

[Formation] Télécommunications spatiales

OBJECTIFS

- Expliquer l'architecture d'un système de télécommunication par satellite, décrire les orbites utilisées et introduire les aspects réglementaires (fréquences)
- Évaluer les performances et maîtriser le dimensionnement d'une liaison par satellite
- Comprendre les fonctions et les contraintes technologiques des différents sous-systèmes de la charge utile du satellite et des stations terriennes et terminaux utilisateurs
- Connaitre les nouveaux systèmes à très haut débit (HTS) géostationnaires et basés sur des constellations en orbite basse
- Maîtriser les standards en diffusion (DVB-S2X), interactivité (DVB-RCS2) et mobilité (5G-NTN) et l'adaptation des protocoles TCP/IP associée
- Intégrer les concepts dans un exercice de dimensionnement de liaison et de calcul de capacité
- Illustrer le rôle des satellites dans un cadre économique global

PROGRAMME

Introduction aux télécommunications spatiales

- Architecture des systèmes
- Applications
- Types d'orbites

Liaisons radiofréquences

- Bilan de puissance et de bruit
- Bilan de liaison global
- Prise en compte des non-linéarités et brouillages

Aspects réglementaires

- Réglementation, cadre international et national
- Accès aux ressources orbite/spectre



DATES ET LIEUX

Du 29/06/2026 au 03/07/2026 à Paris

Du 23/11/2026 au 27/11/2026 à Paris

PUBLIC / PREREQUIS

Ingénieurs, concepteurs et responsables produits et services de l'industrie, des agences et opérateurs qui souhaitent avoir une vision d'ensemble intégrant les différents aspects des communications spatiales, approfondir leurs connaissances sur les techniques spécifiques et connaître l'évolution des systèmes et des services offerts.

De bonnes connaissances en radiocommunication et en signal sont souhaitables afin de tirer pleinement profit de la formation. Une calculette scientifique (smartphone) est recommandée pour les exercices.

Ouvrage fourni

Michel Bousquet, Gerard Maral, Zhili Sun, *Satellite Communications Systems : Systems, Techniques and Technology* (6th Edition, 2020), éditions Wiley.

COORDINATEURS

Michel BOUSQUET

Ancien enseignant chercheur l'ISAE-SUPAERO et professeur associé Télécom Paris, membre des comités techniques de conférences de l'AIAA et de l'IEEE et du bureau éditorial de revues traitant de communications spatiales. Il est

Accès multiple

- Techniques d'accès : FDMA, TDMA, CDMA
- Comparaison des capacités
- Réutilisation de fréquence par systèmes multifaisceaux

Communications numériques

- Modulations numériques et codage canal
- Effets du canal satellite sur les formes d'onde
- Couches hautes (TCP/IP adapté à une liaison spatiale)

Stations terriennes

- Architectures, sous-systèmes
- Pointage et poursuite du satellite, amplification faible bruit et puissance
- Interconnexion avec les réseaux sol et l'utilisateur

Charge utile du satellite

- Architecture charge utile
- Équipements du répéteur
- Couvertures d'antennes et technologies associées

Exercice de dimensionnement de liaison

- Calcul des pertes sur la liaison et du rapport porteuse à bruit
- Choix modulation/codage (feuille Excel)

Applications : Diffusion et interactivité

- Standards de diffusion DVB-S2X, DVB-NGH
- Standard interactif DVB RCS2

Évaluation des acteurs

- Les liaisons fixes, des services professionnels (VSAT) au très haut-débit (HTS)
- Les liaisons mobiles, de l'interconnexion de stations à la liaison directe vers des smartphones (5G-NTN)

Contexte économique et industriel

Synthèse et conclusion

l'auteur de nombreuses publications et ouvrages sur ce domaine.

MODALITES PEDAGOGIQUES

Après la présentation des concepts généraux des systèmes de télécommunications spatiales, les techniques de communications sont expliquées ainsi que les caractéristiques des équipements bord ou sol.

L'évaluation des performances d'une liaison spatiale est mise en oeuvre par des exercices pratiques de calcul de bilans de liaison. Une calculatrice scientifique (fonction log) est recommandée pour les exercices.