

# La géolocalisation dans les radiosciences

*Jean-Benoît AGNANI , Agence nationale des fréquences, Président d'URSI-France  
Jean-benoit.agnani@anfr.fr*

*Union Radio-Scientifique Internationale*

*International Union of Radio Science*





# URSI-France

Le "Comité National Français de Radioélectricité Scientifique" (CNFRS) a été formé en 1913. Il s'est ensuite associé à trois autres comités internationaux pour constituer l'URSI.

Depuis 2009, le CNFRS promeut la dénomination « URSI France », qui permet de mieux communiquer vers la communauté scientifique par un lien clair avec l'Union Radio Scientifique Internationale.

Les domaines scientifiques couverts sont classés en dix commissions, dont les termes de référence sont rediscutés à chaque Assemblée Générale de l'URSI.





# Commissions

- La métrologie (A)
- Les ondes et champs électromagnétiques (B)
- Les signaux et systèmes (C)
- Les dispositifs électroniques et photoniques (D)
- La compatibilité électromagnétique (E)
- La propagation et la télédétection (F)
- La radioélectricité ionosphérique et la météorologie spatiale (G)
- Les ondes dans les plasmas (H)
- La radioastronomie (J)
- L'électromagnétisme en biologie et en médecine (K)





# Journées scientifiques URSI France

Chaque année des journées scientifiques sont organisées :

2020 : Réseaux du futur : 5G et au-delà

2019: Approcher les deux infinis par les ondes électromagnétiques

2018 : **Géolocalisation et navigation dans l'espace et le temps**

2017 : Radiosciences au service de l'humanité

2016 : Énergie et radiosciences

2015 : Sonder la matière par les ondes électromagnétiques

...





# Géolocalisation

**Géolocalisation et navigation sont des catalyseurs clés de diverses applications :**

Navigation personnelle en intérieur

Optimisation des réseaux de communication

Systèmes de transports intelligents (véhicules autonomes)

Géo-marquage des objets et capteurs connectés

Surveillance de l'environnement et automatisation dans les bâtiments ou villes intelligentes





# Technologies

**Elles s'appuient sur :**

Les satellites (GNSS)

le réseau (téléphonie mobile, SigFox, Lora...)

Les appareils à faible portée (Bluetooth, Wifi...)

Les radars

La télédétection par laser (Lidar)

...





# Traitements du signal utilisés pour la localisation

Ils sont basés sur :

Amplitude du signal, interférométrie, TDOA

Corrélation à partir d'un code pseudo aléatoire

Balayage d'un faisceau à gain, Mesure du retard d'un écho radar, FMCW

UWB, Imagerie, Fingerprinting, algorithmes SLAM, algorithmes de poursuite...





# Systemes GNSS

Des systemes GNSS sont presents au niveau mondial ou regional (Europe, les Etats Unis, le Japon, l'Inde, la Chine et la Russie)

GALILEO (Europe), GPS (Etats Unis), QZSS (Japon), IRNSS (Inde), COMPASS/BEIDOU (Chine), GLONASS (Russie)

Des systemes d'augmentation existent egalement pour ameliorer le positionnement





**Les études menées dans ce  
domaine sont très actives**





# Systemes GNSS

Approche différentielle développée dans les années 90

Le mode PPP (precise point positioning) permet par la connaissance de la phase des signaux reçus d'obtenir une précision millimétrique

Il ouvre la voie à de nouvelles utilisations en particulier dans la géodésie.





# Systemes GNSS

## Travaux sur la modélisation de l'ionosphère

Difficulté liée au caractère plasma du milieu, placé dans un environnement fortement magnétisé et réactif (chimiquement), et qui est marqué par une forte dynamique temporelle et spatiale

## Traitement des multi trajets et des signaux NLOS

Différentes méthodes de détection et d'exclusion de défauts peuvent être appliquées afin notamment de détecter et d'exclure des mesures erronées





# Navigation

## La navigation en milieu difficile est l'un des enjeux

Les solutions radio peuvent être combinées avec le GNSS et des systèmes classiques de positionnement (par exemple centrale inertielle, magnétomètre, odomètre...)





# Exemples d'application (1/2)

Mesures différentielles de puissance sur deux capteurs portés sur une personne dans la bande 2,4 GHz

Véhicule autonome utilisé en cas de catastrophe

Groupe de piétons interconnectés par un réseau radio et utilisation de la télémétrie entre voisins





# Exemples d'application (2/2)

Utilisation de technologie radio impulsionnelle ultra-large bande (IR-UWB) pour des mesures de distances entre véhicules

Utilisation de la télédétection par laser (Lidar) pour la conduite autonome (génération de carte haute définition, détection des obstacles autour du véhicule)

Pistage des cibles hyper-manoevrantes





# Géolocalisation avec les réseaux

Traditionnellement basée sur la triangulation

Les antennes 5G peuvent être déployées avec des antennes à faisceaux orientables en mode TDD :

Possibilité de localiser un usager en connaissant le faisceau fixe maximisant l'énergie, en réalité les technologies actuellement déployées permettent de prendre en compte les trajets multiples pour « focaliser l'énergie ». Les problématiques posées sont aussi d'estimer la position d'un véhicule en déplacement pour obtenir le meilleur rapport S/N et donc le meilleur débit





# RADAR

**Arrivée de systèmes utilisant plusieurs canaux parallèles en transmission et en réception :**

Différents paramètres à optimiser suivant les performances qui peuvent être combinées avec cette approche : durée d'intégration, largeur des faisceaux, diversité de fréquences, période de répétition variable et codage des impulsions...





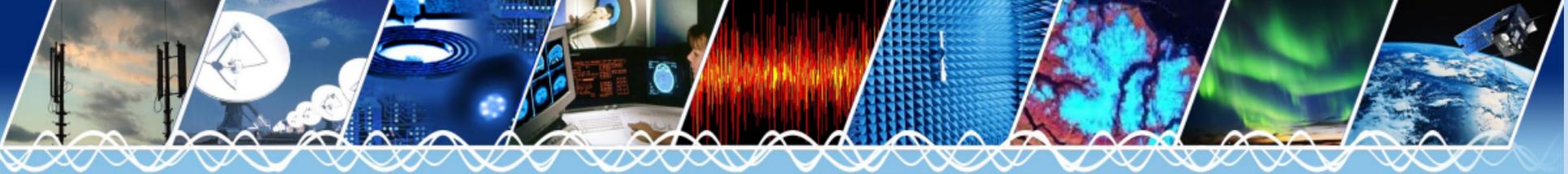
# LES HORLOGES

Les systèmes de positionnement tels que le GNSS nécessitent des horloges d'une grande exactitude

Des niveaux exceptionnels de stabilité et d'exactitude dans la gamme des  $10^{-18}$  qui vont au-delà des exigences requises aujourd'hui pour la géolocalisation.

Des travaux sont menés sur les horloges optiques qui pourraient conduire à la redéfinition de la seconde (horloges micro-onde au césium 133 utilisées actuellement)





[www.ursi-france.org](http://www.ursi-france.org)



INSTITUT DE FRANCE  
Académie des sciences

**Merci de votre attention**

*Union Radio-Scientifique Internationale*

*International Union of Radio Science*

