

# GNSS et systèmes de référence

IGN, Service de géodésie et de métrologie

# GNSS

Quatre systèmes globaux :

- GALILEO : Europe
- GPS : USA
- GLONASS : Russie
- BEIDOU : Chine

Des systèmes « locaux » :

- QZSS : Japon
- IRNSS : Indien

Des augmentations :

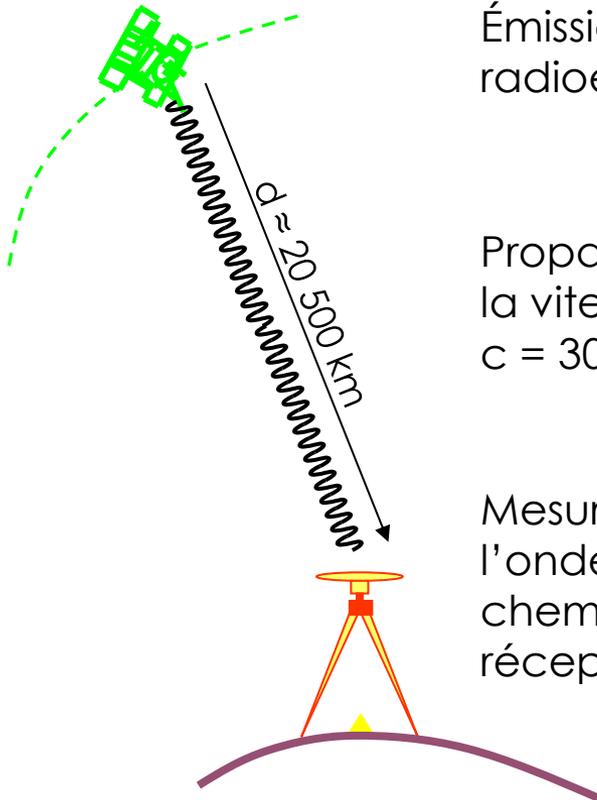
- EGNOS
- WAAS

...



# GNSS

Le principe :



Émission d'une onde radioélectrique

Propagation de cette onde à la vitesse de la lumière  
 $c = 300\,000 \text{ km/s}$

Mesure du temps mis par l'onde pour parcourir le chemin entre le satellite et le récepteur :

$1 \mu\text{s}$  de retard = 300 m de distance  
→ il faut une précision de 1 ns pour atteindre une résolution de l'ordre du mètre

# GNSS

## Les satellites

Ils tournent autour de la Terre et transmettent en continu des signaux radio codés.

## Comment se fait la géolocalisation?

Pour déterminer la position exacte sur le globe, on utilise le principe de trilatération. Il s'agit de localiser un objet en 3D en calculant la distance qui le sépare de trois points de référence. En raison de l'utilisation d'horloges qui ne sont pas parfaitement synchronisées, un quatrième satellite doit être observé.

## Les différentes constellations GNSS

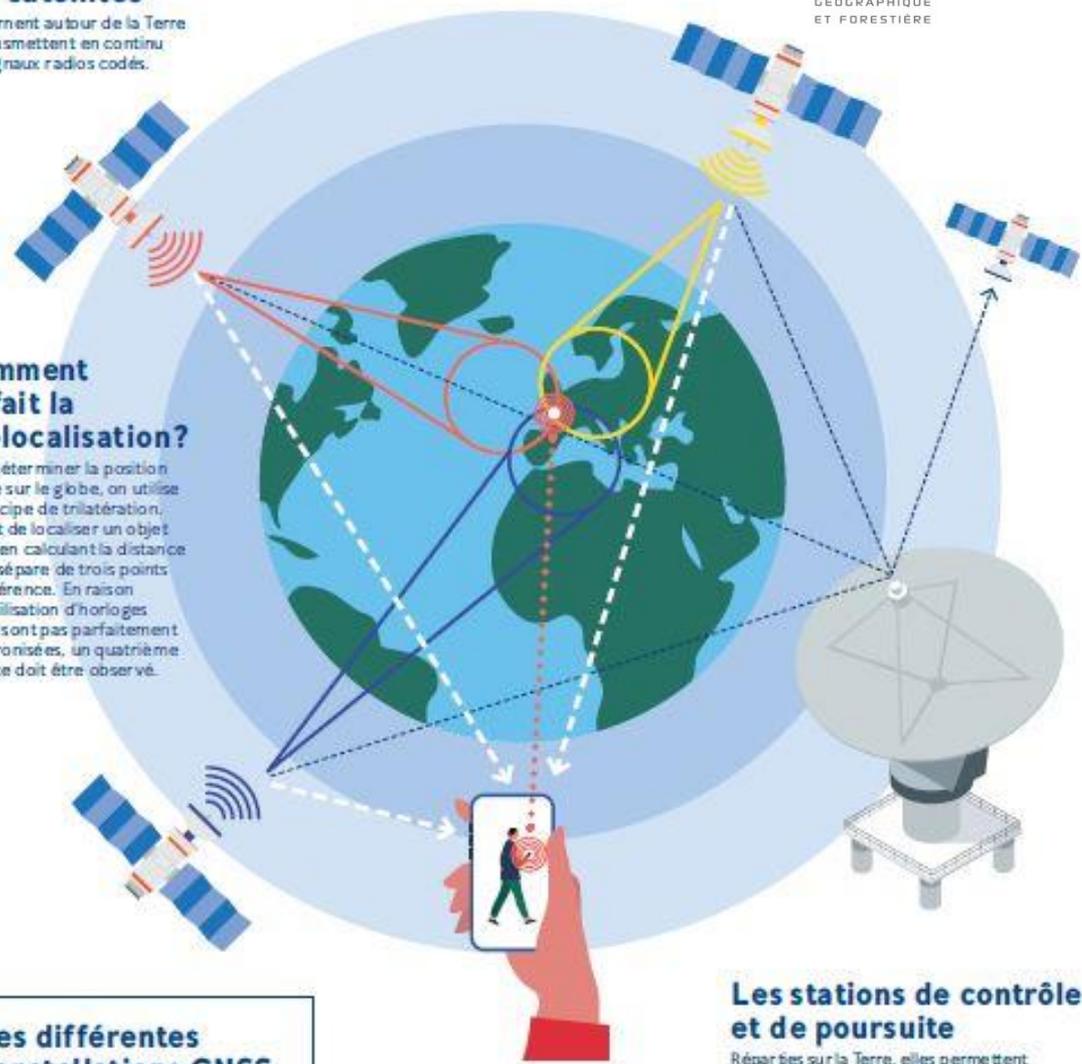
-  États-Unis : GPS
-  Russie : Glonass
-  Europe : Galiléo
-  Chine : Beidou

## L'utilisateur

Une puce associée à une antenne radio dans un récepteur (station GNSS de géomètre, smartphone, ordinateur de navigation, etc.) est utilisée pour décoder les signaux. Elle calcule la distance qui le sépare de l'émetteur, le satellite, en mesurant leur temps de parcours.

## Les stations de contrôle et de poursuite

Réparties sur la Terre, elles permettent aux opérateurs de suivre et communiquer avec les satellites pour leur fournir en particulier les paramètres de navigation (éphémérides) nécessaires à l'utilisateur pour se géolocaliser. On en compte quelques dizaines par constellation GNSS. L'IGN, avec des partenaires européens, contribue à la gestion et au suivi du système européen en fournissant les éléments utiles au calcul (position validée et très précise des stations et des satellites).



# GNSS

Positionnement différentiel :

Un récepteur sur un point connu, un récepteur sur un point inconnu : par traitements différentiels entre ces deux récepteurs une position est calculée au point inconnu

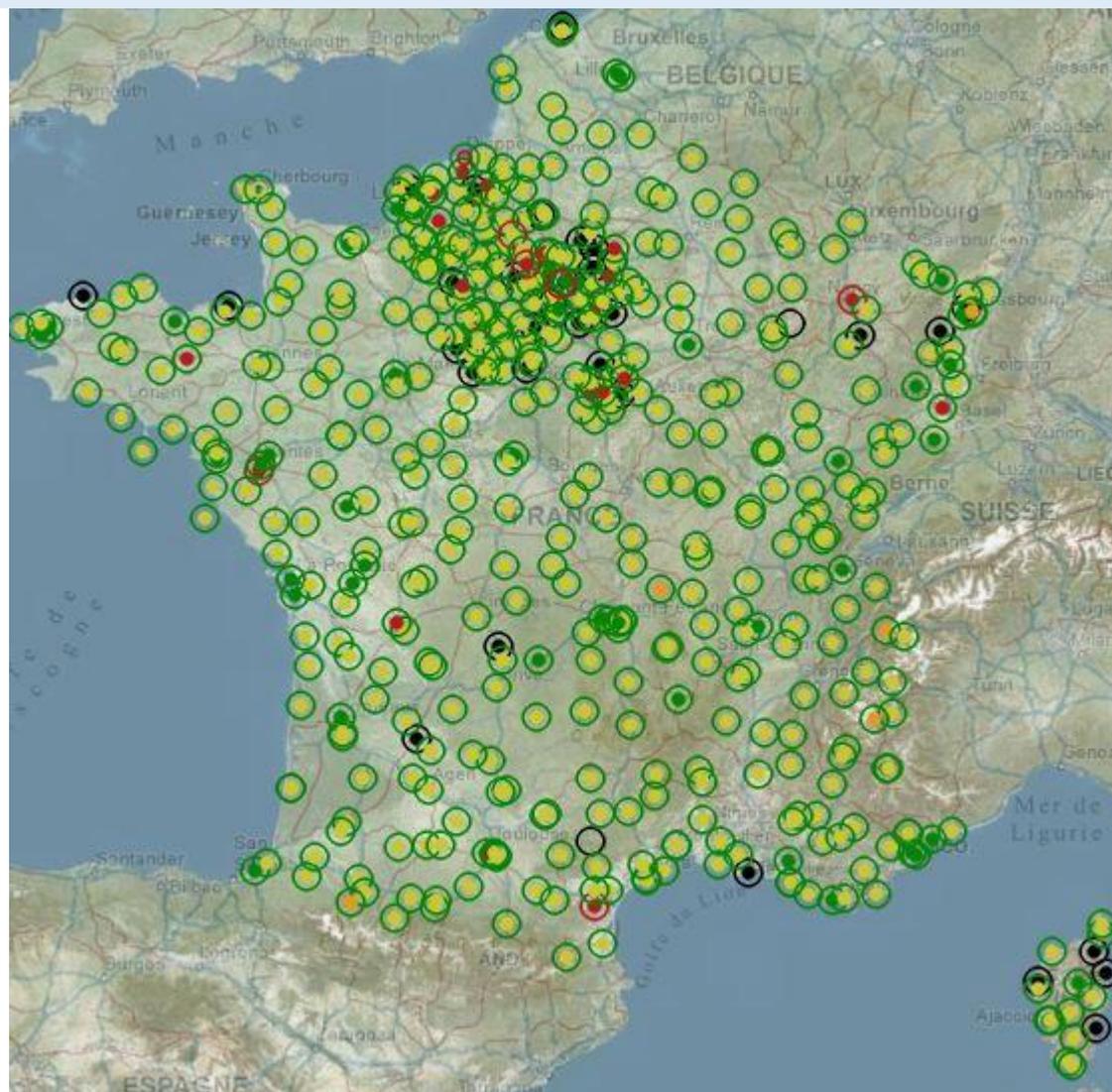
Dès les années 2000, des réseaux GNSS permanents sont mis en œuvre dans de nombreux pays

Le but est de permettre aux utilisateurs de s'affranchir de la mise en place d'un récepteur sur un point connu

Actuellement en France, environ 540 stations constituent le RGP : l'IGN garantit la mise en référence, les partenaires fournissant les données

# GNSS

- 25 stations propriété de l'IGN
- De nombreux partenaires
- Dès 2000, volonté de l'IGN de se positionner comme fédérateur



# GNSS

Positionnement ponctuel précis : PPP

Disposer à la fois d'informations « classiques » des satellites mais en complément d'informations de corrections d'orbites et d'horloges permettant un calcul de position isolée

La fabrication des corrections nécessite une infrastructure mondiale. Le CNES et l'IGN participent à cette construction par le réseau REGINA : réseau GNSS pour l'IGS et la navigation

Cette technique est l'avenir du positionnement

# GNSS



Réseau REGINA actuel

# GNSS

Pour compléter les notions d'infrastructures

- l'IGS (International GNSS Service), évoqué avec REGINA, est un service de l'AIG (Association Internationale de Géodésie) qui est une infrastructure internationale dédiée au GNSS
- Les données et produits de l'IGS sont utilisés :
  - d'une part en temps différé, principalement pour les travaux sur les références et des travaux de contrôle
  - d'autre part en temps réel pour les applications le nécessitant, et en particulier pour le PPP
- Au niveau national, le RGP contribue à l'IGS et constitue une augmentation terrestre nationale

D'autres acteurs proposent des infrastructures , en particulier des compagnies privées, typiquement pour le PPP en fournissant des corrections d'orbites / horloges (à l'échelon national ou international), ou pour des solutions RTK nationales

# Le système de référence ITRS

Pourquoi un système mondial : pour mettre à la disposition de tous un outil commun de géolocalisation

- L'ITRS, *international terrestrial reference system*, définit un système de coordonnées géocentrique utilisant le système de mesure SI
- Les réalisations de ce système, autrement dit le moyen d'accéder à la réalité de ce système, sont les ITRF, *international terrestrial reference frame*
- Le dernier en date est l'ITRF2014. Le prochain sera l'ITRF2020 qui sera publié en 2021

# ITRS

- La fabrication de ce système s'appuie sur quatre techniques spatiales :
  - VLBI : *very long baseline interferometry*
  - SLR : *satellite laser ranging*
  - DORIS : détermination d'orbite et radiopositionnement intégrés par satellite
  - GNSS : *global navigation satellites systems*
- Et des liens par mesures topométriques (au sens large) entre ces techniques sur des sites dits de colocalisation

# ITRS



Laser



VLBI

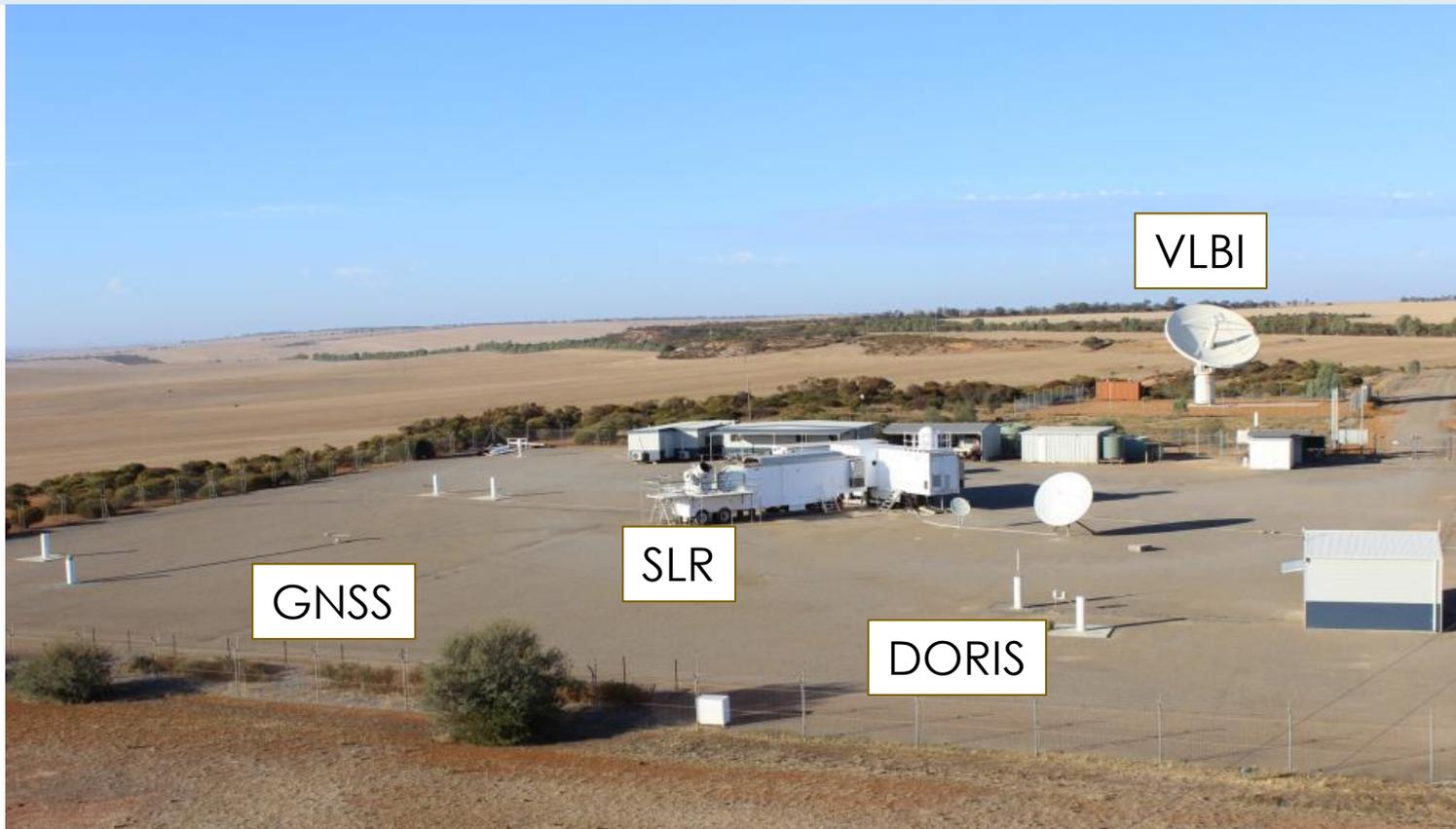


GNSS



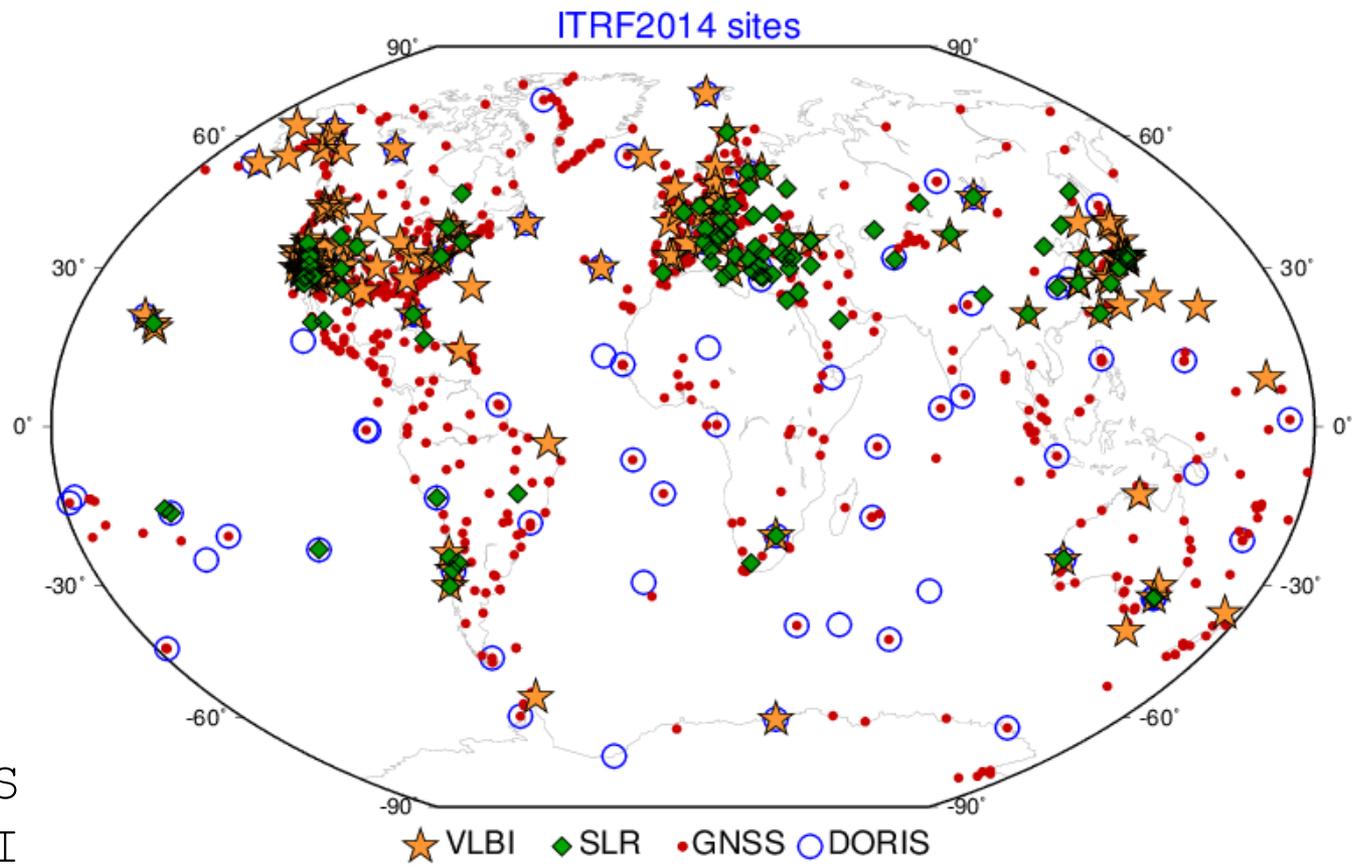
DORIS

# ITRS



Observatoire géodésique de Yarragadee, Western Australia  
Geoscience Australia

# ITRS



884 GNSS  
124 VLBI  
96 SLR  
71 DORIS

# ITRS

Résolutions ITRF :

- UGGI (2019)

*“To recommend to the user community that the ITRF be the standard terrestrial reference frame for positioning, satellite navigation and Earth Science applications, as well as for the definition and alignment of national and regional reference frames.”*

<http://site.cnfgg.fr/resolution-2019-de-luggi>

- ONU, UNGGIM (2015) :

« Repère de référence géodésique mondial pour le développement durable »

<http://ggim.un.org/knowledgebase/Attachment156.aspx?AttachmentType=1>

Au niveau européen et français :

- ETRS89/RGF93 : Europe et métropole
- ITRS/ITRF : territoires d'outremer

# Merci pour votre attention



Station GNSS de Dumont d'Urville