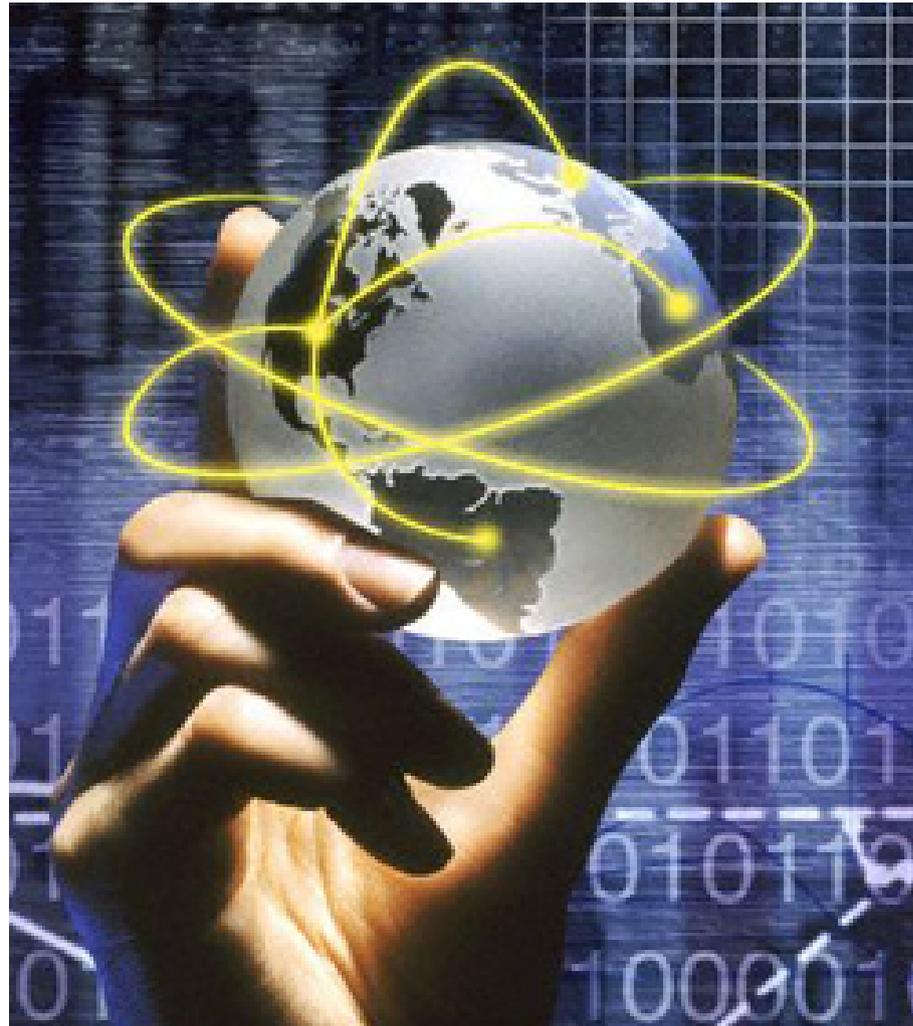


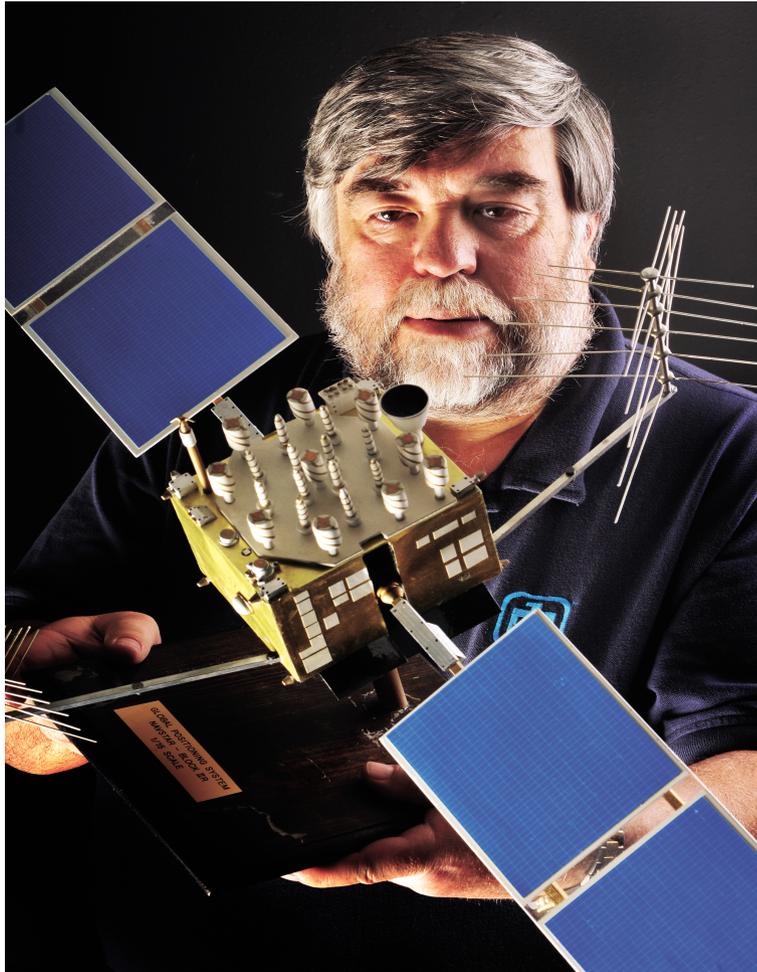
# Le monde des G.P.S



# G. P. S.



**G**lobal  
**P**ositioning  
**S**ystem



*En français:*

**Géo-Positionnement par Satellites**

# Qu'est ce que le système GPS?

C'est un système qui utilise des signaux radios, qui permet à toute personne équipé d'un récepteur GPS, de se localiser avec précision sur terre, mer ou dans l'air.



# Qu'est ce que le système GPS?

Les récepteurs GPS sont capables de nous fournir une position avec une précision de l'ordre de 5m sur terre, dans l'air et sur mer.

(24h/24h, 7j/7 365jours par an quelque soit la météo).

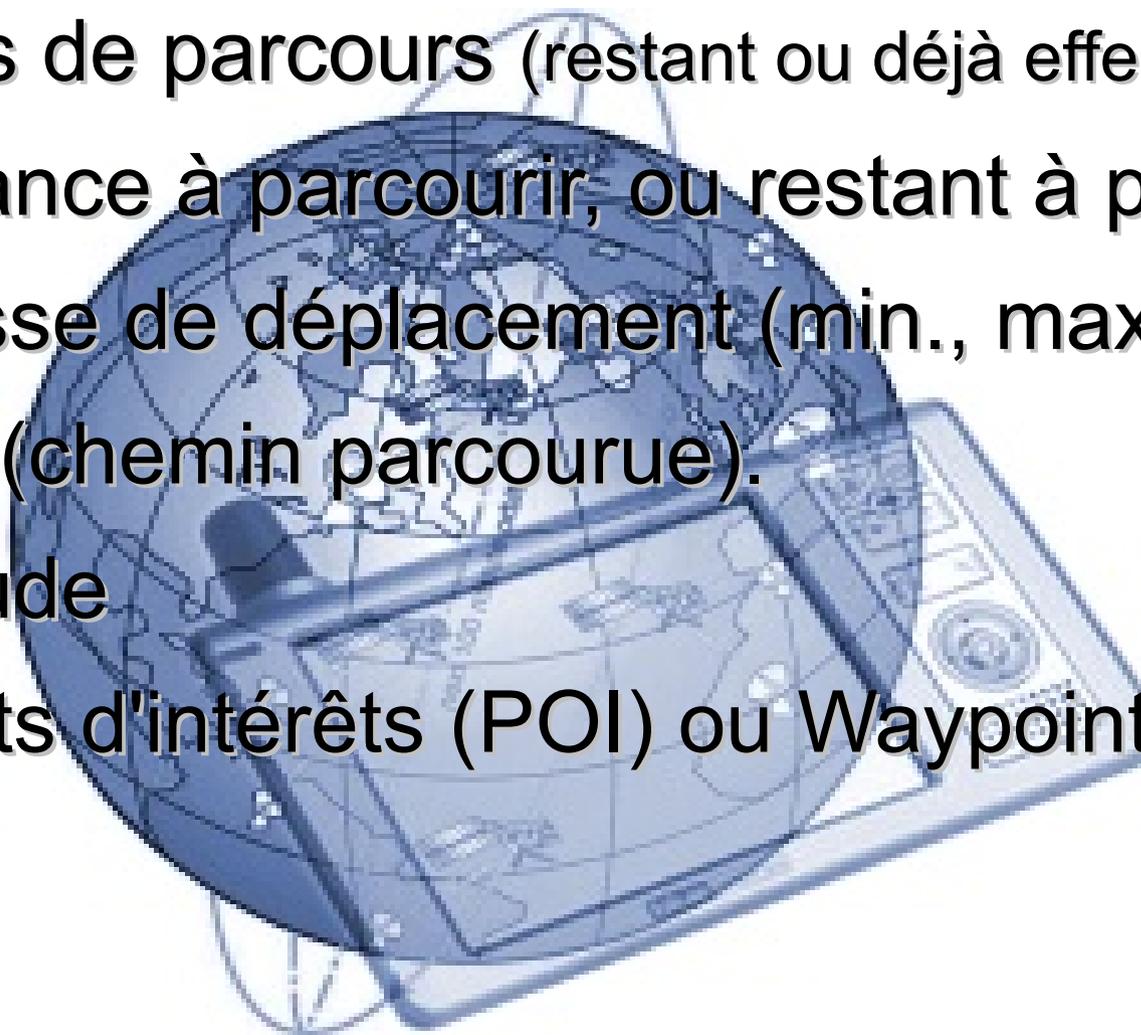
Indiquer cette position sur une carte

(selon le système géodésique WGS84).



# Qu'est ce que le système GPS?

- Un temps de parcours (restant ou déjà effectué)
- Une distance à parcourir, ou restant à parcourir.
- Une vitesse de déplacement (min., max., moyen)
- Un tracé (chemin parcourue).
- Une altitude
- Des points d'intérêts (POI) ou Waypoints (WP)



# Qu'est ce que le système GPS?



# Historique

Les premières recherches sur les techniques de radio navigation ont commencé dès 1920.

Une première application a vu le jour à l'aube de la seconde guerre mondiale avec **LORAN** (Long Range Aid Navigation)

C'est le premier système à avoir utilisé le principe d'analyse de la différence de temps entre l'envoi et la réception d'un signal radio.

# Historique

Le principe **LORAN** sera utilisé par les systèmes **NAVSTAR** et **GPS**.

Le système **LORAN** était principalement utilisé  
Pour la navigation maritime.

C'est un système qui ne peut fonctionner  
qu'en 2D (latitude, longitude)

# Historique

En 1959 sera lancé le premier satellite de radio navigation **TRANSIT**.

Les technologies employées pour ce programme ont été très utiles pour le futur systèmes GPS et ont démontrés leurs fiabilités.

# Historique

De nombreux projets entre l'Aerospace Corp et le **DoD** (Department of Defense des USA) ont été initiés, dont le projet **NAVSTAR**, jusqu'au lancement du premier satellite GPS en 1980.

Des coupes budgétaires en 1982 ont conduit le **DoD** à réduire le nombre de satellites en Constellation (18 au lieu des 24 prévues).

# Historique

Initialement prévu pour une utilisation militaire, le président Reagan décide en 1983, suite au crash du vol Korean Air 007, de rendre le système **GPS** disponible à l'aviation civile.

La première utilisation civile.

# Historique

En 1987 le système géodésique **WGS84** est adopté par le système GPS pour tous ses calculs de position.

En 1988 la décision est prise de passer d'une constellation de 18 à 21 satellites, avec 3 satellites de secours.

# Historique

En 1990 le premier récepteur **GPS** grand public est commercialisé par **TRIMBLE**.

Dans le même temps le **DoD** décide de mettre en place un système de dégradation du signal **SA** (Selective Availability).

En fait, il n'a été activé qu'une seule fois en juillet 1991 lors de la guerre du Golfe.

# Historique

En 1991 sur les recommandations de **ICAO** (l'aviation civile internationale) les Etats-Unis décident de rendre libre accès au SPS pendant 10 ans.

En juillet 1993 la **FAA** (Federal Aviation Administration) approuve l'utilisation du GPS par les opérateurs de l'aviation civile.

# Historique

En décembre 1993 les 24 satellites GPS sont tous opérationnels sur leur orbite et utilisables pour la navigation.

**Le système GPS aura mis 30ans pour être à 100% opérationnel!**

# Historique

En 1995 lancement du système d'amélioration du système **WAAS**

**Le 2 mai 2000 sur demande de Bill Clinton la dégradation volontaire des signaux émis est totalement supprimée.**

En 2002 le conseil européen lance l'étude **Galiléo** malgré les nombreuses pressions américaines...

# Historique

En juin 2003 le système européen de correction **EGNOS** émet son premier signal expérimental.

En février 2004 les Etats-Unis et l' Europe trouvent un accord d'interopérabilité entre les systèmes **GPS** et **Galiléo**.

Les deux systèmes **GPS** et **Galiléo** seront complètement compatibles et complémentaires.

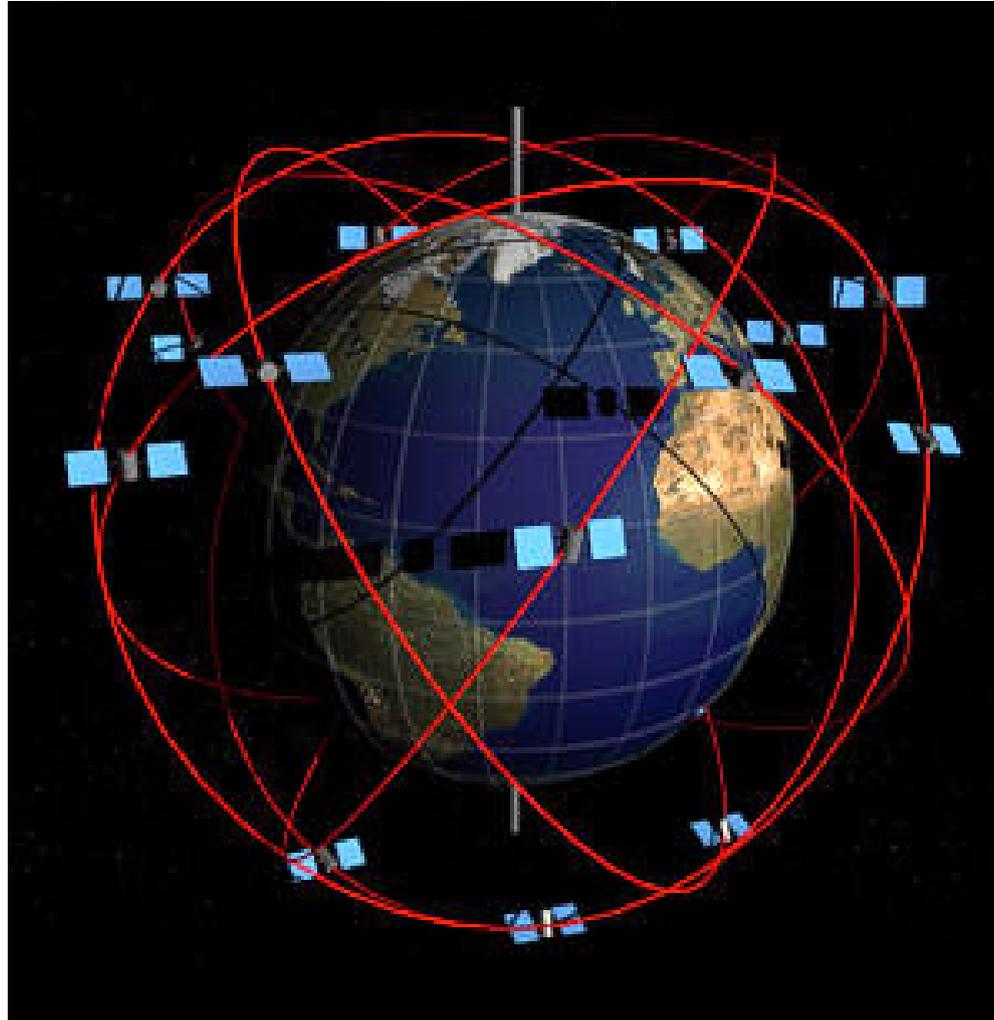
# Principe de fonctionnement

Il fonctionne grâce à une constellation permanente de 24 satellites qui évoluent à une altitude de 20 200km.

Les satellites se répartissent sur 6 orbites. Chaque orbite a une inclinaison de  $55^\circ$  par rapport à l'équateur.

Un tour complet de la terre nécessite 12h.

# Constellation de satellites



# Principe de fonctionnement

Contrôlé avec grande précision  
depuis 5 centres  
de contrôles  
au sol

■ ● Colorado Springs

● Hawaii

▲ ● Ascension

▲ ● Diego Garcia

▲ ● Kwajalein

■ Master Control Station

● Monitor Station

▲ Ground Antenna

# Principe de fonctionnement

Vue d'une station de contrôle au sol



# Principe de fonctionnement

Vérifions où se trouvent les satellites GPS  
en ce moment...

[Live Real Time Satellites](#)

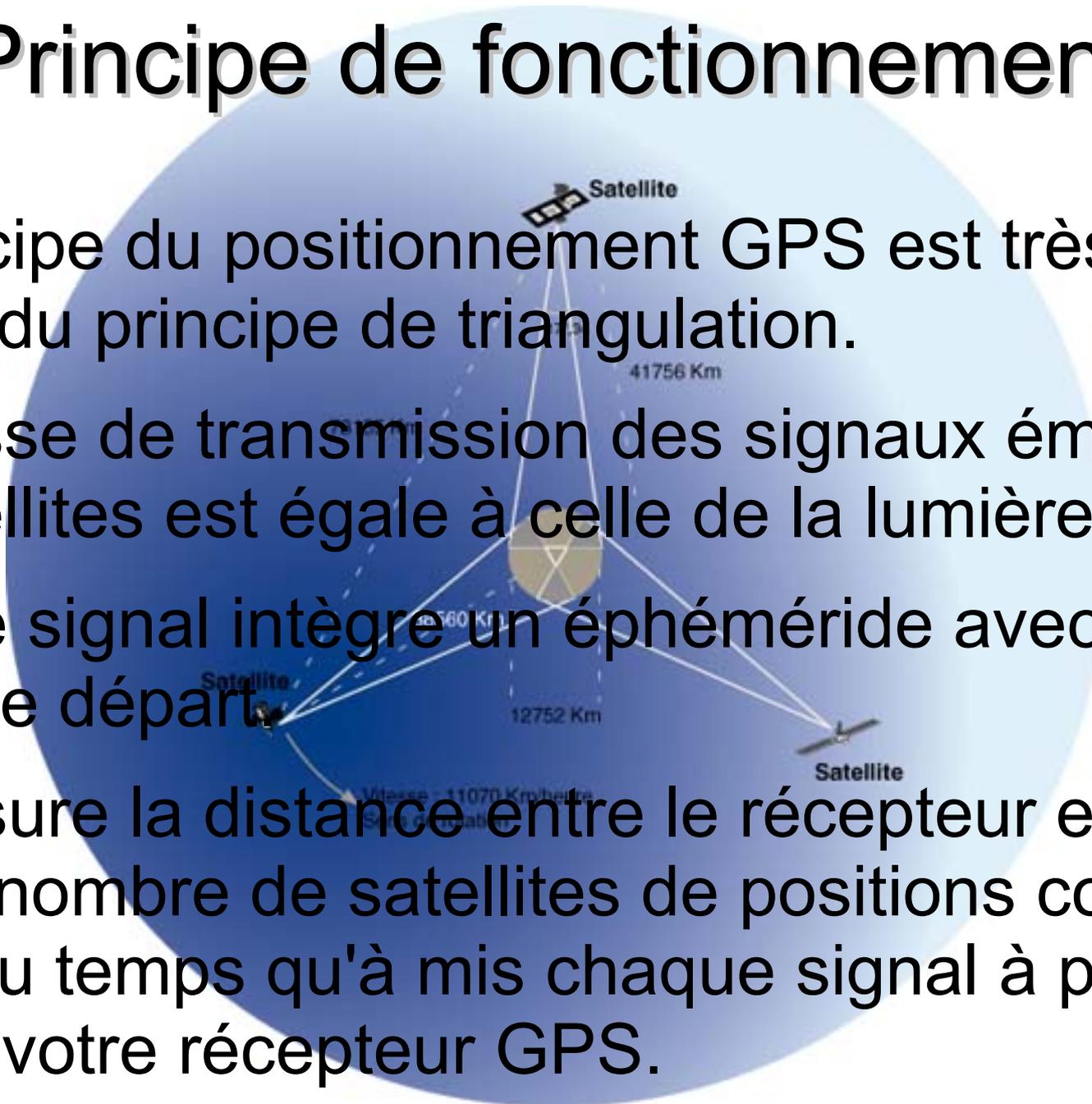
# Principe de fonctionnement

Le principe du positionnement GPS est très proche du principe de triangulation.

La vitesse de transmission des signaux émis par les satellites est égale à celle de la lumière.

Chaque signal intègre un éphéméride avec son heure de départ.

On mesure la distance entre le récepteur et un certain nombre de satellites de positions connues grâce au temps qu'à mis chaque signal à parvenir jusqu'à votre récepteur GPS.



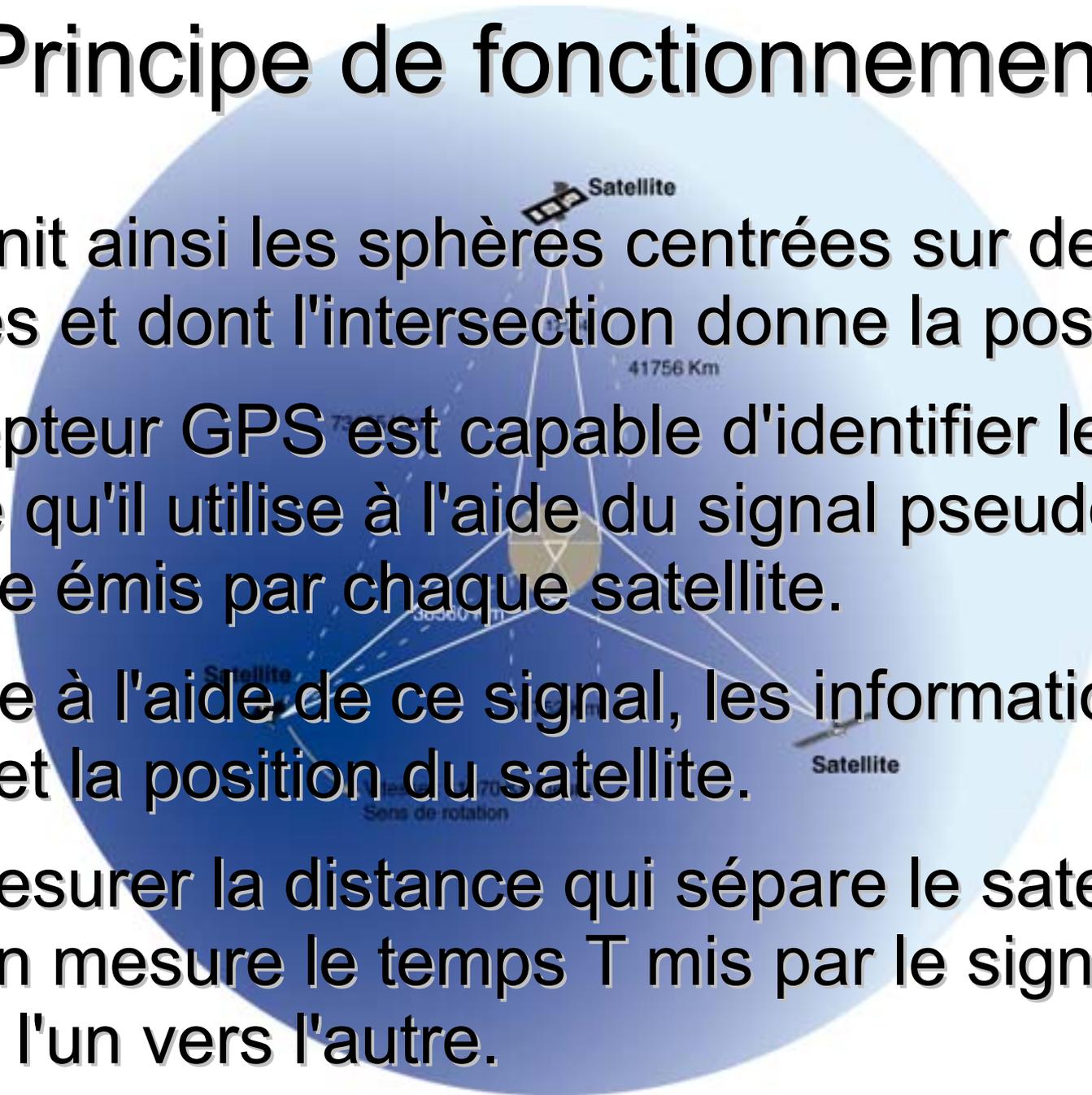
# Principe de fonctionnement

On définit ainsi les sphères centrées sur des satellites et dont l'intersection donne la position.

Le récepteur GPS est capable d'identifier le satellite qu'il utilise à l'aide du signal pseudo aléatoire émis par chaque satellite.

Il charge à l'aide de ce signal, les informations sur l'orbite et la position du satellite.

Pour mesurer la distance qui sépare le satellite GPS, on mesure le temps  $T$  mis par le signal pour aller de l'un vers l'autre.

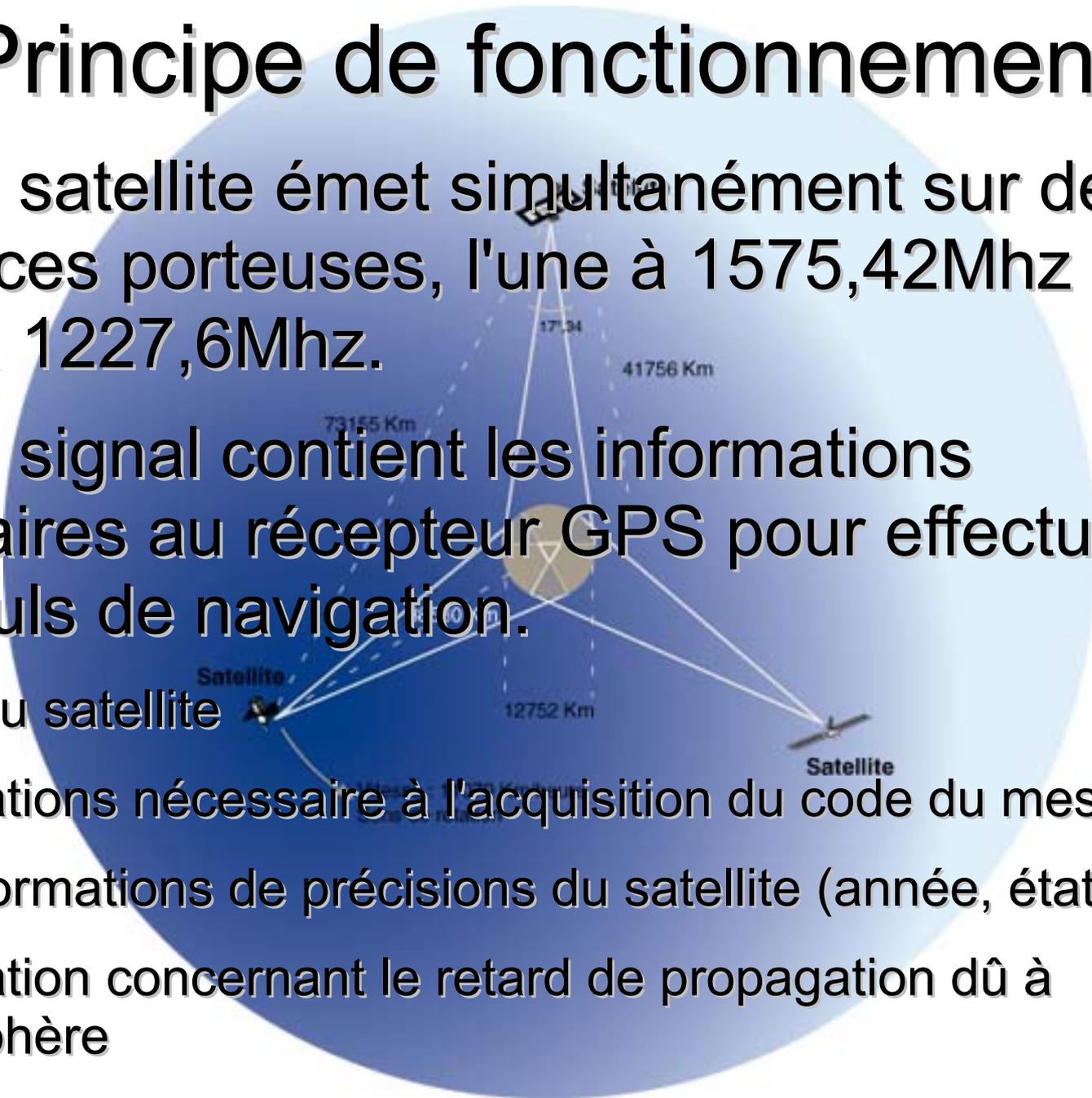


# Principe de fonctionnement

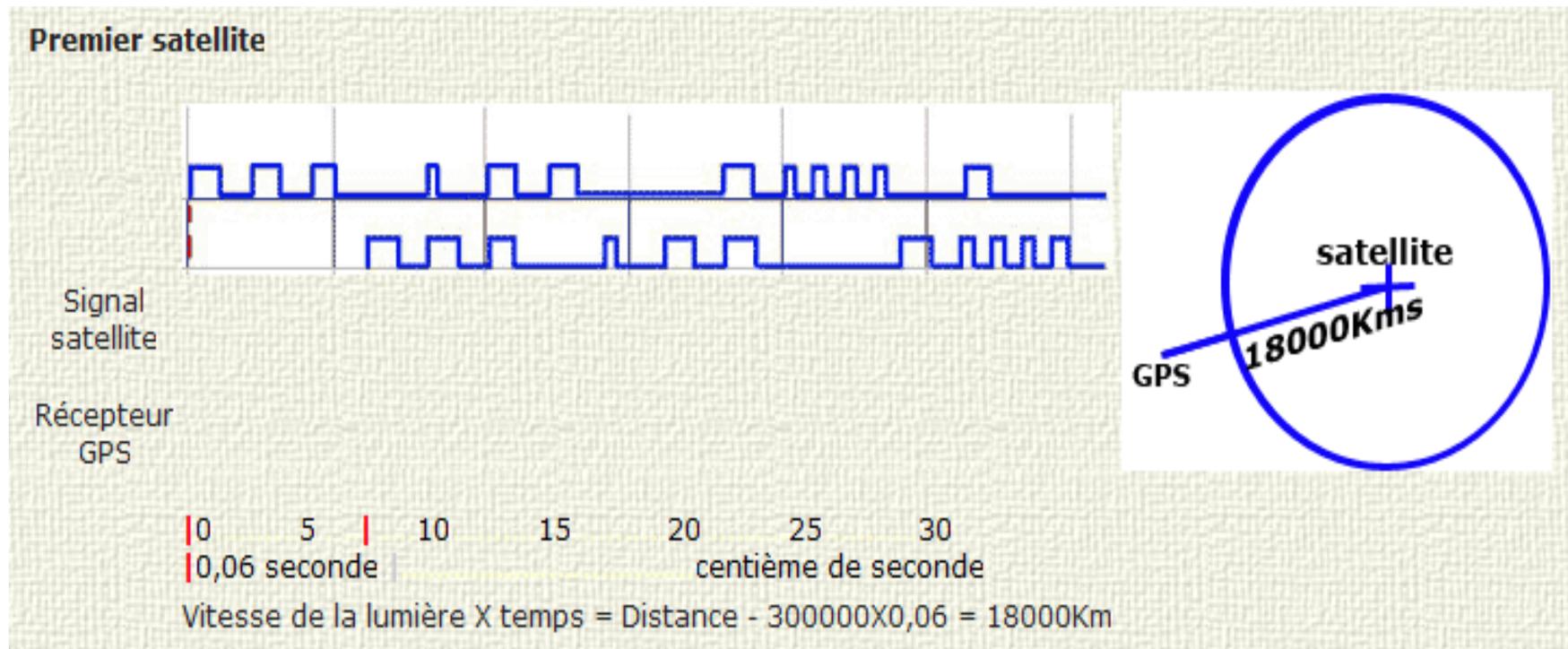
Chaque satellite émet simultanément sur deux fréquences porteuses, l'une à 1575,42Mhz et l'autre à 1227,6Mhz.

Chaque signal contient les informations nécessaires au récepteur GPS pour effectuer tous les calculs de navigation.

- L'état du satellite
- Informations nécessaire à l'acquisition du code du message
- Les informations de précisions du satellite (année, état, etc..)
- Information concernant le retard de propagation dû à l'ionosphère
- Les éphémérides des satellites



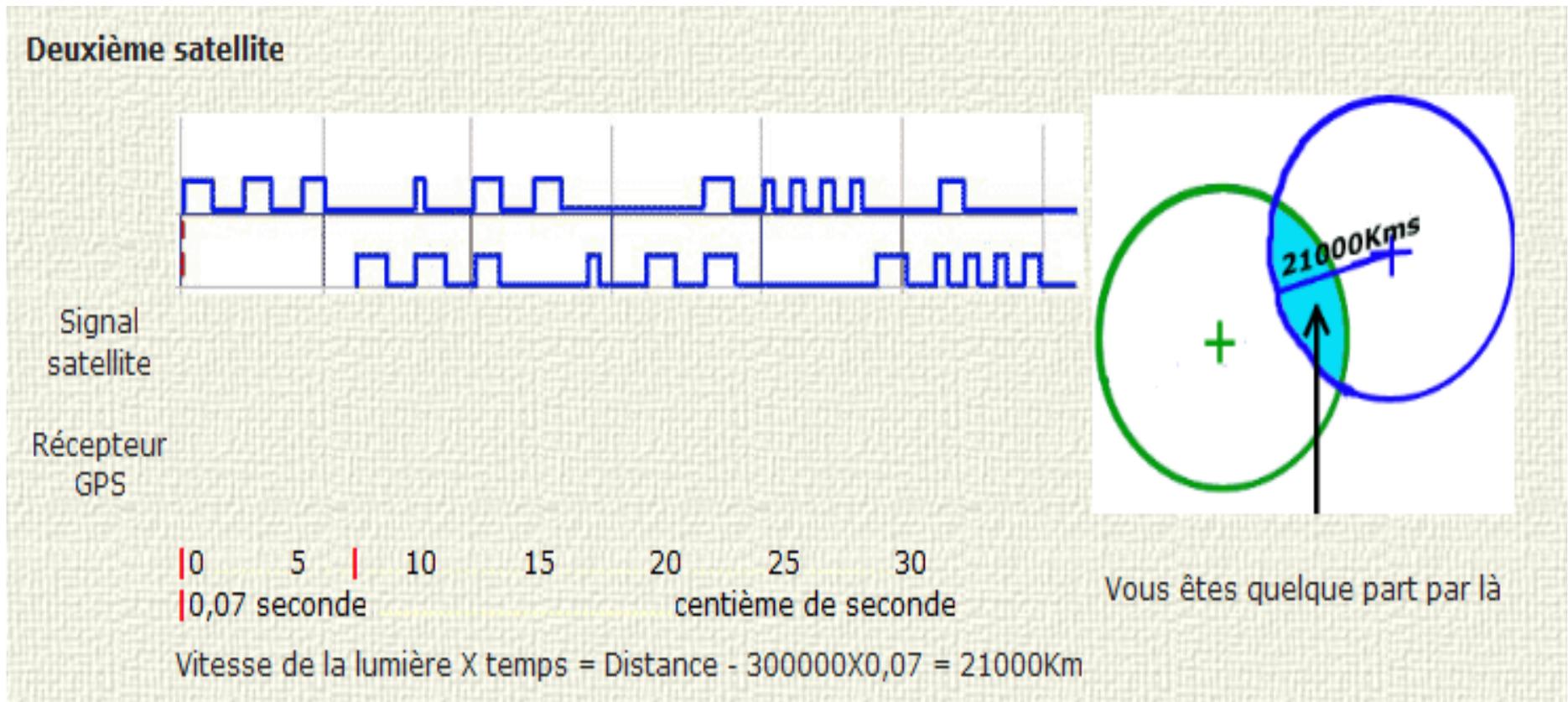
# Principe de fonctionnement



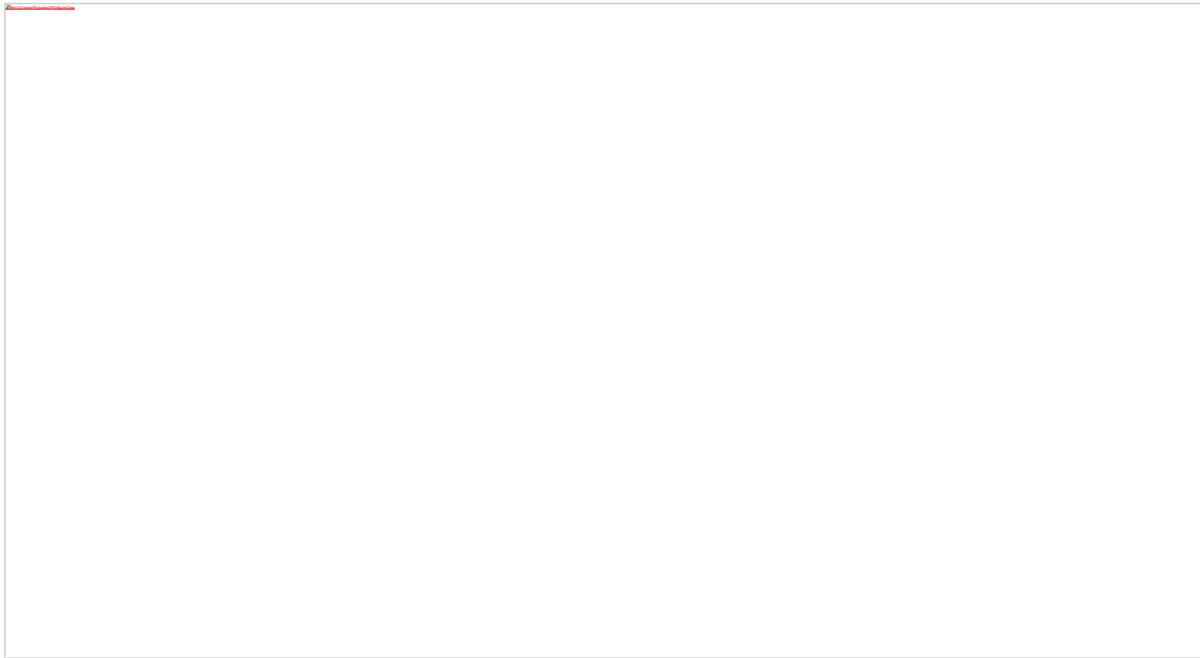
# Principe de fonctionnement



# Principe de fonctionnement



# Principe de fonctionnement

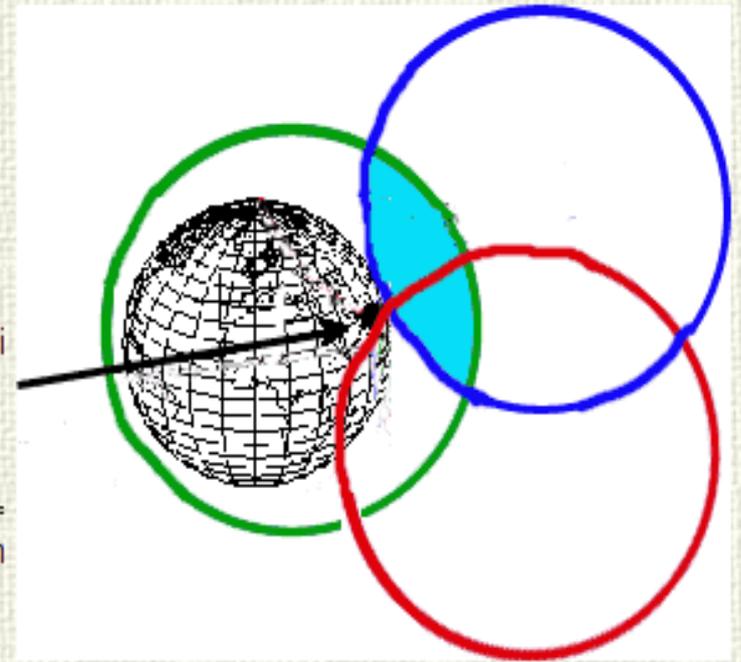


# Principe de fonctionnement

Troisième satellite

Vous êtes ici

Vitesse de la lumière X temps = Distance -  $300000 \times 0,05 = 15000 \text{Km}$



# Principe de fonctionnement



# Principe de fonctionnement

L'intersection d'au moins 3 cercles donnera la position du récepteur GPS au sol.



# Principe de fonctionnement

Pour déterminer l'altitude, 4 satellites au minimum sont nécessaires.

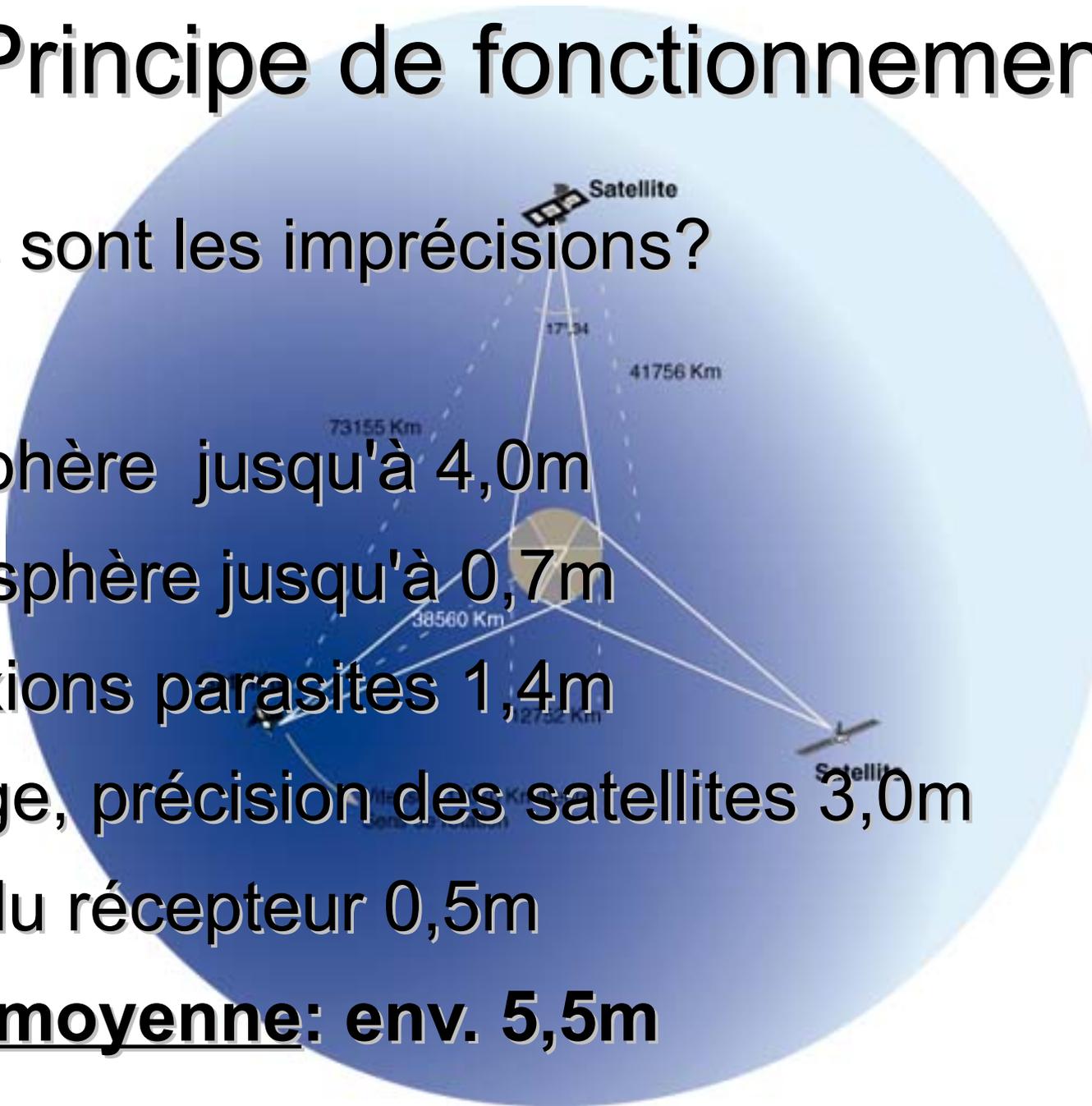


# Principe de fonctionnement

Quelles sont les imprécisions?

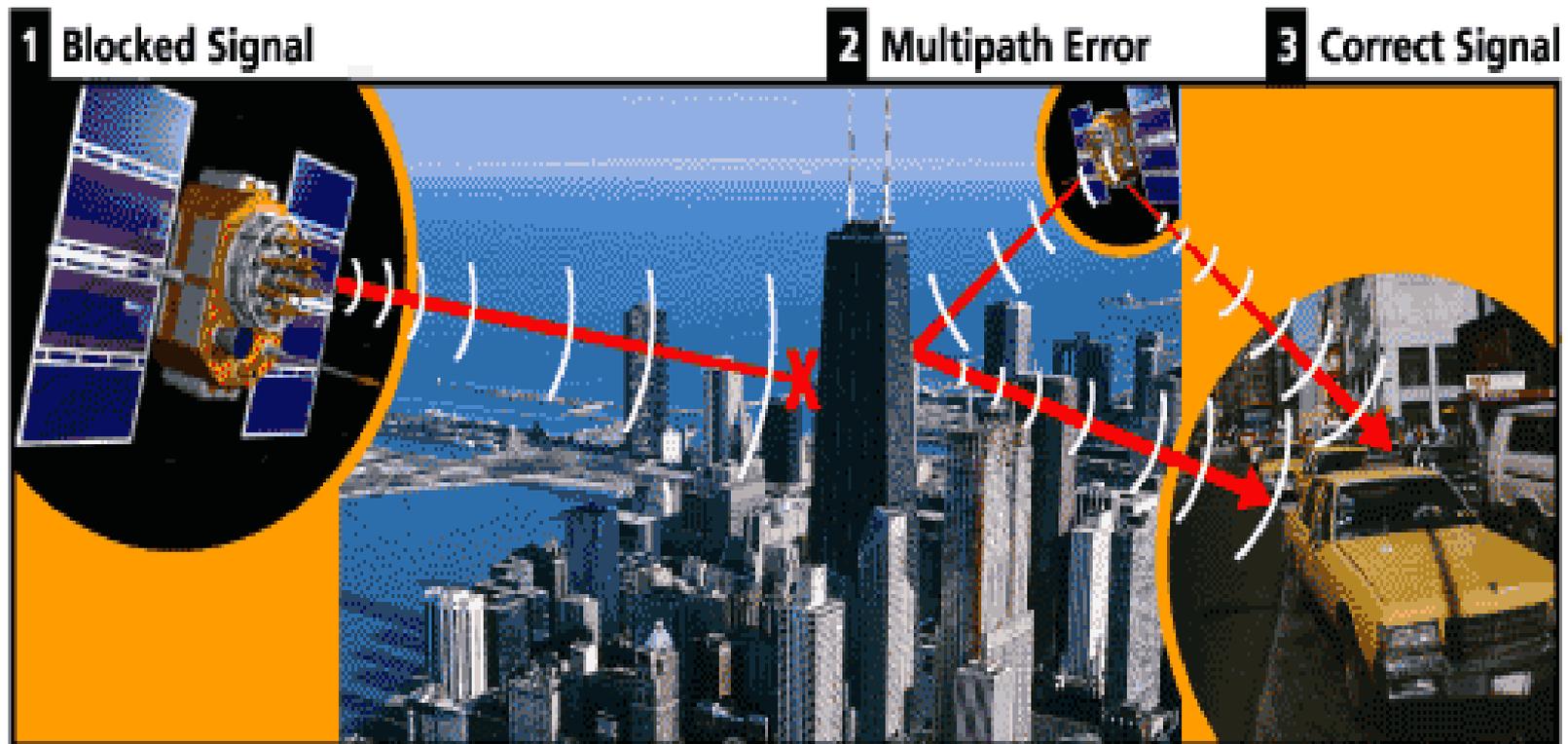
- Ionosphère jusqu'à 4,0m
- Troposphère jusqu'à 0,7m
- Réflexions parasites 1,4m
- Horloge, précision des satellites 3,0m
- Bruit du récepteur 0,5m

**Erreur moyenne: env. 5,5m**



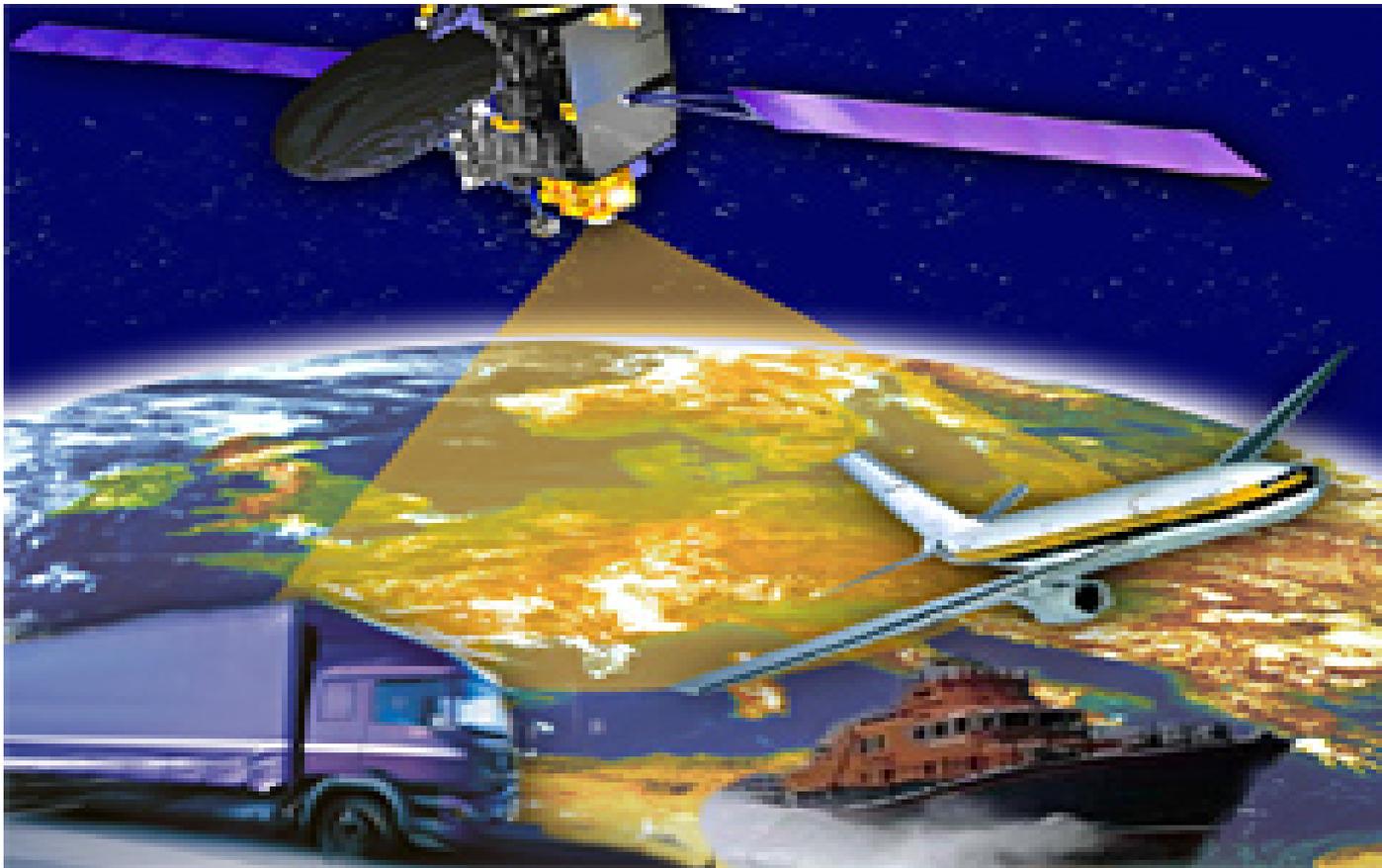
# Principe de fonctionnement

Quelles sont les autres sources d'erreurs sur le terrain?



# Quelles applications?

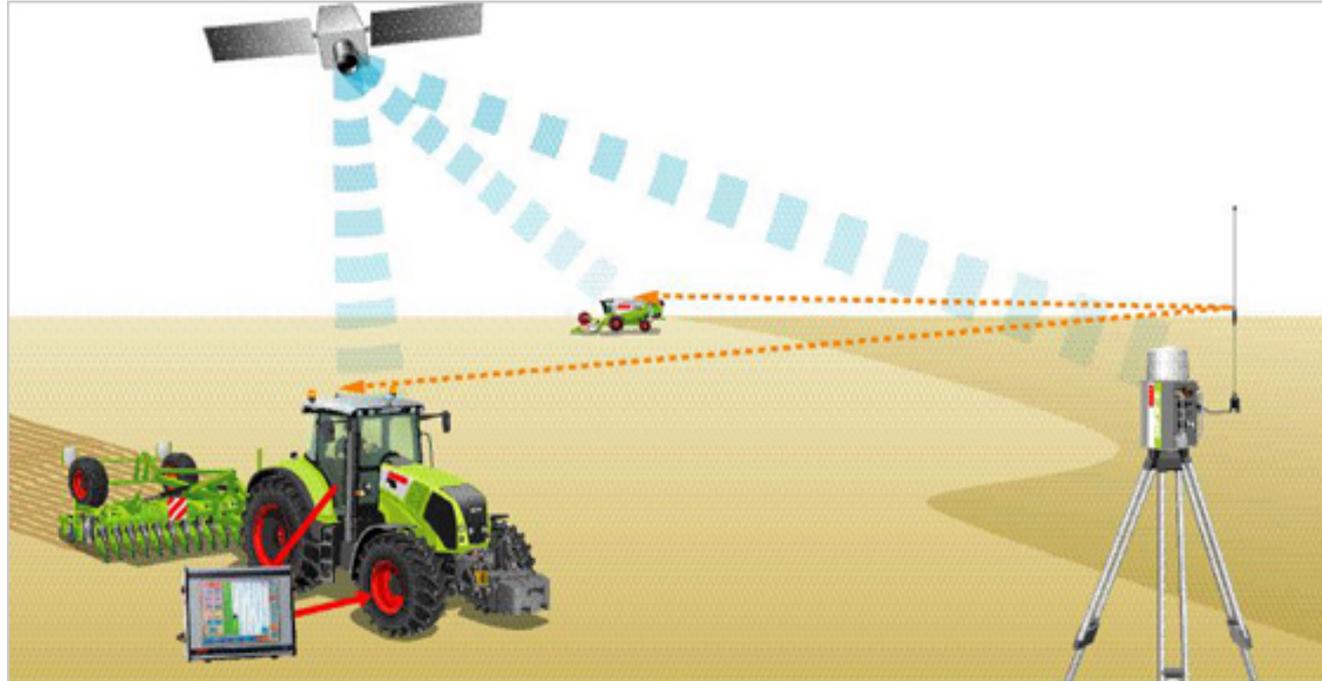
Transports terrestres, maritimes, **aéronautique**



Optimisation des flux de marchandises, stock...

# Quelles applications?

Agriculture, analyse des rendements des récoltes  
optimisation des épandages, guidages des  
tracteurs, moissonneuses batteuses sans  
conducteurs...

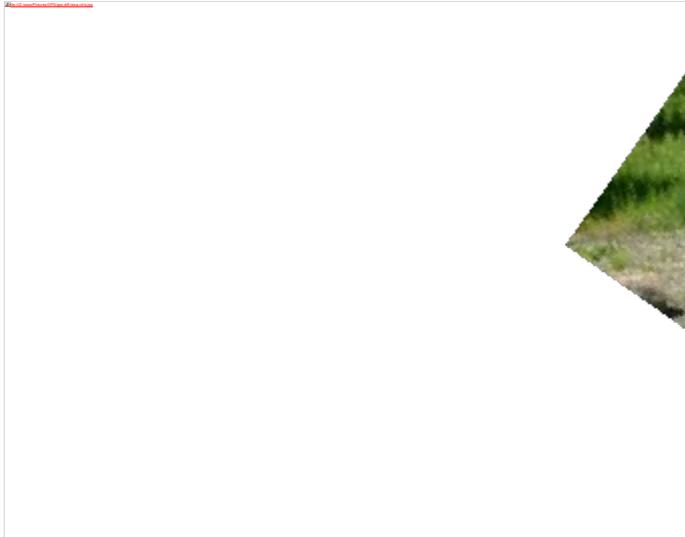


# Quelles applications?

Gestion des forêts

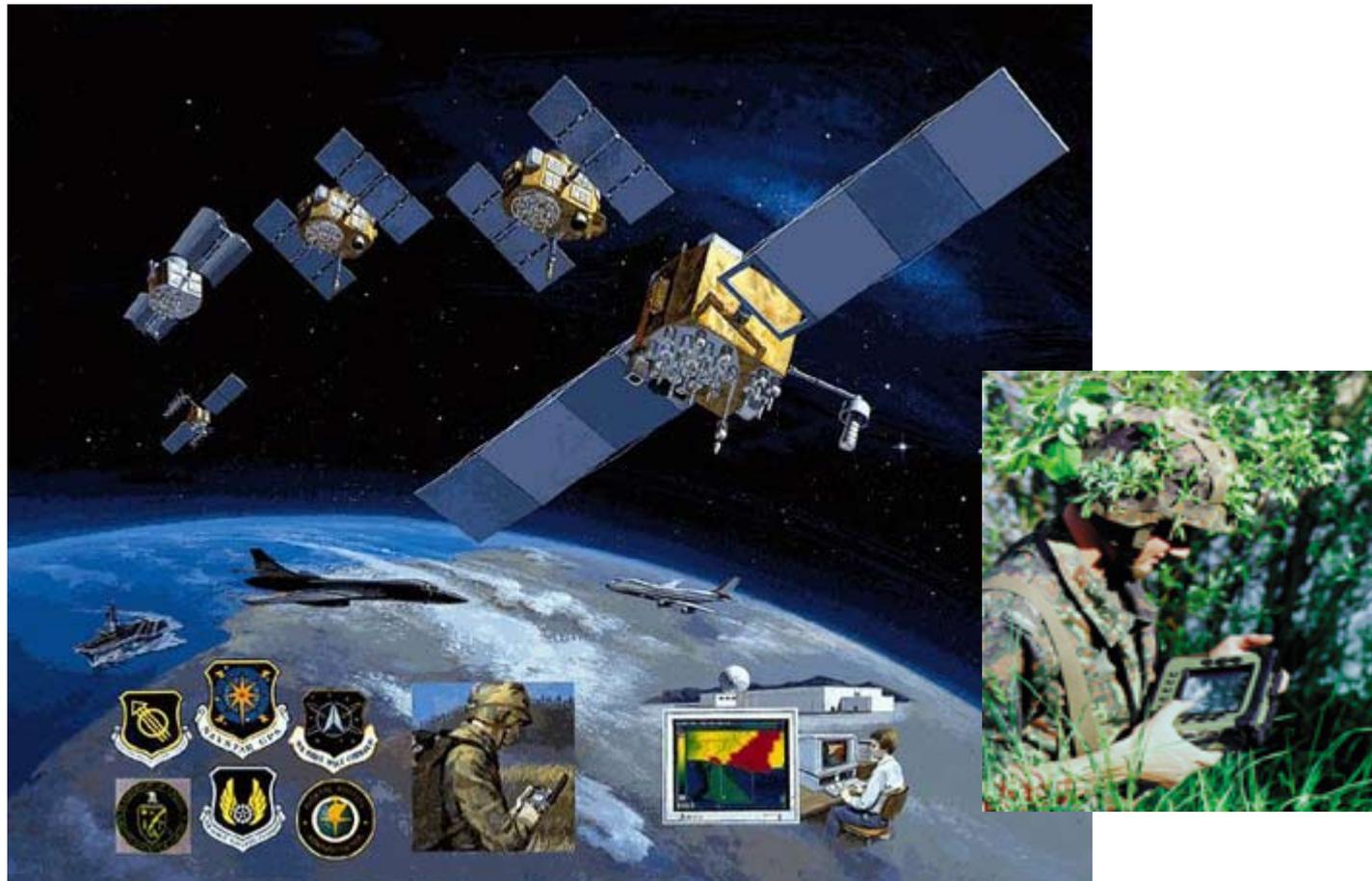
Observation de la nature...

BTP, tunnel, voirie, etc...



# Quelles applications?

Militaires avec positionnement des troupes, guidage avions, bateaux etc...



# Quelles applications

Sécurité des personnes, des véhicules.

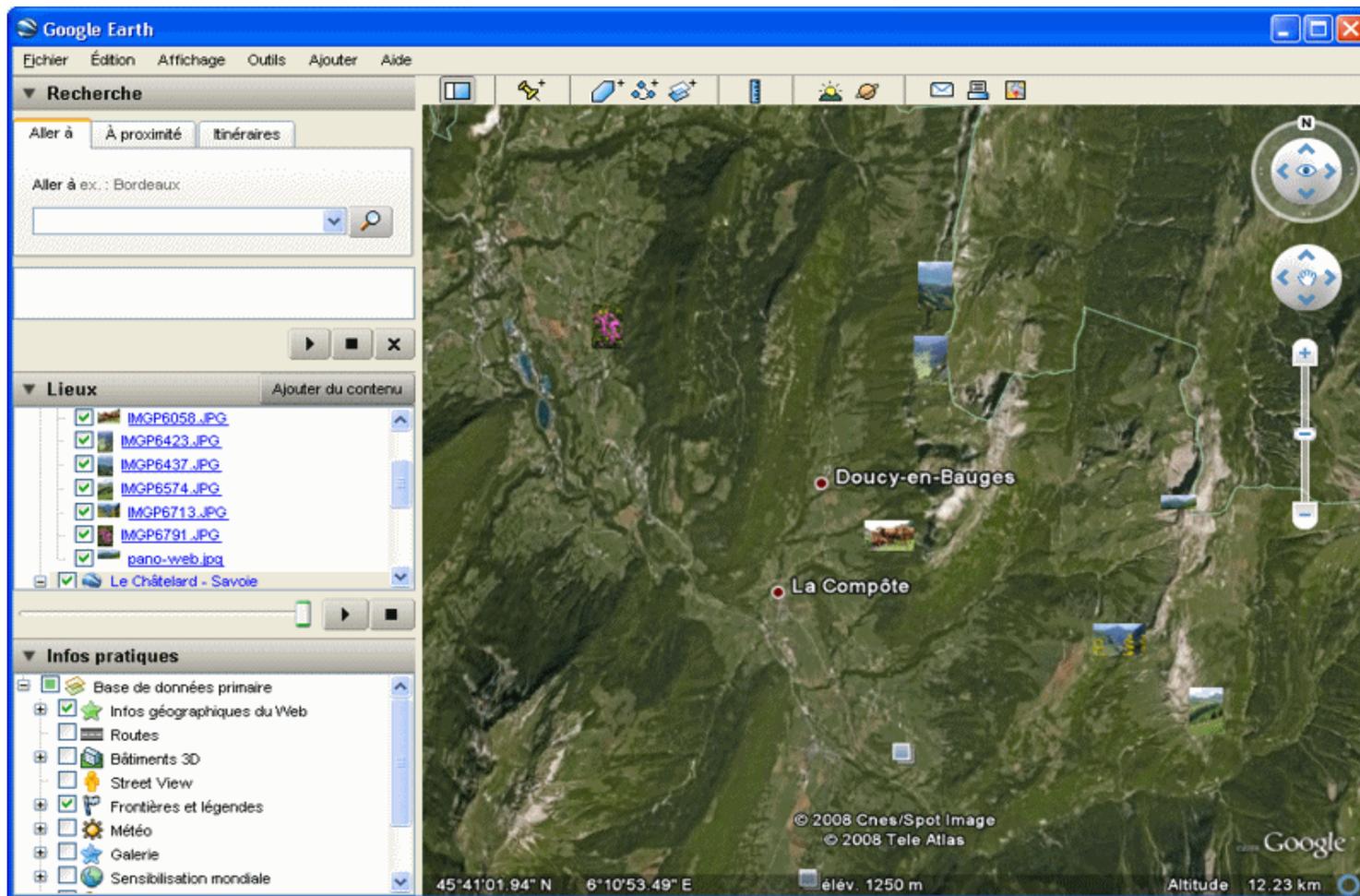
Lutte contre le vol. (exemple: [Argos](#) )



# Quelles applications?

Géolocaliser ses photos sur une carte.

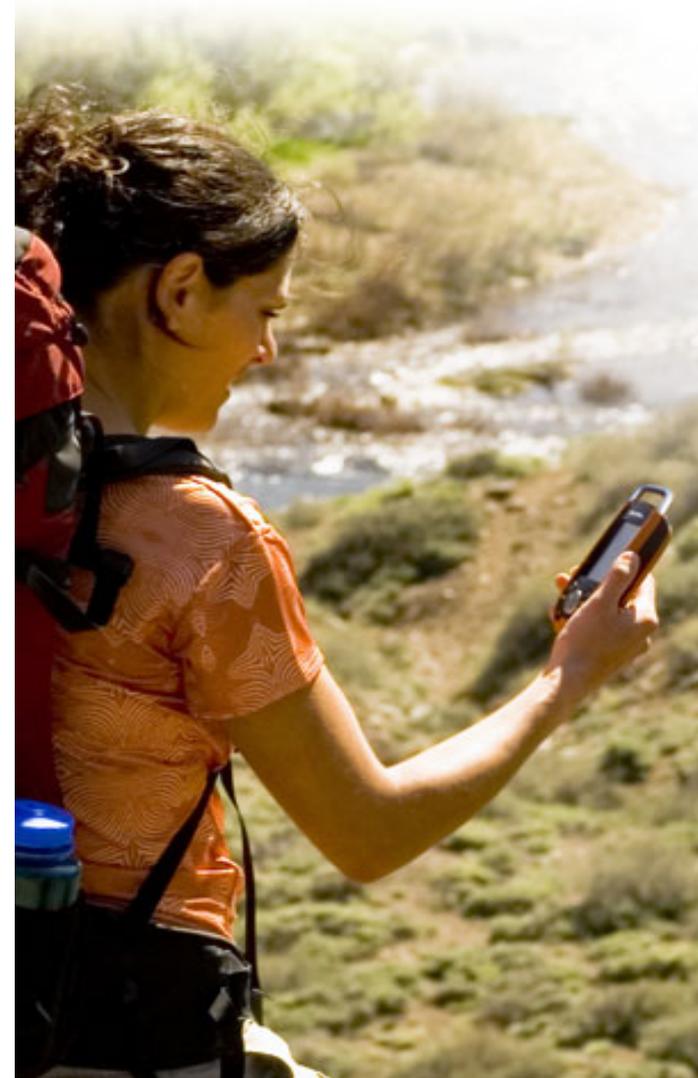
Google Earth, autres...



# Quelles applications?

Pour les **loisirs** , sports...

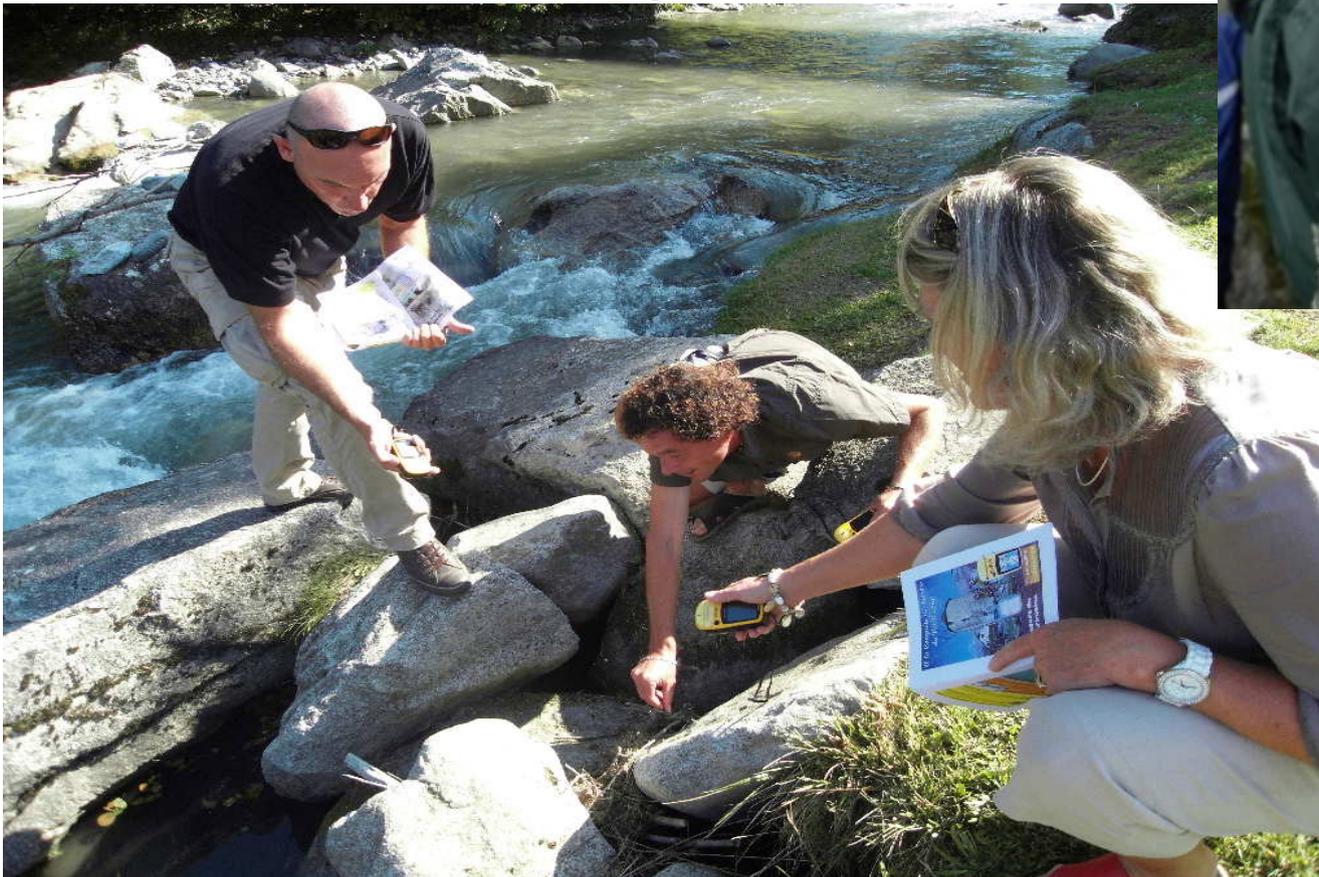
Randonnées, vélo...



# Quelles applications?

Pour la chasse au trésor...

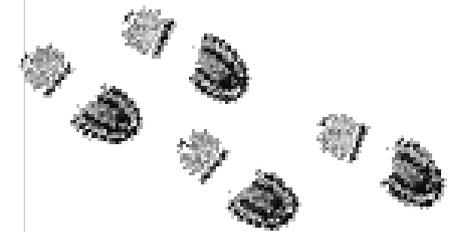
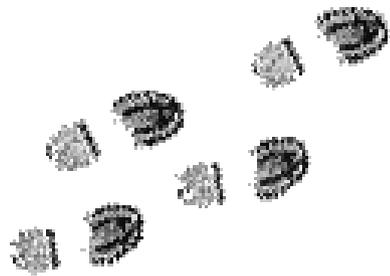
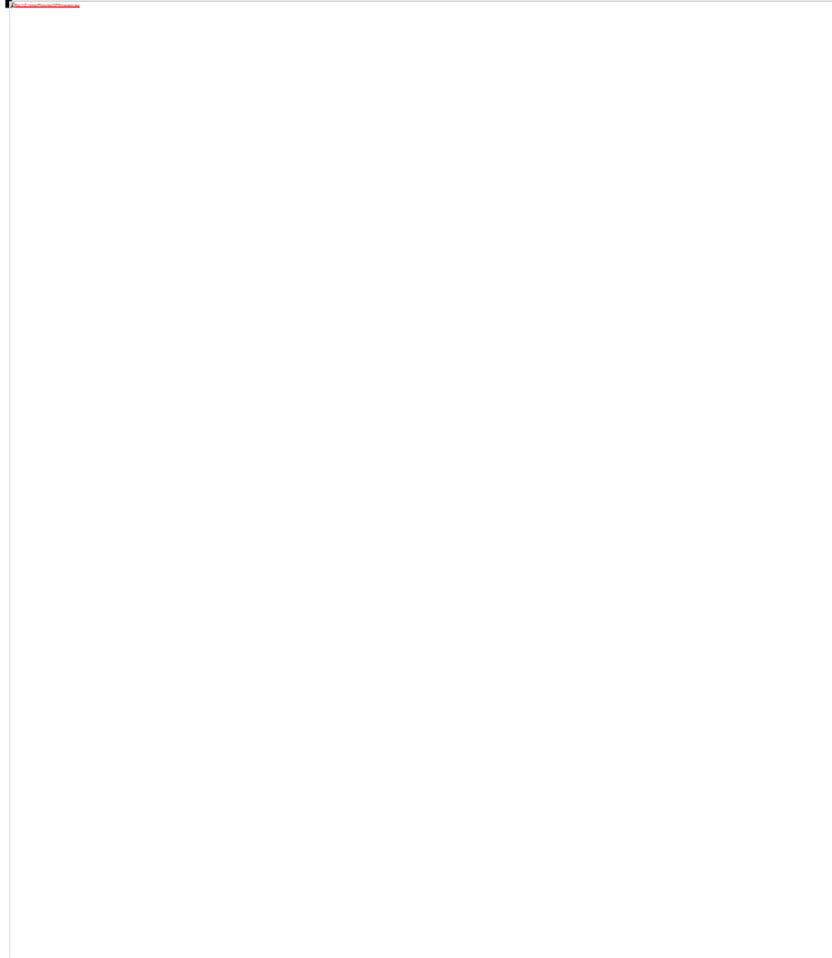
Avec le **Geocaching**



# GPS et Cartographie



Comment interpréter les coordonnées sur une carte?





# GPS et cartographie



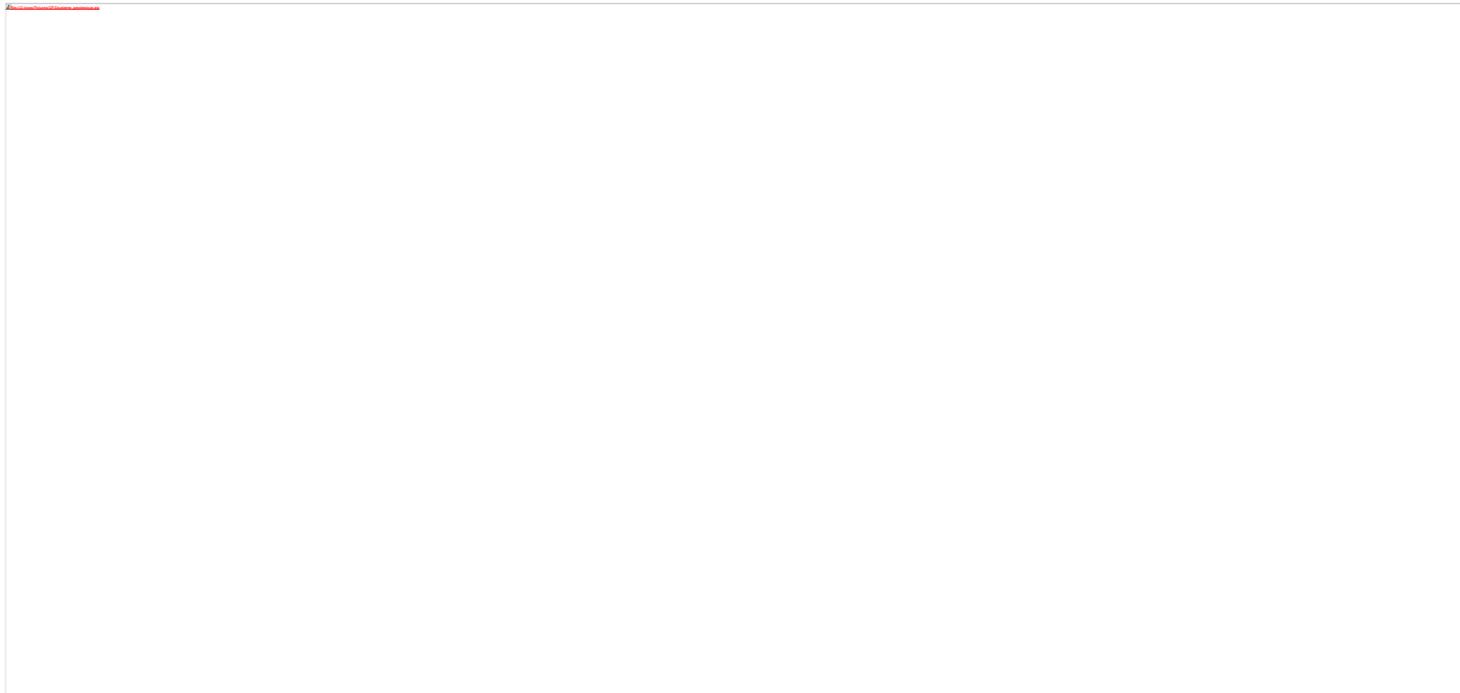
C'est cela notre terre?!



# GPS et Cartographie



Le système GPS utilise le système géodésique  
WGS84



# GPS et Cartographie



Latitude et longitude sont indispensables pour déterminer une position précise.



# GPS et Cartographie



On se déplace toujours selon des axes

Nord  $\Leftarrow \Rightarrow$  Sud      Est  $\Leftarrow \Rightarrow$  Ouest





# GPS et Cartographie



Afin de se repérer, il est indispensable d'avoir une cartographie à jour du lieu où l'on se trouve...

Pour les GPS routiers, celle ci est embarquée d'office et vous donnera l'endroit où vous vous situez (cartes Navtec ou Télé Atlas).

Vous indiquez une adresse, une ville, un point d'intérêt (commerce, restaurant, station essence etc..) et le GPS vous mènera à la bonne adresse.



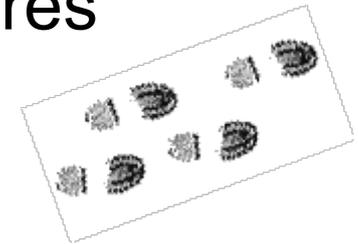
Le système fonctionne sous système géodésique WGS84



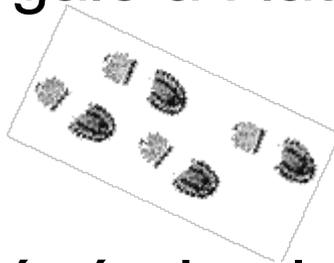
# GPS et Cartographie



Les coordonnées géographiques sont souvent données en degrés sexagésimaux, c'est-à-dire, en degrés, minutes et secondes. Cependant, les ordinateurs préfèrent le système décimal et il est nécessaire de convertir les degrés sexagésimaux en degrés décimaux.



Exemple. Soit une latitude de  $45^{\circ} 53' 36''$  (45 degrés, 53 minutes et 36 secondes). Exprimée en degrés décimaux, la latitude sera égale à : latitude =  $45 + (53 / 60) + (36 / 3600) = 45.89$



Formulation générale : latitude (degrés décimaux) = degrés + (minutes / 60) + (secondes / 3600)



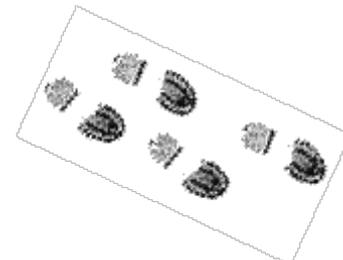
# GPS et Cartographie



Convertir les degrés décimaux en degrés sexagésimaux

Exemple : soit une longitude de  $121,135^\circ$

1. Le nombre avant la virgule indique les degrés  $\Rightarrow 121^\circ$
2. Multiplier le nombre après la virgule par 60  $\Rightarrow 0,135 * 60 = 8,1$
3. Le nombre avant la virgule devient la minute (8')
4. Multiplier le nombre après la virgule par 60  $\Rightarrow 0,1 * 60 = 6$
5. Le résultat correspond aux secondes (6").
6. Notre longitude sera de  $121^\circ 8' 6''$





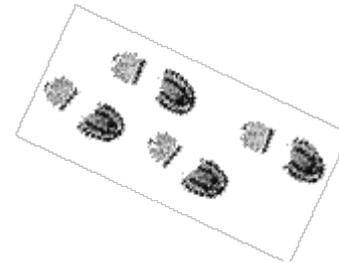
# GPS et Cartographie



Pas de panique, il existe de nombreux sites et moyens pour convertir ces formats:

[GPS Babel](#)

[Trace GPS.com](#)



Parfaitement inutile pour les GPS routiers ou tout est intégré  
la conversion de formats peut être nécessaire pour les GPS  
De randonnées en fonctions des formats de cartes...

**Pour les cartes IGN (série bleue 1/25000ème) qui sont compatibles GPS ce sera l'UTM (en WGS84)**



# GPS et Cartographie



Je règle mon GPS Outdoor (60CSx) en WGS84 et format UTM et j'obtiens les coordonnées suivantes:

Goûter

Note

06-NOV-09 13:58:54

Position

32 T 0331574  
UTM 5079574

Élévation Profondeur

190m \_\_\_\_\_m

A partir du Curseur

000° 0m

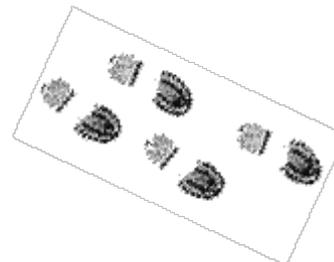
Suppri Carte Rallier

Pointeur carto

32 T 0331574 191°  
UTM 5079574 306.01%

Goûter

500m  
mapsource





# GPS et Cartographie



Me repérer sur une carte papier IGN (compatible GPS)  
à l'aide d'une règle GPS

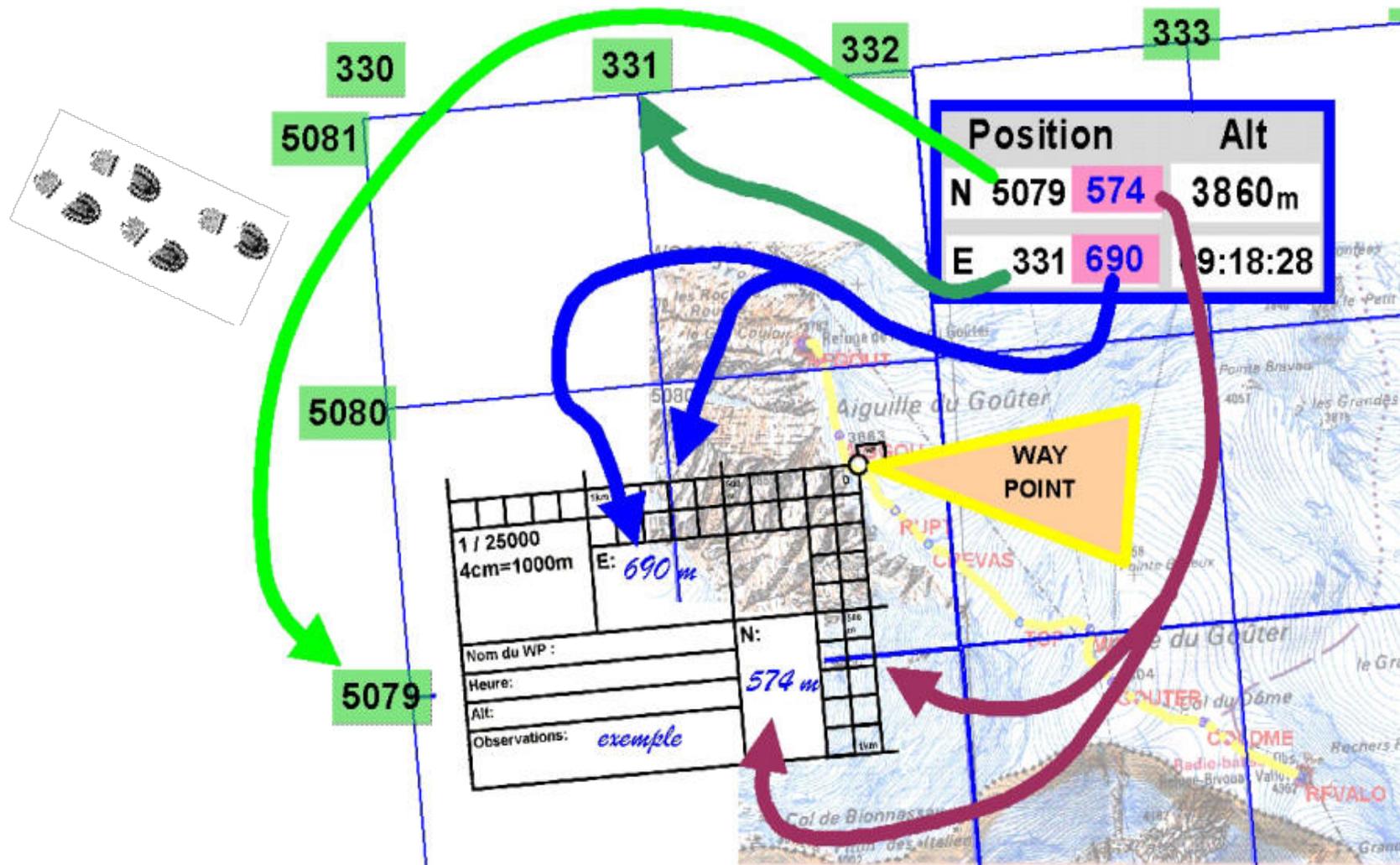
					1km					500 m				0	WP
<b>1 / 25000</b> <b>4cm=1000m</b>					<b>E:</b>										
Nom du WP :					<b>N:</b>					500 m					
Heure:															
Alt:															
Observations:															
												1km			



# GPS et Cartographie



Me repérer sur une carte papier IGN (compatible GPS)





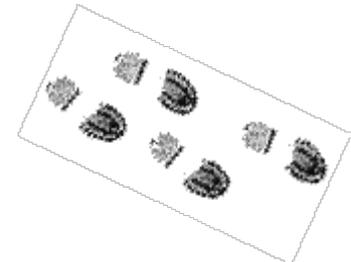
# GPS et Cartographie



Comment préparer un circuit de rando, VTT  
(en format GPX)?

Plusieurs possibilités:

- [Georando](#) cartes IGN avec possibilité d'avoir le balisage du Club Vosgien (payant)
- [Mapsource](#) cartographie Garmin avec fond de cartes IGN
- [Gpsies](#) bien complet et (gratuit)
- [ClicGPX](#) carte issues de Geoportail (gratuit)
- et autres...



# Existe t'il d'autres systèmes?

**GLONASS** (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistemale) Initiative Russe lancé dès octobre 1982 et qui devrait être équipé à terme de 24 satellites. Il devrait être opérationnel pour 2010

**COMPASS** (actuellement Beidou) Initiative Chinoise qui devrait comporter 30 satellites à termes.

**GALILEO** le système européen prévu pour 2012...

**IRNSS** (Indian Regional Navigational Satellite System) prévu pour couvrir l'Inde et jusqu'à 2000km autour.

**QZSS** ( Quasi-Zenith Satellite System) développé par le Japon. 6 satellites pour couvrir le pays en complément au système GPS

# Coût du Système

- Un satellite coûte environ 40 millions de \$
- Le lanceur environ 60 millions de \$
- Le remplacement des satellites en fin de vie et estimé à environ 400 millions de \$ par an.
- Le coût du fonctionnement des segments de contrôle est estimé à environ 30 millions de \$ par an.

# Qui contrôle le Système ?

- Le **GPS** est entièrement mis en oeuvre, financé et contrôlé par l'**armée américaine**.
- Elle décide seule de l'implantation des futurs satellites et de contrôler les opérations du système.
- Le président américain peut en cas de conflit supprimer l'émission des signaux pour les civils.
- **Il est interdit de fabriquer des récepteurs capables de capter des signaux à une altitude supérieure à 18 000m et pouvant aller à des vitesses supérieures à 1850km/h**

# Le GPS en action sur le terrain

Alsace Geocaching vous remercie de votre attention et vous propose en complément de cette formation une initiation terrain le **15 Novembre 2009 à partir de 14h** dans les environs de Sélestat...

Hésitant?

Voyez donc par [ici](#)

