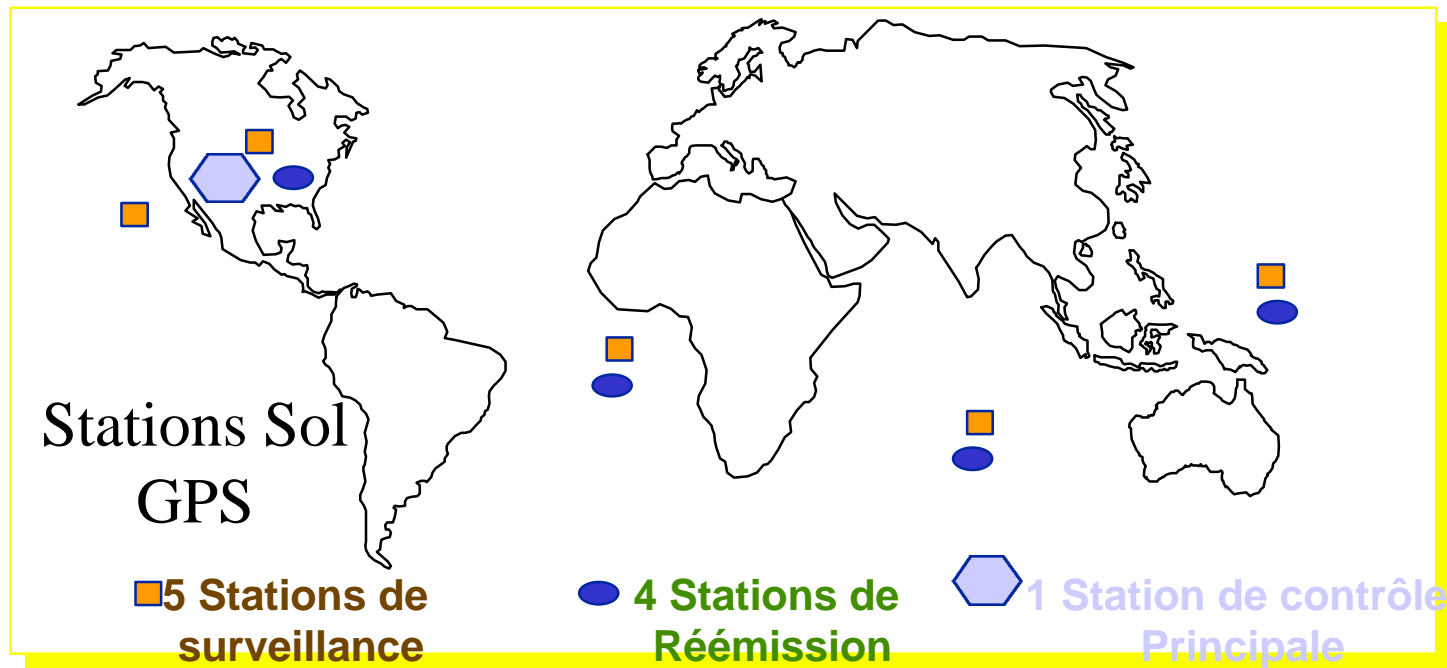
- GNSS: différentiel local (GBAS) ou régional (SBAS)



# Limitations fondamentales GPS/GLONASS

## Intégrité

- Pas d 'engagement sur l 'intégrité GPS/GLONASS
  - Segment sol insuffisant pour délais d 'alarme courts:

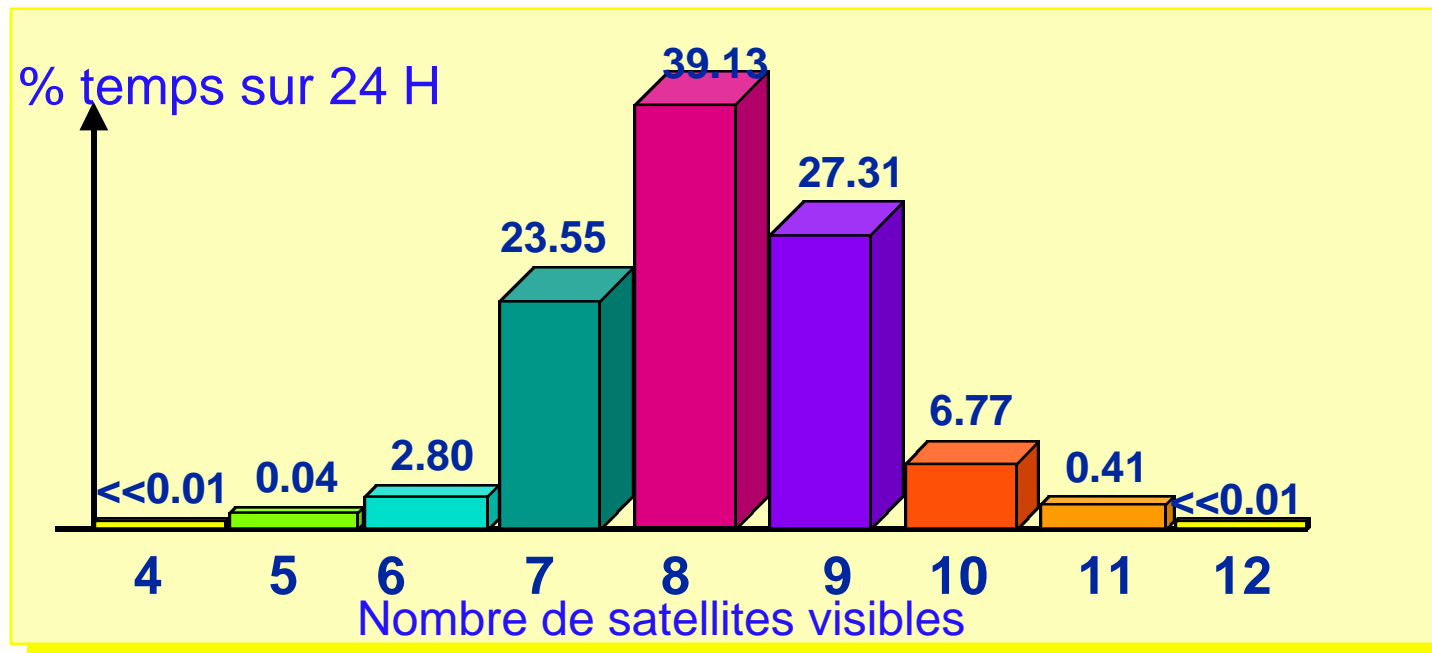


- ⇒ Augmentations ABAS, SBAS, GBAS fournissent un service d 'intégrité

# Limitations fondamentales GPS/GLONASS

## Disponibilité, Continuité de service (I)

- Le nombre de satellites en vue peut devenir insuffisant
  - SARPs OACI GPS: disponibilité 99,85%

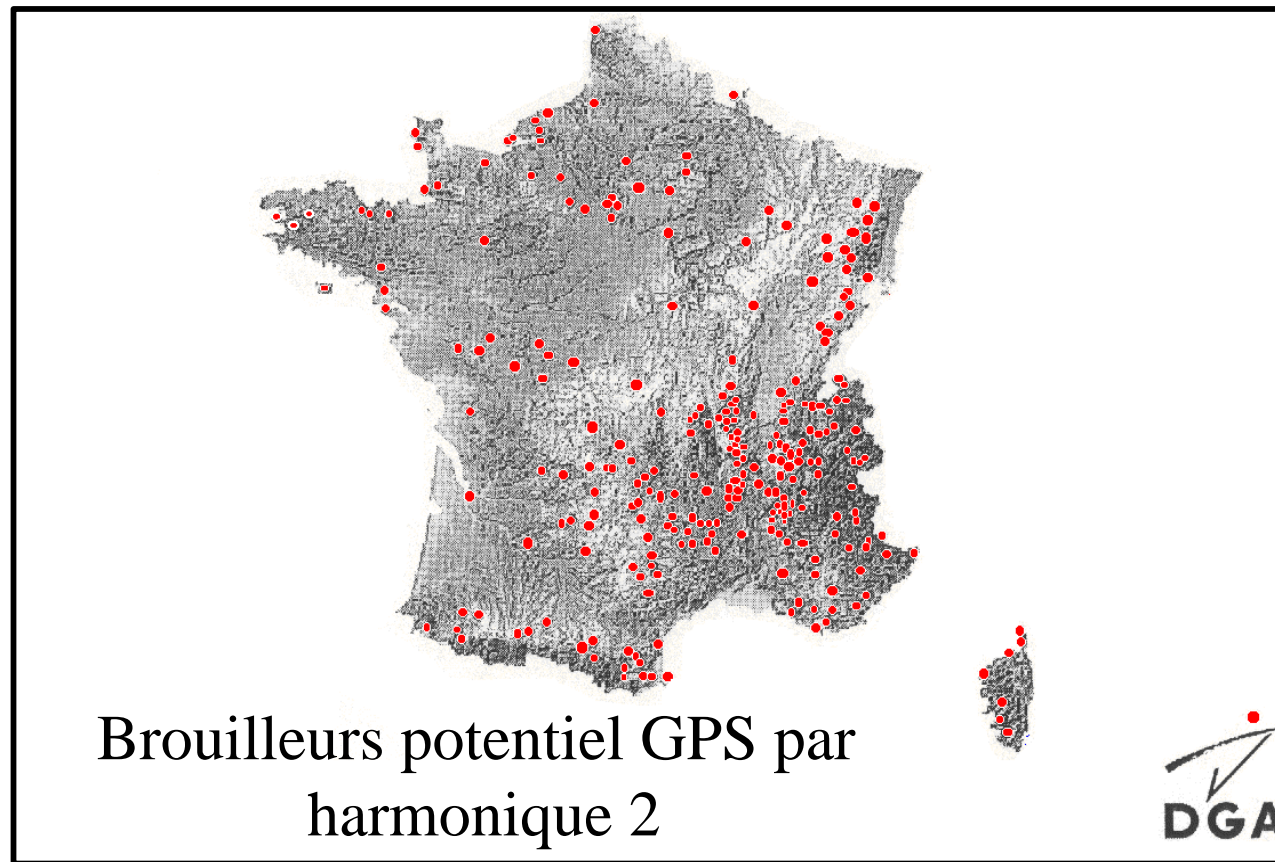


- ⇒ Un signal supplémentaire type GPS/GLONASS peut être transmis par des satellites géostationnaires (SBAS)

# Limitations fondamentales GPS/GLONASS

## Disponibilité, Continuité de service (II)

- La possibilité d'interruption du GNSS par brouillage est un problème majeur (Rq: augmentations inefficaces)

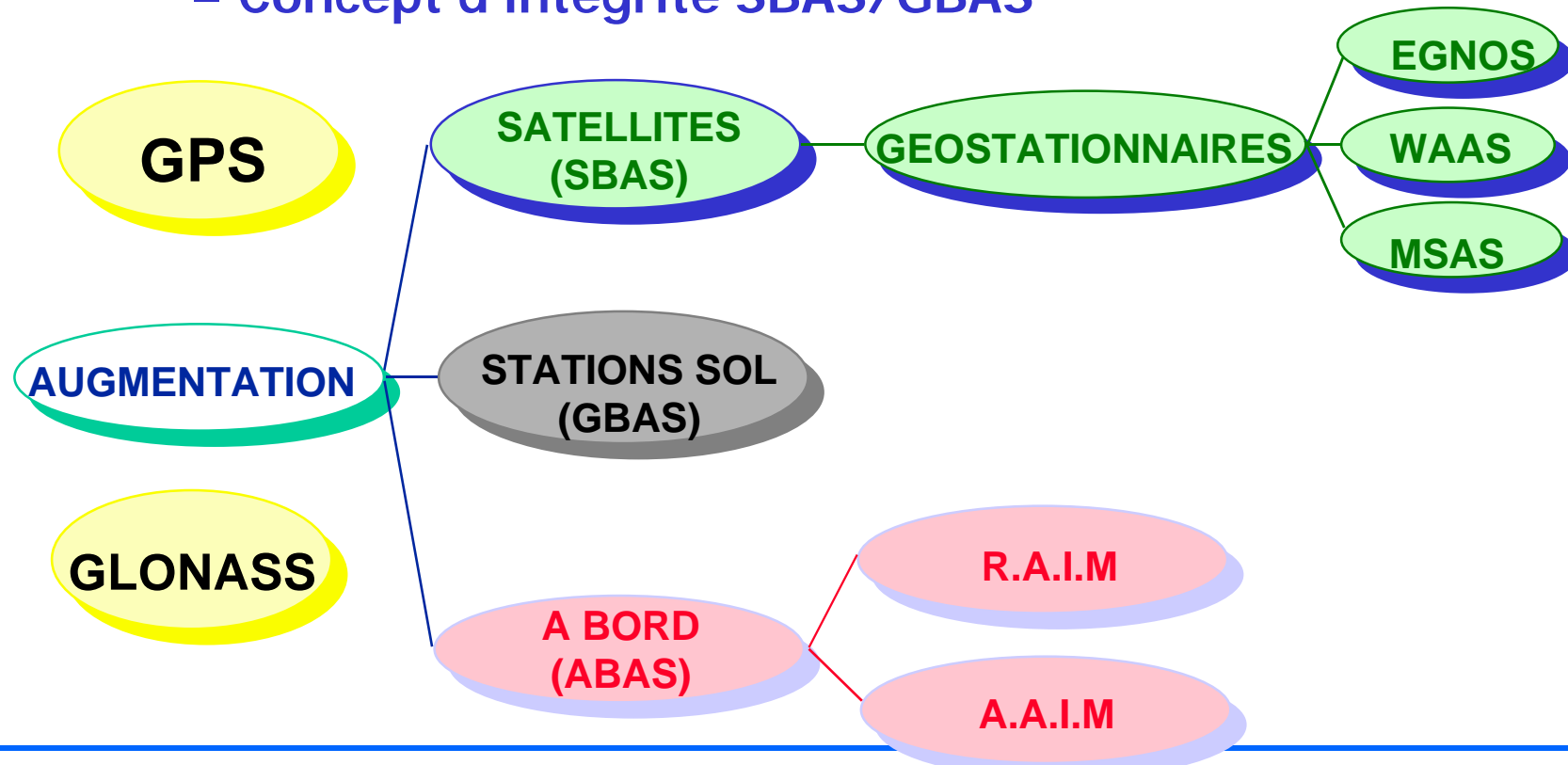




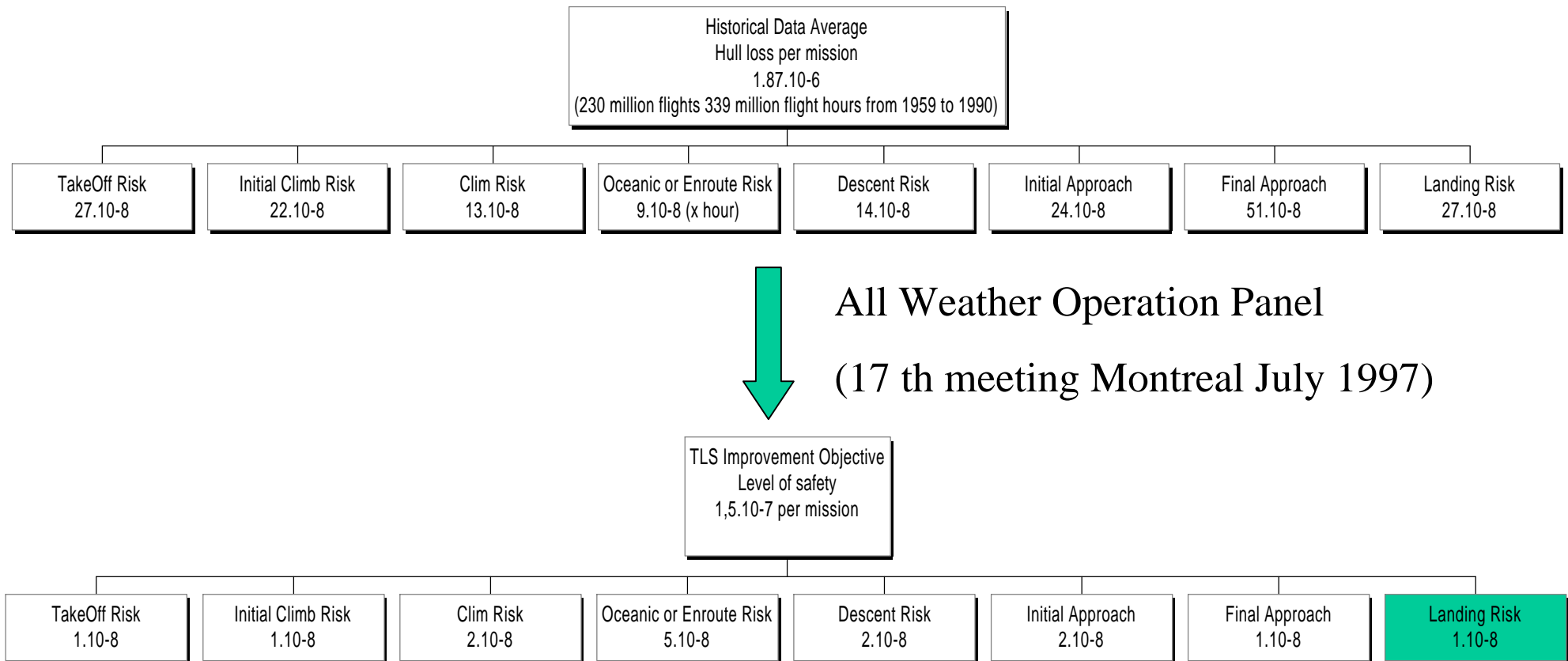
# Concept GNSS OACI

## Normes

- Normes OACI finalisées GNSSP Seattle, Juin 00 (Publi: ~Nov. 01)
  - **Validation détection de défaillances** sat. GPS (pas GLONASS)
    - » Pas de SARPs GLONASS à court terme pour SBAS/GBAS
  - **Concept d'intégrité SBAS/GBAS**

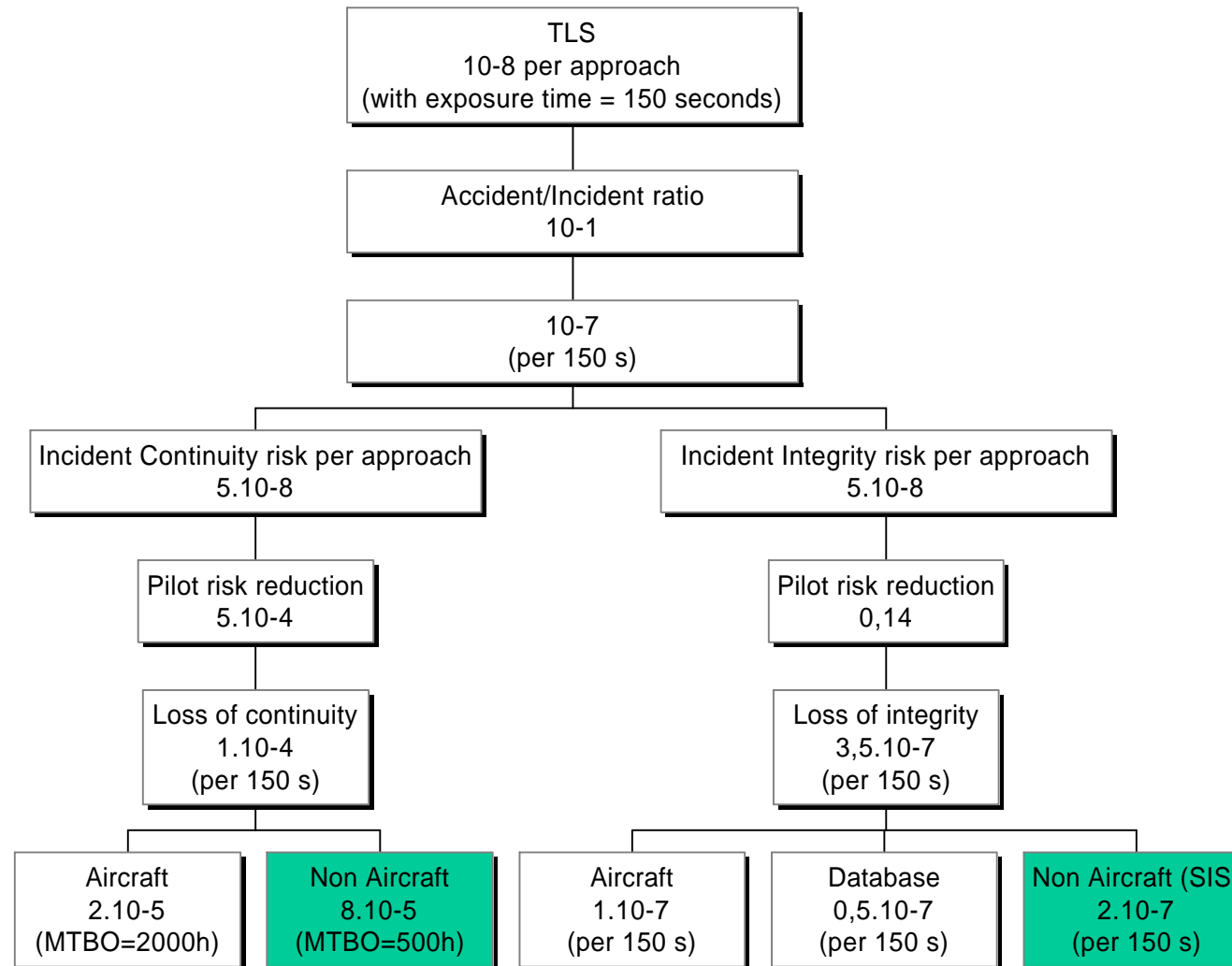


# Target Level of Safety



# Arbre de défaillance

## Atterrissage avec guidage vertical (APV I, APV II, Cat. I)



# Concept GNSS OACI

## Niveau de performance requis du signal dans l'espace

| Typical operation(s)  | Accuracy horizontal 95% | Accuracy vertical 95%               | Integrity                              | Time to alert | Continuity                                    | Availability        | Associated RNP type(s) |
|---|-------------------------|-------------------------------------|--|---------------|---|---------------------|------------------------|
| <b>En-route</b>   | 3.7 km<br>(2.0 NM)      | N/A                                 | $1 \cdot 10^{-7}/h$                    | 5 min         | $1 \cdot 10^{-4}/h$ to<br>$1 \cdot 10^{-8}/h$ | 0.99 to<br>0.99999  | 20 to 10               |
| <b>En-route, Terminal</b>   | 0.74 km<br>(0.4 NM)     | N/A                                 | $1 \cdot 10^{-7}/h$                    | 15 s          | $1 \cdot 10^{-4}/h$ to<br>$1 \cdot 10^{-8}/h$ | 0.999 to<br>0.99999 | 5 to 1                 |
| <b>Initial approach, Intermediate approach, Non-precision approach, Departure</b> | 220 m<br>(720 ft)       | N/A                                 | $1 \cdot 10^{-7}/h$                    | 10 s          | $1 \cdot 10^{-4}/h$ to<br>$1 \cdot 10^{-8}/h$ | 0.99 to<br>0.99999  | 0.5 to 0.3             |
| <b>Approach operations with vertical guidance (APV-I)</b>                         | 220 m<br>(720 ft)       | 20 m<br>(66 ft)                     | $1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ per approach | 10 s          | $1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ in any 15 s         | 0.99 to<br>0.99999  | 0.3/125                |
| <b>Approach operations with vertical guidance (APV-II)</b>                        | 16.0 m<br>(52 ft)       | 8.0 m<br>(26 ft)                    | $1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ per approach | 6 s           | $1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ in any 15 s         | 0.99 to<br>0.99999  | 0.03/50                |
| <b>Category I precision approach</b>  | 16.0 m<br>(52 ft)       | 6.0 m to 4.0 m (7) (20 ft to 13 ft) | $1 \cdot 2 \cdot 10^{-7}$ per approach | 6 s           | $1 \cdot 8 \cdot 10^{-6}$ in any 15 s         | 0.99 to<br>0.99999  | 0.02/40                |

# Le Concept de protection HPL/VPL

- HPL/VPL: Horizontal/Vertical Protection Level
- Objectif:
  - Calculer une borne sur l'erreur de position avec un niveau de confiance correspondant à l'exigence d'intégrité. Dépend principalement de:
    - position relative utilisateur/satellites
    - incertitude sur les pseudo-distances utilisées
- HPL/VPL sont des fonctions du temps
  - HPL/VPL sont comparées à tout instant aux valeurs d'alarme fixes (HAL/VAL) définies pour une catégorie d'opération

