

## **P30 Validation des modèles de propagation pour la perte entre émetteur en milieu urbain et récepteur en milieu rural**

Encadrant 1 : Pascal Pagani

Département : Micro-Ondes

Encadrant 2 : Jacky Ménard

Département : Electronique

Partenaires extérieurs : Agence Nationale des Fréquences (ANFR)

Thibaut Caillet (thibaut.caillet@anfr.fr), Marco Marcovina (marco.marcovina@anfr.fr), Jérôme André (jerome.andre@anfr.fr), Benoist Deschamps (benoist.deschamps@anfr.fr)

Mots clés : Propagation radioélectrique, Modélisation, Bilan de liaison

### ● CONTEXTE :

Dans le cadre de ses activités, l'ANFR est amenée à réaliser des études de partage et de compatibilité électromagnétique entre différents services de radiocommunications.

Pour ces études, l'ingénieur dispose d'outil de modélisation dont la pertinence est fonction des limites du problème à résoudre et dont les bornes sont généralement clairement définies. Il existe toutefois des problèmes dont la résolution peut être entreprise par un certain nombre d'outils qui ne rendent pas nécessairement les mêmes résultats

Ainsi, l'objectif de la présente étude consiste à évaluer la perte de propagation entre un émetteur situé en milieu urbain dense et un récepteur victime en milieu hors ville (dit rural) afin de déterminer s'il existe une cohérence entre modèles de propagation et densité liées aux structures urbaines sur un chemin de propagation et si certains modèles sont plus adaptés à la transition entre milieux urbain et rural.

Aujourd'hui la littérature se focalise sur les pertes de propagation en milieu entièrement urbain ou entièrement rural.

### ● DESCRIPTIF SUCCINCT DU PROJET :

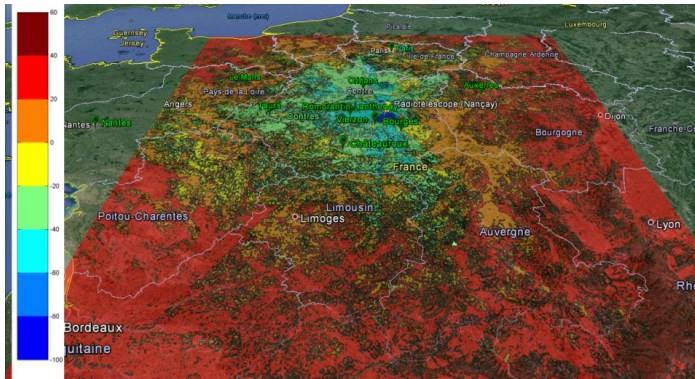
Le projet consiste à comparer différents modèles de propagation dans le contexte suivant :

- Emetteur localisé en milieu urbain, à une hauteur typique de 30 m par rapport au sol, au-dessus des toits, comme dans le cas d'une station radio base LTE,
- Récepteur victime localisé hors ville, en milieu rural, à une hauteur typique de 10 m par rapport au sol, comme dans le cas d'un radar ou d'une station de radioastronomie,
- La distance entre l'émetteur et le récepteur est variable entre 1 et 300 km,
- Pour un pourcentage de temps de 50%,
- Les modèles de propagation à analyser sont: l'espace libre, l'espace libre avec la diffraction seule (méthodes de Deygout, Bullington, norme ITU P.526), les normes ITU P.452, P.1411 et P.1546, les modèles de type Hata (extended, COST321, ...), et le logiciel PE tool (logiciel libre disponible par le biais de Elsevier)

La simulation doit prendre en compte le cas échéant, différents types de modèle numérique de terrain :

- Modèle de terrain correspondant à une Terre sphérique sans surélévation
- Les fichiers SRTM disponibles sur le site de la NASA

- Modèles de terrain à résolution plus fine (par exemple source IGN ou terrain synthétique avec une densité et une hauteur ajustable) avec modèle de sursol pour le milieu urbain



A titre d'exemple, cette figure est une représentation ISO-PIRE en utilisant la Recommandation P.452 avec les modèles de terrain SRTM avec un pas de 90m sans distinction de l'environnement urbain, péri-urbain, et rural.

Les étapes envisagées consistent en :

- Recherche bibliographique sur les différents modèles de propagation radioélectrique adaptés au problème posé,
- Une analyse de l'impact du modèle de propagation sur l'atténuation simulée dans une configuration conduisant en un changement de milieu,
- Une analyse de l'impact du modèle numérique de terrain sur les résultats obtenus
- Proposition d'une méthode de vérification de la perte par atténuation avec changement de milieu par des mesures
  - o Ecriture d'un programme d'essai
  - o Identification des moyens de mesure et de la chaîne associée
  - o Mise en œuvre des moyens de réception sur site de Télécom Bretagne en utilisant comme émetteur les stations de base LTE installée dans la ville de Brest
  - o Analyse des premiers relevés

● **LIVRABLES :**

Etude bibliographique : 5%

Rédaction d'un plan de développement de simulation: 15%

Ecriture des codes logiciels : 30%

Rédaction des vérifications et tests : 40%

Finalisation du rapport de soutenance : 10%

● **OBJECTIFS PEDAGOGIQUES :**

- assurer la traçabilité des informations recueillies et utilisées dans l'étude,
- développer leurs compétences en ingénierie système,
- modéliser les blocs sous Matlab en visant l'optimisation par des paramétrages matriciels.

● **PRE-REQUIS:**

- Connaissance du langage Matlab
- Moyens de mesure électromagnétique