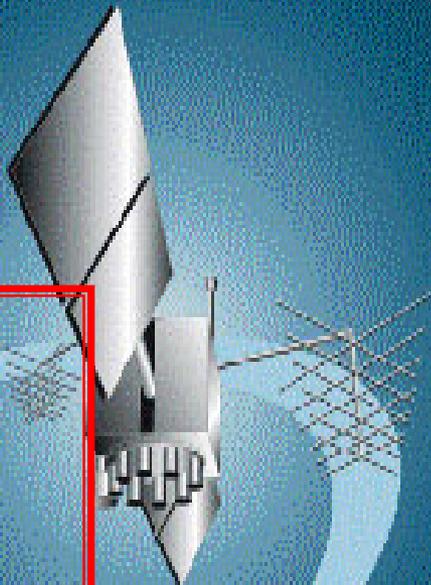


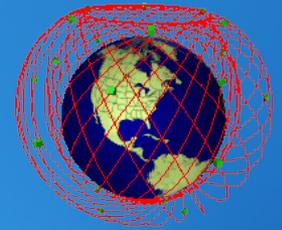
# STAGES THÉORIQUES PPL



# LE G.P.S.



# LE G.P.S.



## SOMMAIRE

Historique et objectifs du GPS

Principe de fonctionnement et systèmes

Description des éléments du système GPS

Évaluation des précisions

Intégrité et réglementation

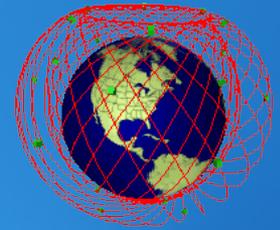
Le GPS en aviation légère

Évolutions des systèmes de positionnement

Avantages et inconvénients du GPS



# LE G.P.S.



## HISTORIQUE ET OBJECTIFS DU SYSTÈME DE POSITIONNEMENT PAR SATELLITE

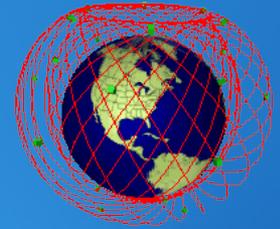
### LE SYSTÈME NAVSTAR GPS

(NAVigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System")  
est un système de positionnement radioélectrique par satellites  
conçu par le Département de la Défense des Etats-Unis d'Amérique.

### LES OBJECTIFS INITIAUX DU CONCEPT GPS

- 👉 Prévu initialement pour une utilisation militaire
- 👉 Financé, réalisé et géré par l'armée américaine
- 👉 Précision initiale de la distance = 10 m
- 👉 Précision initiale du temps = une microseconde
- 👉 Possibilité d'utilisation civile (aviation, marine, police, ...)  
mais avec dégradation du signal et des mesures

# LE G.P.S.



## HISTORIQUE ET OBJECTIFS DU SYSTÈME DE POSITIONNEMENT PAR SATELLITE

### DATES REMARQUABLES

1965 Premier concept du NAVSTAR - GPS

1972 Études préliminaires

1974 - 1979 Validation du concept

1979 - 1986 Évaluation et développement

1986 - 1994 Mise en place opérationnelle

### MESURES DÉLIVRÉES

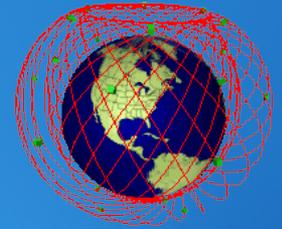
COORDONNÉES  
GÉOGRAPHIQUES

DIRECTION  
DÉPLACEMENT

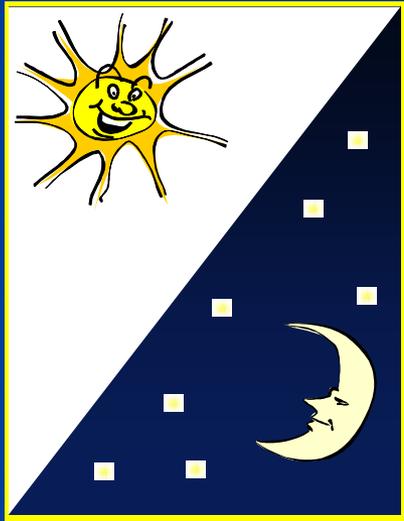
VITESSE  
TEMPS

DISTANCE  
ALTITUDE

# LE G.P.S.

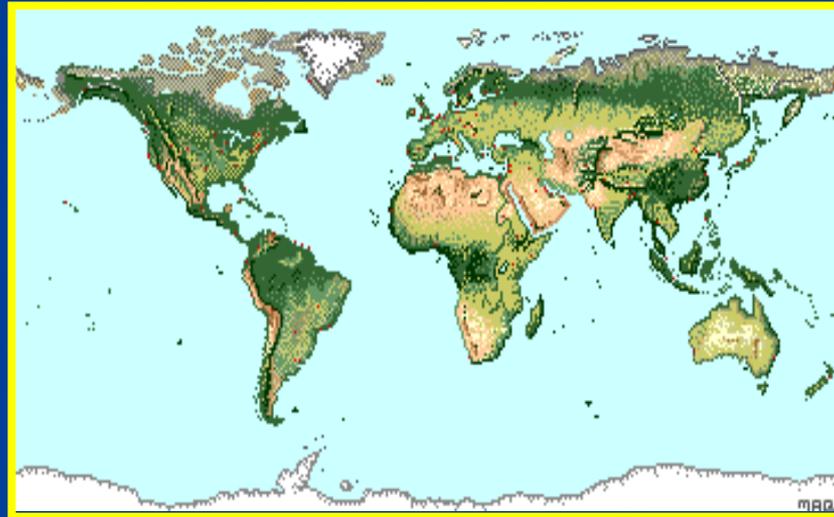


## HISTORIQUE ET OBJECTIFS DU SYSTÈME DE POSITIONNEMENT PAR SATELLITE



**24 Heures / 24**

**Transmissions  
continues**



**Monde entier**

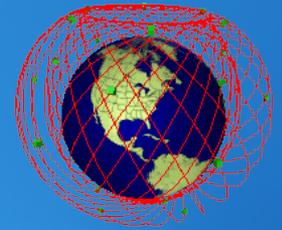
**Couverture complète  
depuis avril 1995**



**Tous temps**

**Précisions  
optimisées**

# LE G.P.S.



## HISTORIQUE ET OBJECTIFS DU SYSTÈME DE POSITIONNEMENT PAR SATELLITE

### LA RADIONAVIGATION PAR SATELLITES

Regroupés sous l'appellation G.N.S.S (Global Navigation Satellite System) trois systèmes de navigation par satellite devraient se partager ce créneau

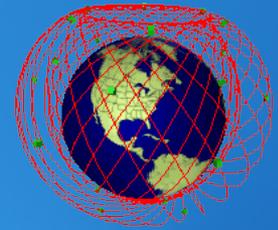
- 👉 Le NAVSTAR, système américain
- 👉 Le GLONASS, système russe
- 👉 Le GALILÉO, système européen (phase d'étude)

Par contre, le système de positionnement GPS est devenu universel et prend appui sur une modélisation de la terre suivant la norme WSG84 (World Géodétic System 1984). L'OACI recommande cette norme de positionnement comme standard mondial depuis 1998.

L'arrêté du 29 octobre 1996 (J.O.R.F. du 13/11/1996) introduit l'utilisation du GPS comme moyen de navigation secondaire à bord des avions dans l'espace aérien français.

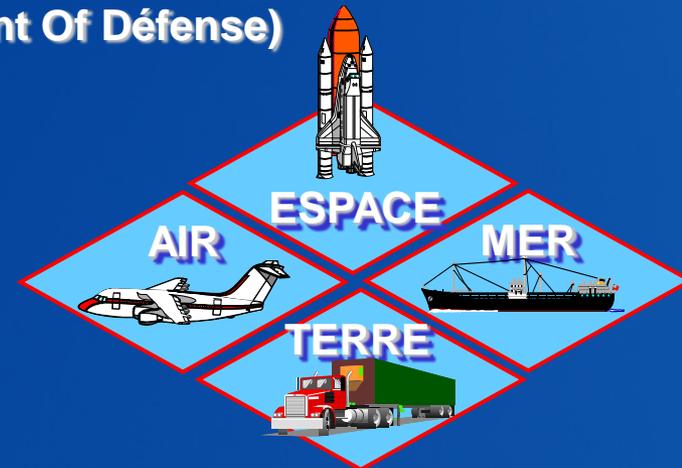


# LE G.P.S.

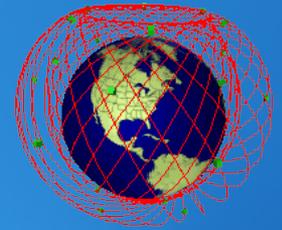


## PRINCIPE D'ACCESSIBILITÉ DU G.P.S.

- **Systeme passif permettant un nombre illimité d'utilisateurs**
- **Utilisation gratuite du systeme GPS**
- **Accès civil garanti en octobre 1994 par un memorandum (MOA : Memorandum Of Agrément) établi entre**
  - **le ministère des transports (DOT : Département Of Transportation) et**
  - **le ministère de la défense (DOD : Département Of Défense)**
  - des États Unis**
- **Depuis le 1er mai 2000, engagement du Gouvernement américain de mettre fin à la dégradation volontaire du signal GPS (Selective Availability)**

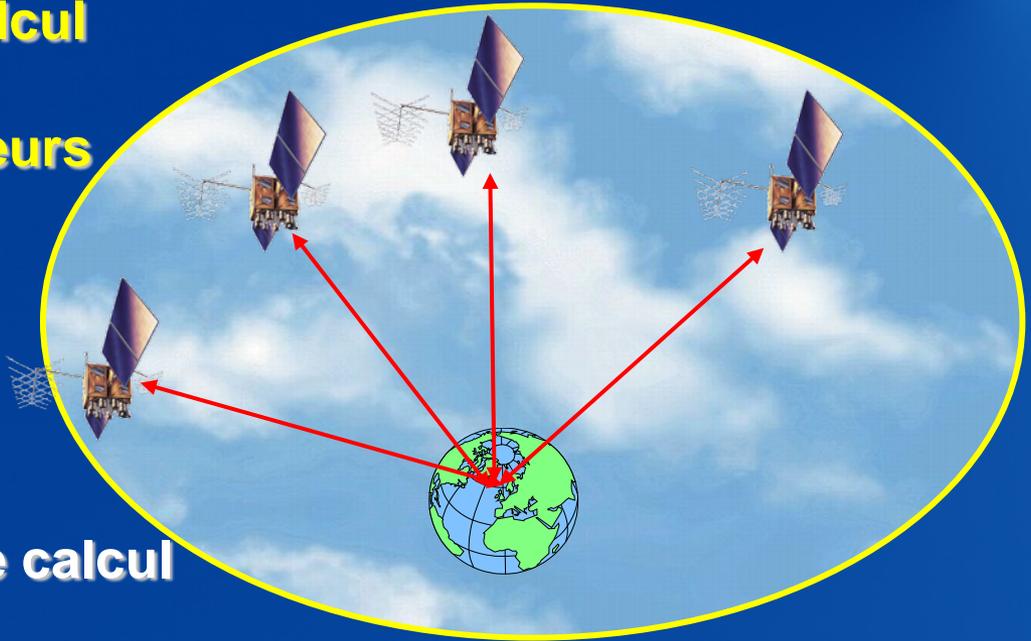


# LE G.P.S.



## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU G.P.S.

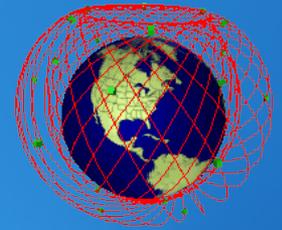
Basé sur le principe de calcul par triangulations entre les satellites et les récepteurs



Les éléments primaires de calcul sont donnés par :

- L'intersection géométrique de distances mesurées
- la distance calculée à partir du temps de propagation entre le satellite et l'utilisateur

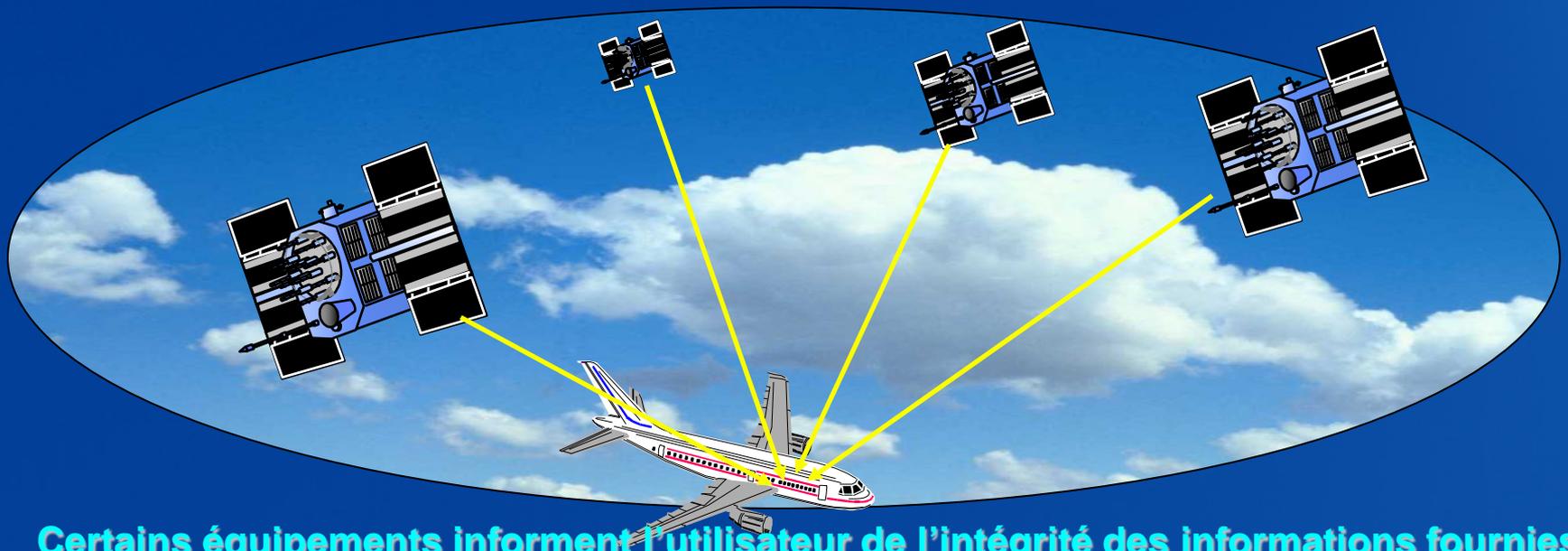
# LE G.P.S.



## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU G.P.S.

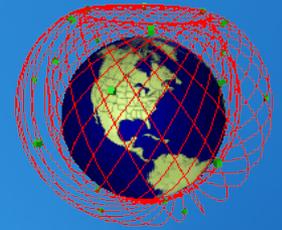
Précision des mesures dépend du nombre de satellites reçus

Quatre satellites sont nécessaires pour l'obtention fiable de la localisation, de la vitesse et de l'altitude (à 9 m près)



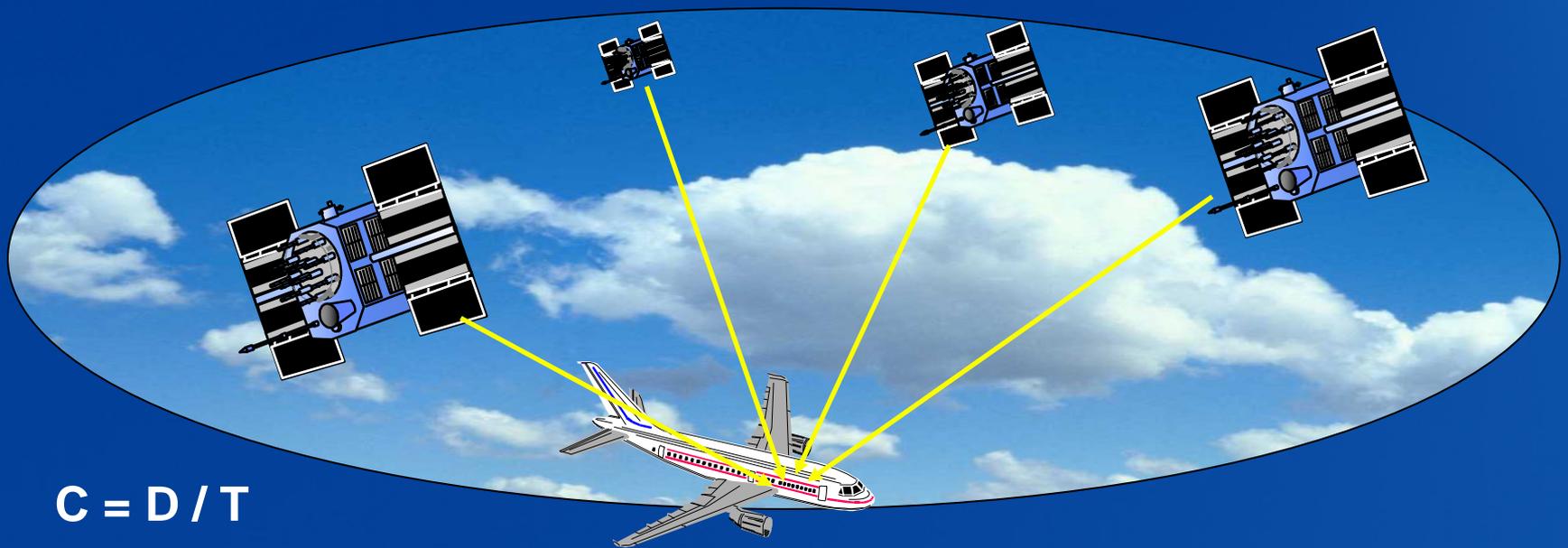
Certains équipements informent l'utilisateur de l'intégrité des informations fournies. L'information sur la précision globale des données fait l'objet d'une mesure DOP (Dilution Of Position). Plus cette valeur est proche de 1 plus la précision est optimale.

# LE G.P.S.



## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU G.P.S.

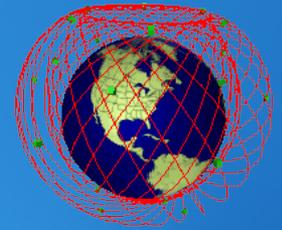
Mesure de la distance d'un satellite :  
Le récepteur GPS calcul la différence entre l'heure d'envoi  
du message satellite et l'heure de réception.



$$C = D / T$$

C : Célérité de la lumière, environs 300 000 Km/s  
T : Temps mis par le message pour parvenir au récepteur.  
D : Distance entre le satellite et le récepteur.

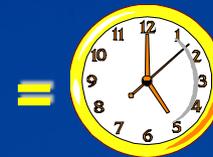
# LE G.P.S.



## DONNÉES TRANSMISES EN FONCTION DU NOMBRE DE SATELLITES IDENTIFIÉES



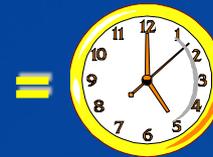
1 OU 2 SATELLITES



DATE



3 SATELLITES



DATE

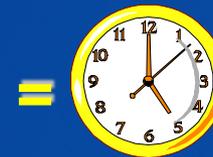


POSITION 2D

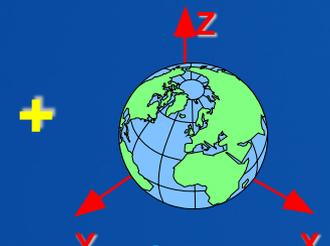
VITESSE



4 SATELLITES



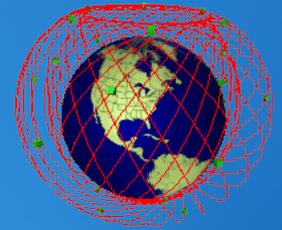
DATE



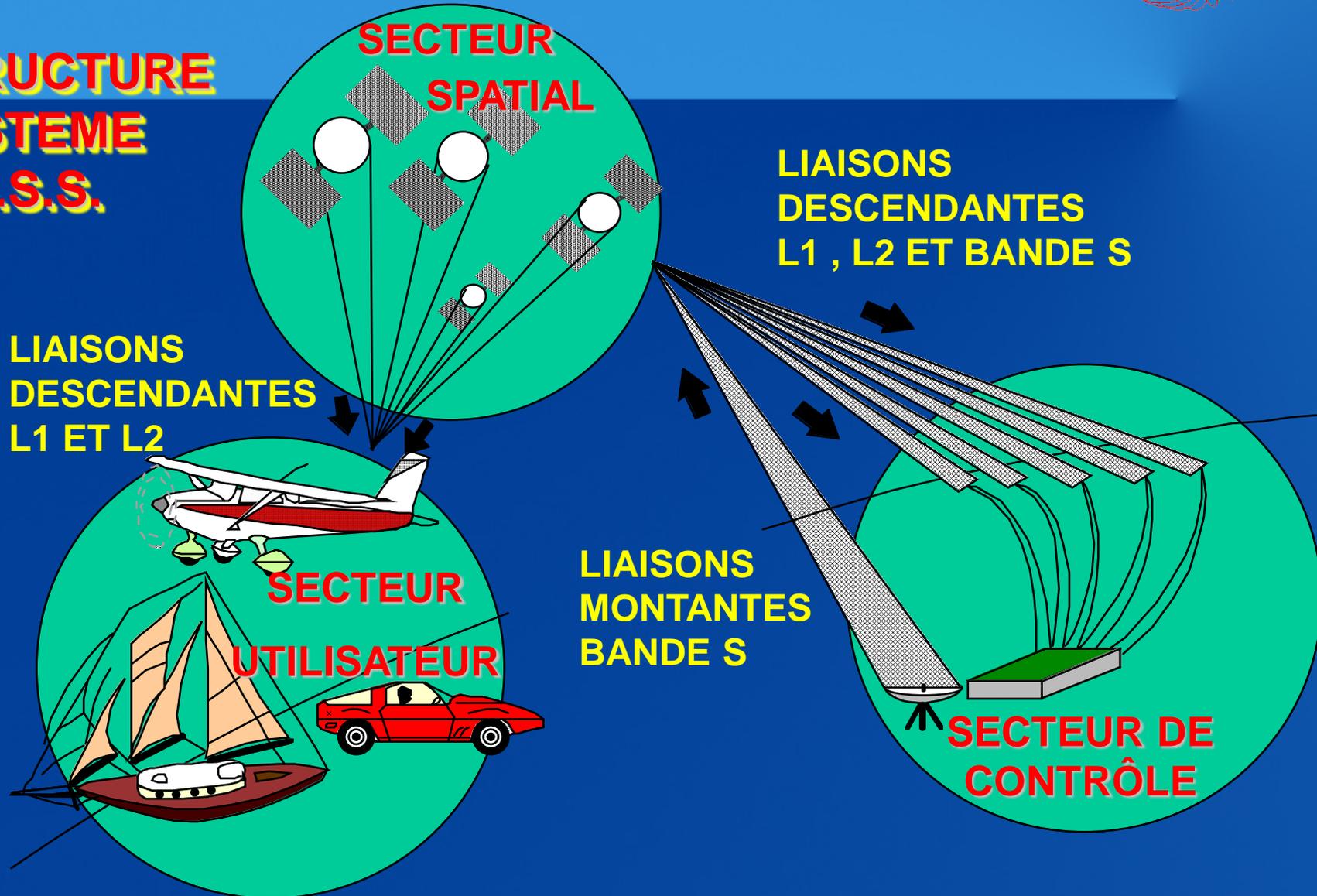
POSITION 3D

VITESSE

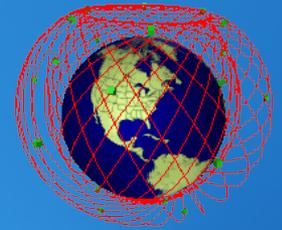
# LE G.P.S.



## STRUCTURE SYSTEME G.N.S.S.



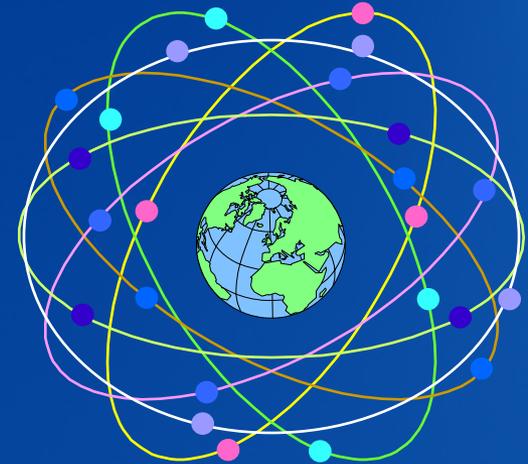
# LE G.P.S.



## COMPOSITION DU SECTEUR SPATIAL

### UNE CONSTELLATION DE SATELLITES

- 24 satellites (4 par orbite)
- 6 plans orbitaux également espacés autour de l'équateur
- 55 degrés d'inclinaison sur l'équateur
- Période orbitale d'environ 12 heures
- Altitude des satellites 20 200 km
- Deux fréquences émisent par satellite en permanence

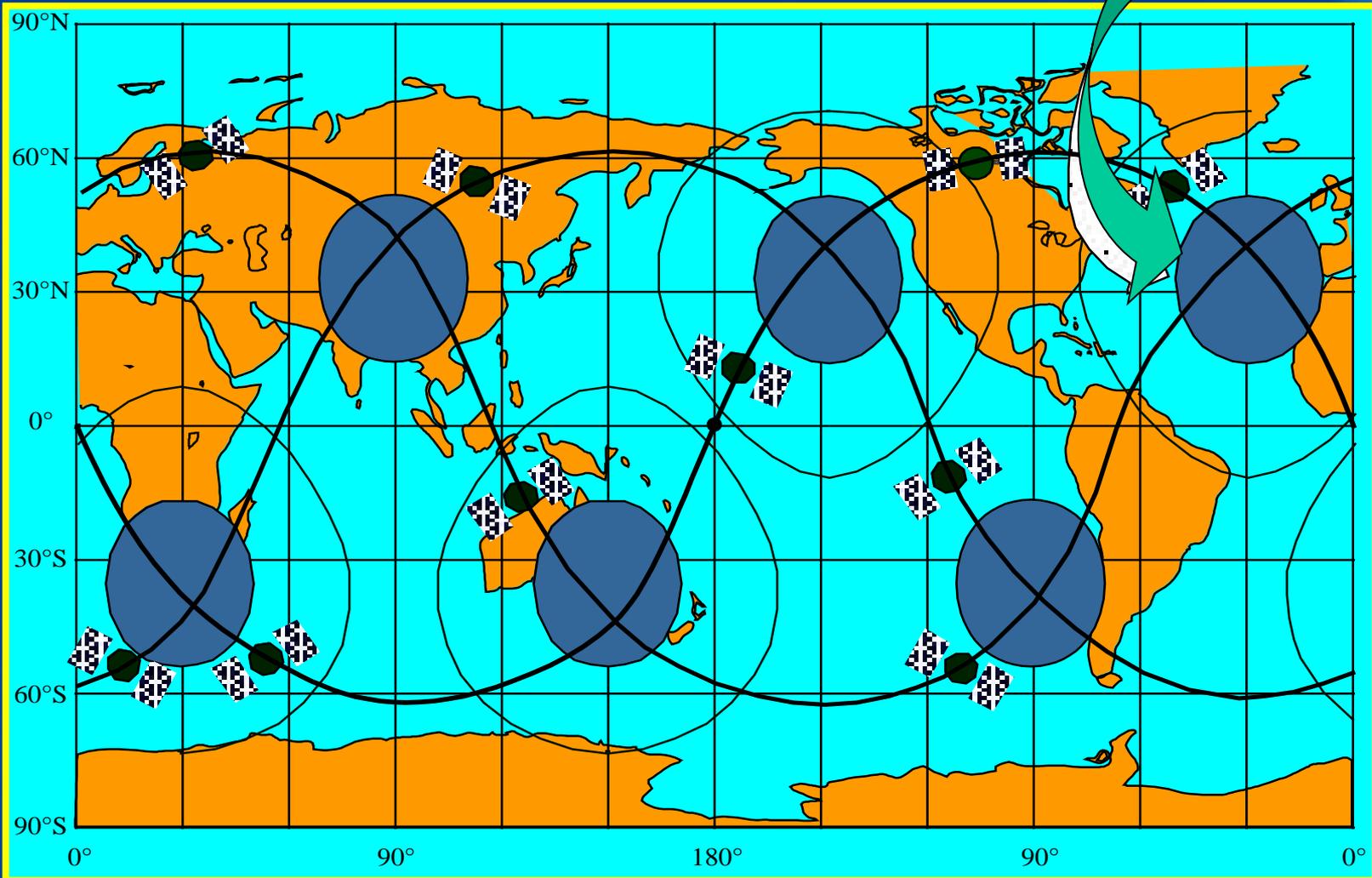
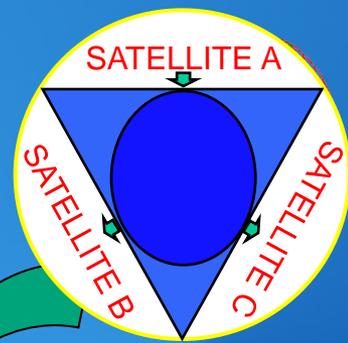


**Six satellites visibles en permanence en tout point du globe.**

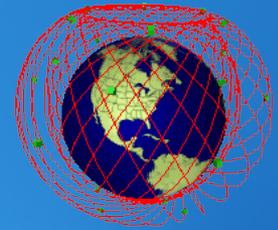
Chaque satellite équipé de quatre horloges atomiques en corrélation (précision  $10^{-14}$  s)

# LE G.P.S.

**ZONES COUVERTES PAR TROIS SATELLITES  
SUR TROIS PLANS ORBITAUX DIFFERENTS**



# LE G.P.S.



## SECTEUR DE CONTRÔLE

- ❑ Une station de contrôle principale (Colorado Springs USA)
- ❑ Quatre stations de surveillance, d'échange et de transmission (Îles d'Hawaï, Île d'Ascension, Diego Garcia et Kwajalein).

### STATION PRINCIPALE

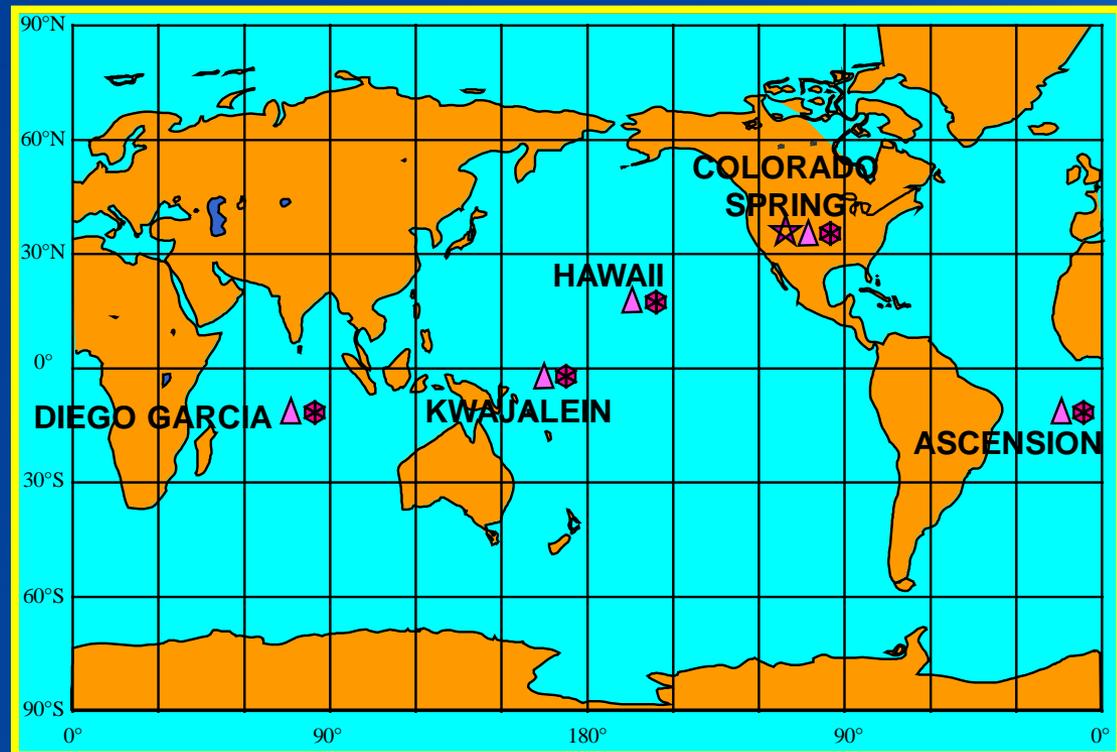
- u Estimation de l'orbite et corrections des horloges
- u Contrôle des satellites et échange des données avec les autres stations

### STATION DE SURVEILLANCE

- u Collecte les données transmises

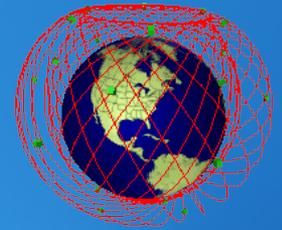
### ANTENNE AU SOL

- u Echange de données entre les satellites et la station



# LE G.P.S.

## SECTEUR UTILISATEUR



**Surveillance, conduite et contrôle des activités spatiales**

**Le système GPS III**

**Navigation civile**



**Navigation militaire**



**Géophysique  
Transmissions**

**Guidage  
Suivi de mobiles**

**Localisation  
Recherche  
Contrôle**

**Gestion de  
flottes**

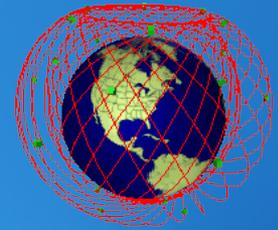
L'architecture GPS s'est étoffée

et touche de nombreux secteurs :

- Défense nationale (Spatial, Air, Terre, Mer, ... )
- Police, Sauvetage, Pompiers
- Télémétrie, Géophysique
- Télécommunications
- Transport (Aviation, Bateaux, Route)
- Gestion de flottes, de trajectoire
- etc...



# LE G.P.S.



## PRÉCISION DU GPS

Deux types de prestation fournis

- Le SPS (Standard Position Service) mis à la disposition des utilisateurs civils
- Le PPS (Précise Position Service) réservé aux militaires américains et à certains services spécialisés autorisés par le DOD. Les récepteurs doivent être équipés d'algorithmes de décryptage (code P).

### ➤ POSITION

- Horizontale (95%) 20 à 300 m
- Verticale (95%) 140 m

### ➤ VITESSE

- 0,5 à 2 m/s (non garantie)

### ➤ TEMPS

- 337 ns (95%)

**SPS**

### ➤ POSITION

- Horizontale (95%) 9 m
- Verticale (95%) 50 ft

### ➤ VITESSE (3 D)

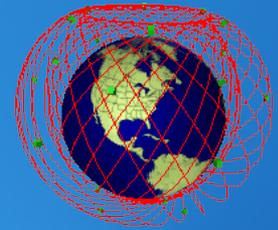
- 0,1 m/s

### ➤ TEMPS

- 197 ns (95%)

**PPS**

# LE G.P.S.



## AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DU GPS

### ➤ Le GPS DIFFÉRENTIEL

L'utilisation de stations fixes au sol, donc de références connues, permet de limiter les imprécisions du système classique.

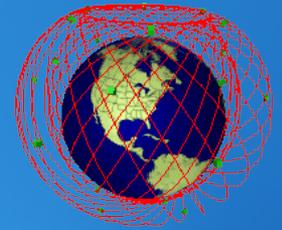
Le système comprend :

- Des satellites GPS classiques
- Un émetteur de balise DGPS et un récepteur GPS au sol
- Un récepteur de balise DGPS embarqué et un GPS compatible embarqué.

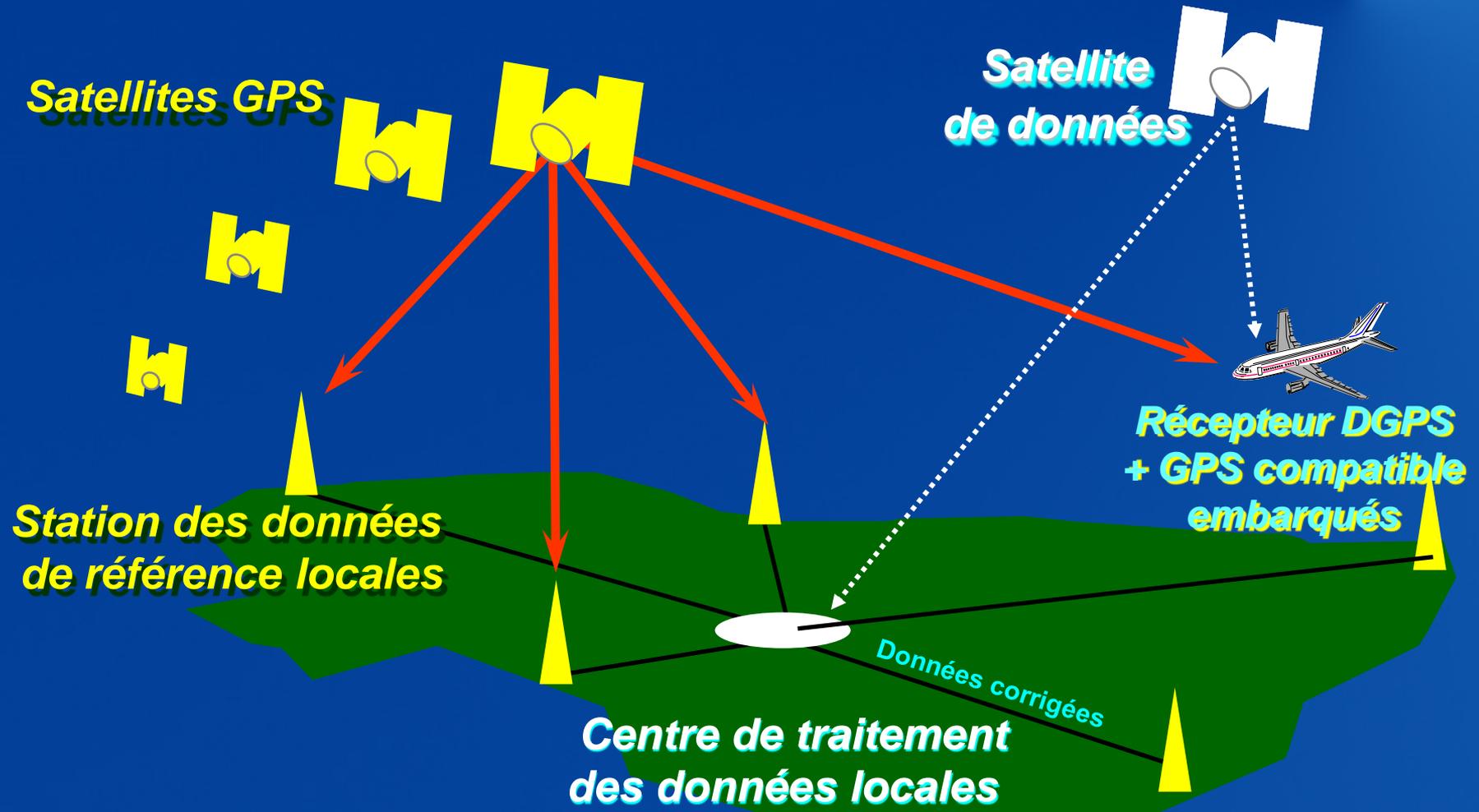
Ce système en constante évolution permet une précision de :

<b>2003</b>	en mode SPS	<b>10 M</b>
	en mode PSP	<b>6 M (estimation)</b>
<b>2005</b>	en mode SPS	<b>5 M</b>
	en mode PSP	<b>3 M (estimation)</b>
<b>2010</b>	en mode SPS	<b>2 M</b>
	en mode PSP	<b>&lt; 1 M (estimation)</b>

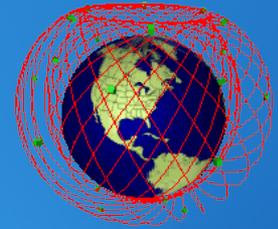
# LE G.P.S.



## PRINCIPE DU GPS DIFFÉRENTIEL



# LE G.P.S.



## LES ERREURS DU SYSTÈME

L'UERE (User Equivalent Ranging Error) ou  
EPE (Erreur Estimée de Position)

C'est le produit de la somme des erreurs de principe

- Les satellites peuvent avoir des perturbations dans leurs orbites. Ils peuvent avoir des erreurs d'horloge.
- La propagation du signal peut s'altérer, car la vitesse de l'onde varie un peu en passant l'ionosphère et la troposphère provoquant ainsi un retard.
- La réflexion peut provoquer des erreurs. Le récepteur a quelques incertitudes dans le traitement de la mesure.

Source de l'erreur	Erreur prévisionnelle en ft
Horloge du satellite	10.0
Perturbation de l'orbite	8.6
Retard ionosphérique	21.0
Retard troposphérique	1.3
Erreurs du récepteur	8.2
Erreurs multiples	10.0
<b>Total : UERE</b>	<b>28 ft</b>

Ces erreurs sont des erreurs statistiques.

# LE G.P.S.

## LES ERREURS DU SYSTÈME

Le GDOP (Geometrical Dilution Of Precision) ou PDOP (Position Dilution Of Precision)  
Cœfficient de Précision

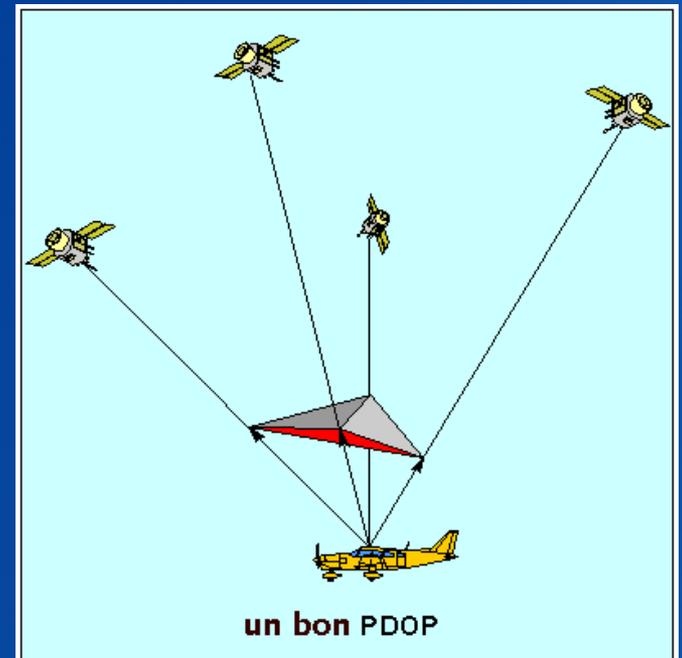
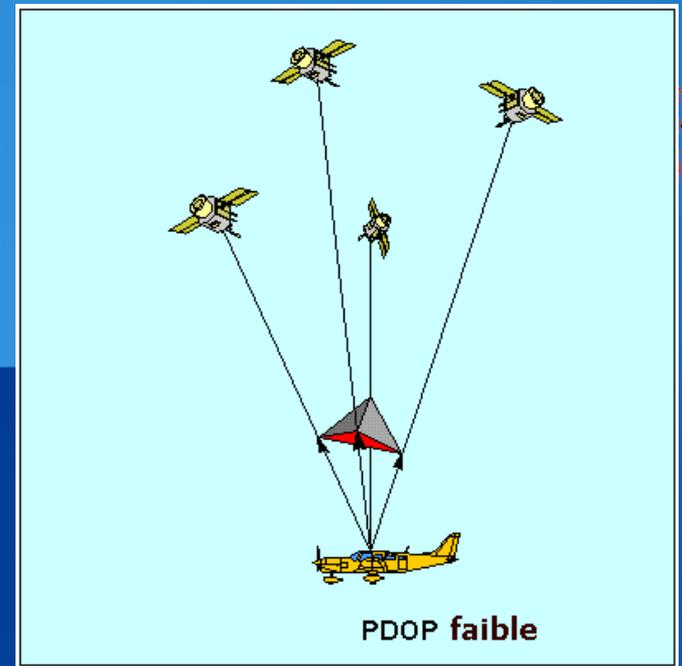
Un autre facteur de positionnement précis dépend de la constellation de satellites utilisés avec le récepteur.

Ce facteur est appelé DOP.  
Plus petit est le DOP, meilleure est la constellation de satellites utilisées.

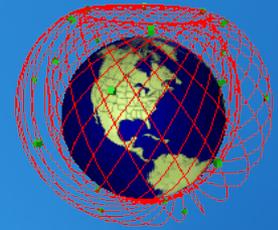
Si le DOP indiqué est supérieur à 6, la position GPS ne peut pas être utilisée pour la navigation.

Quand le DOP est dans une valeur raisonnable ( $DOP < 6$ ), l'erreur de position du GPS devrait être inférieure à 150 ft ou 50 m.

**L' UERE multiplié par le DOP donne l'erreur de position.**



# LE G.P.S.



## AUTRES INCONVÉNIENTS NON TECHNIQUES

### Fascination de l'appareil

- Le pilote a-t-il le savoir ?
- Comment a-t-il acquis ce savoir ?
- Comment réactualise-t-il son savoir ?
- Est-il conscient de ses limites sans le GPS ?

### Excès de confiance dans l'outil

- Préparation du vol inexistante
- Décision retardée ou inappropriée
- Cas de la panne

### Dispersion de l'attention en vol.

- et au sol ?

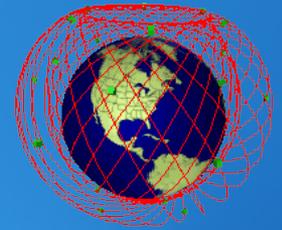
### Temps et disponibilité de paramétrage.

### Autonomie de l'outil.

### Positionnement des récepteurs portables sur le tableau de bord.



# LE G.P.S.



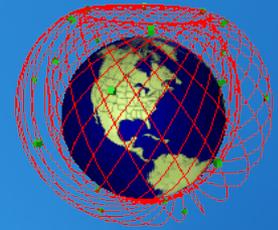
## INTÉGRITÉ DU SYSTÈME GPS

**DÉFINITION : CAPACITÉ DU SYSTÈME À FOURNIR UNE ALARME AU PILOTE LORSQUE LE DISPOSITIF DE NAVIGATION GPS N'ASSURE PLUS SA FONCTION DANS LES PLAGES DE PERFORMANCE REQUISE (Dégradation des signaux, Panne de l'appareillage, incertitude du positionnement ).**

**LE CONCEPT GPS  
N'A PAS INTÉGRÉ CE CRITÈRE  
LORS DE SA CONCEPTION**

***Sans intégrité Pas de confiance***

# LE G.P.S.



## INTÉGRITÉ DU SYSTÈME GPS

DES ADAPTATIONS TECHNIQUES ONT ÉTÉ DÉVELOPPÉES POUR L'AVIATION

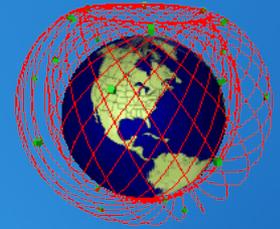
### ➤ L'INSTRUMENTATION EMBARQUÉE

Ajout de la fonction R.A.I.M. (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) intégrée au récepteur GPS de bord.

Un logiciel intervient dans deux domaines :

- L'identification F.D.I. (Fault, Détection, Identification) qui informe l'utilisateur sur la validité de son positionnement. Cette fonction requiert au moins cinq satellites en « vue ».
- L'exclusion F.D.E. (Fault, Détection, Exclusion) qui élimine un satellite déficient dans le calcul de la position. Six satellites « en vue » sont nécessaires pour réaliser cette fonction (pas toujours réalisable).

# LE G.P.S.



## INTÉGRITÉ DU SYSTÈME GPS

DES ADAPTATIONS TECHNIQUES ONT ÉTÉ DÉVELOPPÉES POUR L'AVIATION

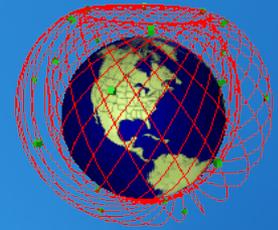
### ➤ LES DISPOSITIFS CENTRAUX AU SOL

Mise en place de plusieurs satellites géostationnaires dédiés à la surveillance et au contrôle de la constellation GPS (groupe des 24 satellites spécialisés).

Dès l'identification d'un défaut (positionnement, décalage d'horloge, panne intermittente, ...), après vérification par le segment de contrôle envoi direct de l'information de défaut vers les utilisateurs aux différents récepteurs.

**SEULS LES GPS INSTALLÉS ET HOMOLOGUÉS  
AVEC LA FONCTION R.A.I.M. + F.D.E.  
PERMETTENT DE GARANTIR  
L'INTÉGRITÉ DE CE SYSTÈME DE NAVIGATION.**

# LE G.P.S.



## INTÉGRITÉ ET PRÉCISION EN RÉGLEMENTATION

### Rappel des normes de précision admises en termes de réglementation

PHASE EN ROUTE	→	2 Nm
PHASE TERMINALE	→	1 Nm
PHASE APPROCHE	→	0,3 Nm

Ces valeurs constituent le seuil de déclenchement des alarmes du GPS

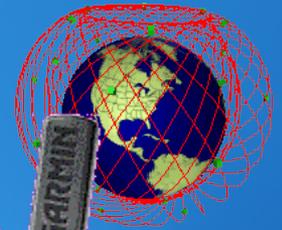
Actuellement, le GPS n'est considéré comme moyen primaire de navigation que s'il répond aux critères de précision et d'intégrité demandés.

Ces critères déterminent l'homologation du GPS et son emploi :

- Classes A, B ou C (RAIM inclus) utilisation comme moyen primaire de Nav,
- Classe V (pas de RAIM) utilisation en moyen secondaire (vue du sol).

A noter que le concept « moyen primaire de navigation » ne veut pas dire SEUL MOYEN DE NAVIGATION.

# LE G.P.S.



## LE SYSTÈME GPS EN AVIATION LÉGÈRE

### LES PRINCIPALES INFORMATIONS

Données sur les aérodromes et les balises de navigation

Position, route à suivre, distance, vitesse sol, ... D.O.P. = qualité de la géométrie des satellites  
donc précision de la mesure  
[valeur de 1 (la meilleure) à 10]

Préparation et utilisation de Waypoints

Route entre position et le waypoint suivant

Distance avec prochain waypoint ou final

Heure estimée arrivée au prochain waypoint

Vitesse sol vers waypoint suivant

Tracé de la route déjà effectué

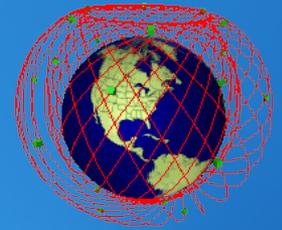
Direction de la navigation (Rv)

Affichage des distances et routes  
des terrains et waypoints les plus proches



E.T.E. = valeur de l'erreur estimé de position

# LE G.P.S.

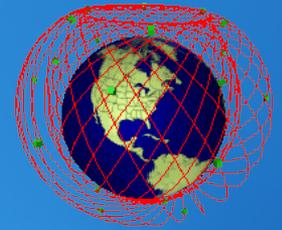


## LE SYSTÈME GPS EN AVIATION LÉGÈRE

### LES PRINCIPALES INFORMATIONS FOURNIES AU PILOTE



# LE G.P.S.



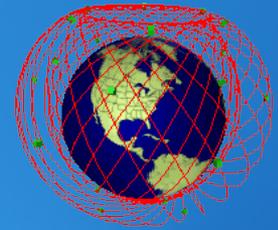
## LE SYSTÈME GPS EN AVIATION LÉGÈRE

### LES PRINCIPALES INFORMATIONS FOURNIES AU PILOTE

- Position, exprimée en coordonnées géographiques.
- Heure
- Vitesse de déplacement
- Route suivie
- Le récepteur calcule également la distance,
- L'heure de passage d'un point de report (waypoint) préalablement inséré
- Ainsi que la route à suivre pour rejoindre ce point et les écarts par rapport à cette route.



# LE G.P.S.



## LE SYSTÈME GPS EN AVIATION LÉGÈRE

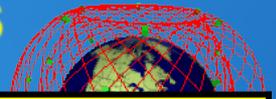
### LES PRINCIPALES INFORMATIONS FOURNIES AU PILOTE

De plus, la base de données de certains GPS peut contenir les informations suivantes:

- Coordonnées de terrains
- Points de report
- Déclinaison magnétique
- Informations cartographiques
- Informations sur les terrains
- Positionnement des espaces aériens.



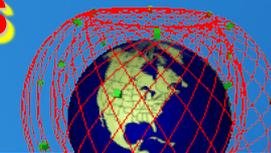




<b>Data</b>	Données
<b>Data Fields Off</b>	Sélection carte plein écran.
<b>Setup Map</b>	Réglage de la carte
<b>North up</b>	Orientation de la carte avec Nord en haut de l'écran.
<b>Track up</b>	Orientation de la carte en direction de la route suivie.
<b>DTK up</b>	Orientation de la carte en direction de la route désirée.
<b>Land Data</b>	Données terrestres.
<b>Setup Airport</b>	Réglages d'affichage et de texte d'aérodrome.
<b>AVTN Data</b>	Données aéronautiques.
<b>NAVAID</b>	VOR, NDB, TACAN, Localizer, Intersections.
<b>SUA</b>	Espace aérien réglementé, dangereux, interdit, MOA (zone militaire).
<b>CDI</b>	Course Déviation Indicator : indicateur d'écart de route.
<b>OBS</b>	Omni Bearing Selector : sélecteur de relèvement.
<b>MSG</b>	Message
<b>CLR</b>	CleaR : supprimer, sortir.
<b>RNG</b>	RaNGe : échelle, portée, rayon d'action ou distance.
<b>Change Fields</b>	Changement des champs de données.
<b>BRG</b>	BeaRinG : Relèvement de la valeur angulaire entre la position actuelle et la direction du waypoint sélectionné.
<b>CTS</b>	Course To Steer : Valeur recommandée de route à suivre pour réduire l'écart de route ou rester sur la route. Fournit le cap pour revenir sur la route désirée du waypoint actif.
<b>DIS</b>	Distance : Distance orthodromique de la position actuelle à un waypoint de destination.
<b>DTK</b>	Desired Track : Route désirée entre le waypoint actif "from" et waypoint actif "to".

# LE G.P.S.

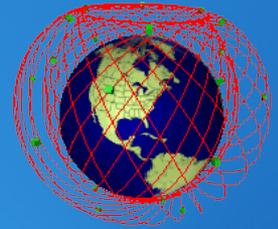
## GLOSSAIRE DU SYSTÈME GPS



<b>ESA</b>	<b>En route Safe Altitude</b> : Altitude minimale de sécurité recommandée dans un rayon de 10 NM de part et d'autre de la route retenue.
<b>ETA</b>	<b>Estimated Time of Arrival</b> : Heure estimée d'arrivée au waypoint de destination en fonction de la vitesse sol et de la route actuelle.
<b>ETE</b>	<b>Estimated Time En route</b> : Temps nécessaire pour rejoindre le waypoint de destination, à partir de la position actuelle en fonction de la vitesse sol et de la route actuelle.
<b>GS</b>	<b>Ground Speed</b> : Vitesse de déplacement par rapport au sol.
<b>MSA</b>	<b>Safe Altitude</b> : Altitude minimale de sécurité dans un secteur de 10 NM de la position actuelle.
<b>TKE</b>	<b>Track Angular Error</b> : Différence angulaire entre la route désirée et la route actuelle. Une flèche indique la direction vers laquelle on doit virer pour ramener la TKE à zéro.
<b>TRK</b>	<b>TRacK</b> : Route suivie par l'avion ou direction du déplacement par rapport au sol.
<b>VSR</b>	<b>Vertical Speed Requirement</b> : Vitesse verticale nécessaire pour montée/descendre de votre position et altitude actuelle vers position et altitude projetées en fonction de la vitesse sol.
<b>WPT</b>	<b>WayPoiNT</b> : Point de destination final ou intermédiaire.
<b>XTK</b>	<b>Cross TracK Error</b> : Ecart de route ou distance à laquelle on se trouve de la route projetée.
<b>Restore Defaults</b>	Restaure les réglages originaux d'usine par défaut.
<b>TAS</b>	<b>Truth Air Speed</b> : Vitesse propre.
<b>Delete Flight Plan</b>	Permet de supprimer le plan de vol choisi de la mémoire.
<b>HDG</b>	<b>HeaDinG</b> : Cap de l'avion.

# LE G.P.S.

## *Avantages*



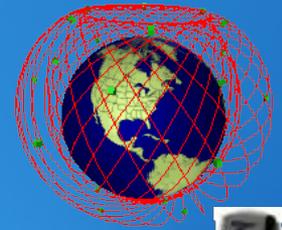
<b>Portée</b>	Quasiment infinie Pas de problème optique.
<b>Précision</b>	De 10 à 200 ft maxi. Savons-nous faire mieux?
<b>Pratique</b>	Il calcule les possibilités de déroutement à la vitesse de la lumière.
<b>Évolutif</b>	De plus en plus de systèmes auxiliaires.
<b>Prix et poids</b>	Imbattables.

# LE G.P.S.

## LE SYSTÈME GPS EN AVIATION LÉGÈRE

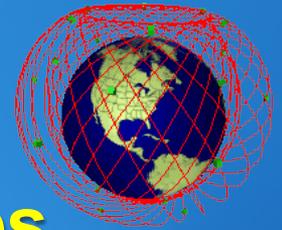
### INSTRUMENT EN VOGUE MAIS PAS SANS DÉFAUTS ...

- La facilité peut entraîner une sur-confiance d'où risque de problème en cas de non fonctionnement intempestif (piles, programmation, signaux altérés, ...).
- Préparation et suivi aléatoire de la navigation d'où stress amplifié en cas de non fonctionnement et perte de méthode et de jugement dans la procédure.
- Attention trop soutenue sur le GPS au détriment de la sécurité, du pilotage et des procédures.
- Erreurs de trajectoire par mauvaise configuration de l'instrument, de la route, du waypoint, ...
- Altération possible et aléatoire des indications du compas et interférences avec les équipements VHF.



# LE G.P.S.

## CONCLUSIONS



**Le GPS ne résout pas tous les problèmes.**

**INSTRUMENT EN VOGUE MAIS PAS SANS DÉFAUTS ...**

**Le GPS ne pilote pas l'avion et seul le pilote prend les décisions ;**

**Ne pas se servir d'un GPS si son utilisation n'est pas connue et maîtrisée**

**L'utilisation d'un GPS ne dispense pas de l'obligation de préparation des vols.**

**Le GPS nécessite de concrétiser le vol sur un log de navigation.**

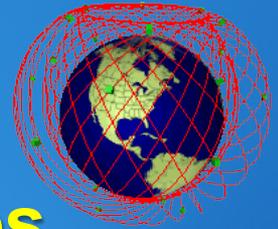
**La programmation de tout vol d'effectue nécessite temps et attention, deux éléments dont un pilote ne dispose pas en vol.  
En conclusion, ceci s'effectue avant de mettre en route.**

**En vol, utilisez les fonctions les plus simples du GPS ou  
uniquement celles que vous maîtrisez parfaitement.**



# LE G.P.S.

## CONCLUSIONS



**Le GPS ne résout pas tous les problèmes.**

**INSTRUMENT EN VOGUE MAIS PAS SANS DÉFAUTS ...**

Si utilisation d'un GPS portable (non intégré au tableau de bord), attention à sa position dans l'avion et à son alimentation électrique.

Évaluez avant le départ, les alternatives en cas de panne de GPS.

Rester conscient que le GPS ne sera d'aucune utilité en cas de perte des conditions VMC.

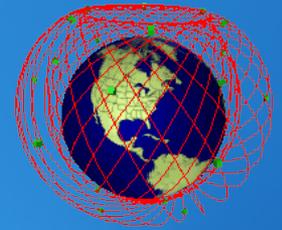
L'utilisation du GPS ne doit pas servir à masquer des lacunes ou des carences en navigation.

Le GPS est avant tout un système supplémentaire pour le confort du pilote au même titre que les autres moyens de radionavigation.

**Le GPS est au service du pilote et non pas le contraire !**

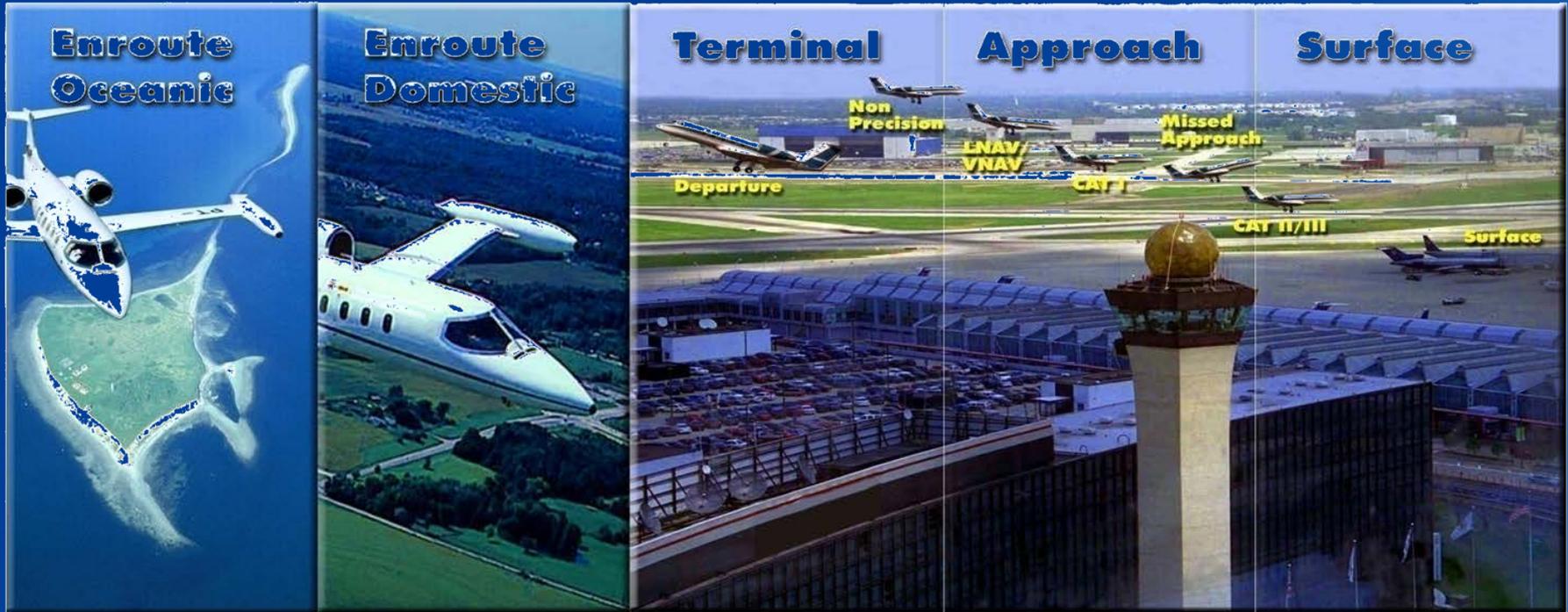
Revoir ses connaissances du GPS avant de partir en navigation.

# LE G.P.S.



## ÉVOLUTIONS DU SYSTÈME GPS

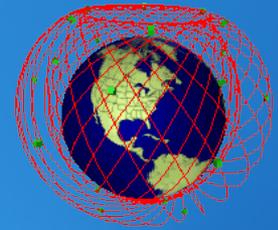
### SYSTÈME **WAAS** (Wide Area Augmentation System)



### Local Area Augmentation System

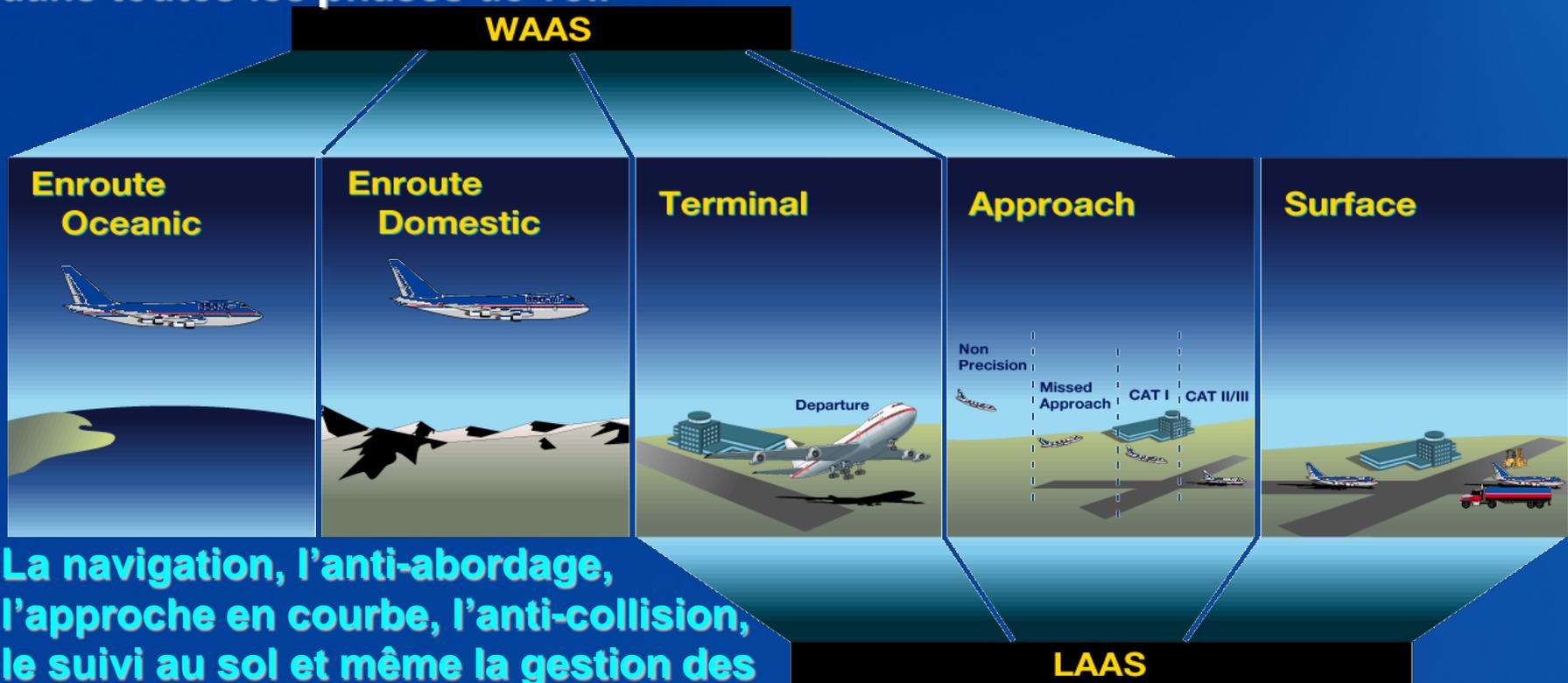
### SYSTÈME **LAAS**

# LE G.P.S.



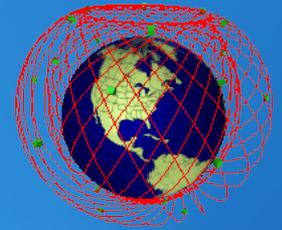
## ÉVOLUTIONS DU SYSTÈME GPS

Deux développements techniques vont permettre une très grande précision et une intégrité remarquable permettant l'utilisation du GPS dans toutes les phases de vol.



La navigation, l'anti-abordage, l'approche en courbe, l'anti-collision, le suivi au sol et même la gestion des aires de manœuvre et des aires de trafic feront appel à ces systèmes.

# LE G.P.S.



## ÉVOLUTION DU SYSTÈME GPS

## W.A.A.S. ET L.A.A.S.

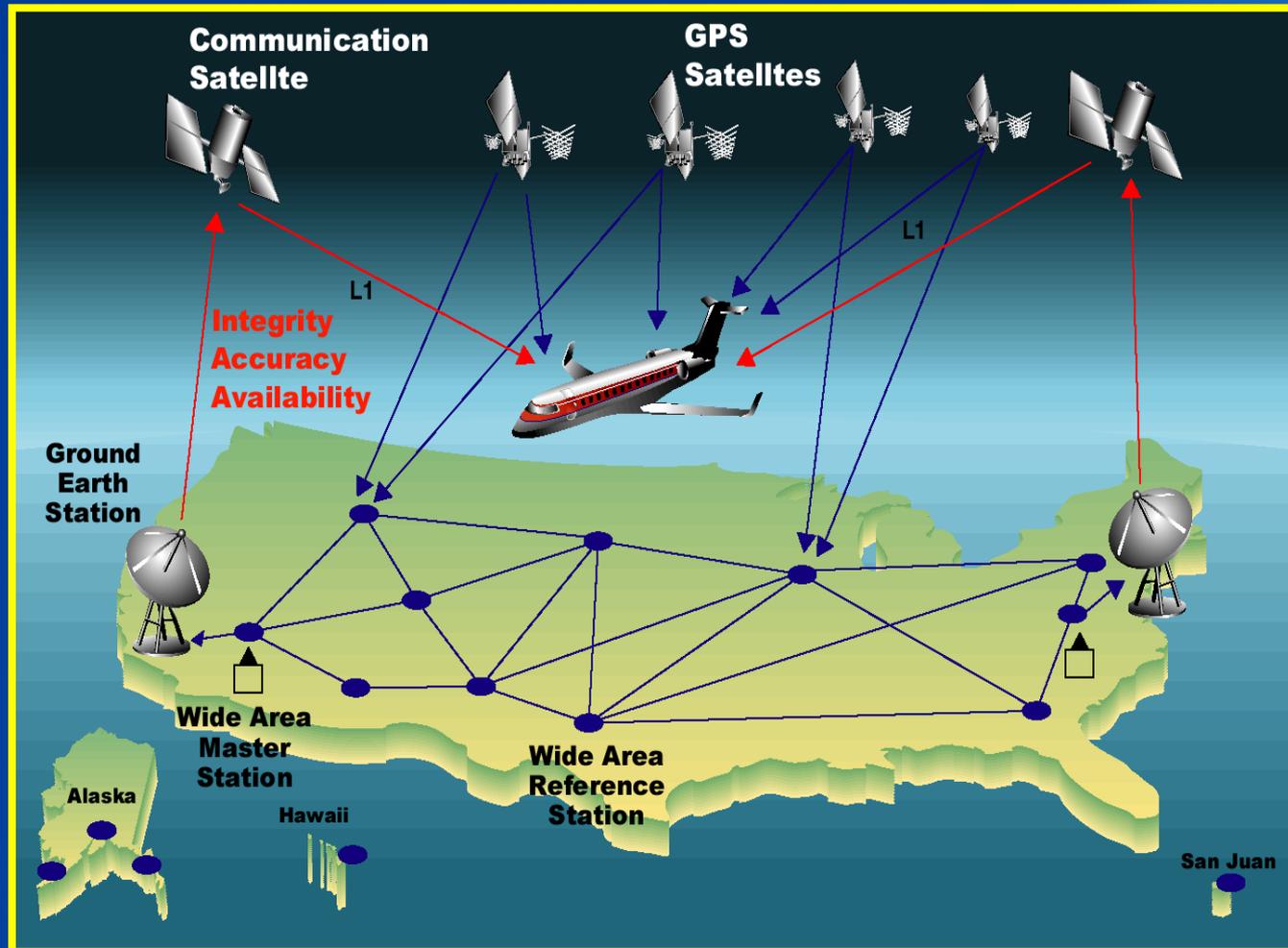
L'une des solutions est la multiplication des satellites GPS III des antennes au sol et le maillage interconnecté de tous ces échanges.

### PRÉVISIONS 2004

20 Aéroports équipés pour l'approche de précision CAT 1

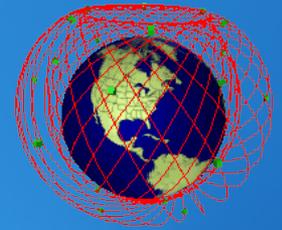
### PRÉVISIONS 2010

160 Aéroports équipés L.A.A.S.  
46 pour l'approche de précision CAT 1 et  
114 pour la CAT III



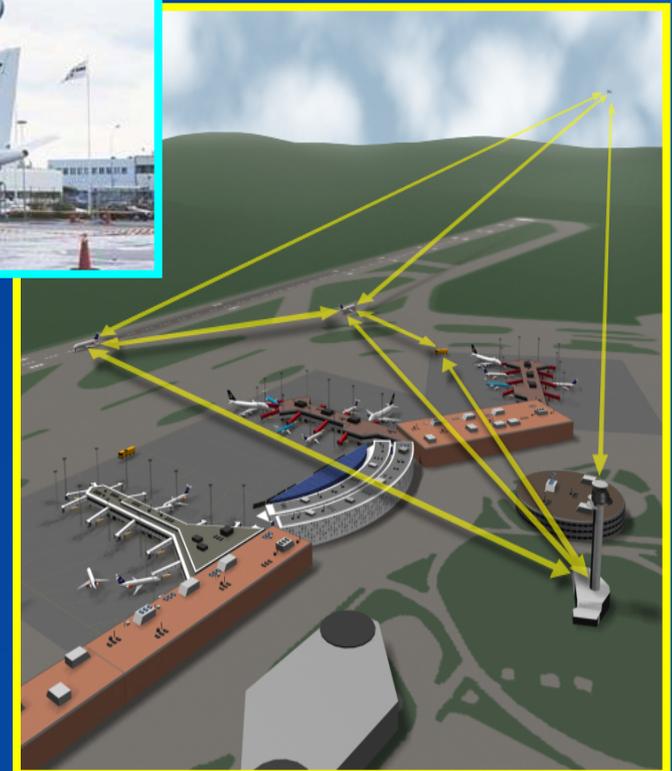


# LE G.P.S.



## ÉVOLUTION DU SYSTÈME GPS

Au sol, les erreurs de localisation des mobiles sont quotidiennes  
les confusions des équipages entre piste et taxiway sont fréquentes  
et les incursions de piste ne sont pas rares.



Un système de localisation et d'information  
en cabine et au sol est en phase d'études,  
de développement et de validation

**L'A.N.L.E.** (Airport Network Location Equipment)



**Merci  
de votre attention**

