

# *Quels rôles pour les nouvelles constellations en orbite basse ?*

*Eric Fournier (ANFR)  
eric.fournier@anfr.fr*

# Les constellations pour le haut débit fixe/nomade

- **Débits >100 Mbit/s**
  - **La capacité** de ces constellations est **quasi proportionnelle au nombre de satellites**, car les antennes de terminaux permettent de discriminer les satellites
  - ... mais les systèmes actuels peuvent être rapidement **saturés en cas de demande forte localisée**
- **Constellation LEO (Low Earth Orbite) permettant une latence réduite (50 ms)**
  - Cas particulier de **O3B en MEO** (150 ms)
- **Bandes de fréquences**
  - Utilisation des bandes **Ku** (10/14 GHz) pour l'**accès** : Starlink, OneWeb, G60/mille voiles
  - Utilisation des bandes **Ka** (18/28 GHz) pour l'**accès** : Amazon/Kuiper, Telesat, O3B, Guowang
  - Les liaisons d'**infrastructure** sont en bande **Ka** ou **Q/V** (38/50 GHz)
    - ✓ Mais les opérateurs comme Starlink demandent l'accès aux bandes **E** (70/80 GHz), et même >100 GHz (bandes **D** et **W**)

# La protection de l'arc géostationnaire par les constellations

- **Limites d'epfd (Art.22 du RR)** décidées à la CMR-2000 pour quantifier l'application du **22.2** (NGSO « secondaire » par rapport au GSO)
  - Utilisation **co-fréquence** NGSO/GSO par **discrimination d'antenne**, en évitant les émissions en cas **alignements « sol-NGSO-GSO »**, ce qui suppose une diversité des liaisons NGSO
  - Epfd=Intégration de la pfd sur un diagramme d'antenne de référence (>60 cm FSS, >30 cm BSS)
  - Bandes C, Ku, Ka, (sauf quelques sous-bandes avec coordination plutôt qu'epfd)
- **Etudes sur ces limites pour une révision à une CMR future**
  - Starlink, Amazon, Telesat souhaitaient réviser l'art.22 :
    - ✓ refus de la CMR-23 mais études UIT-R en cours
  - **Objectif de vérificabilité** :
    - ✓ La méthode de vérification des epfd par le BR est définie dans la recommandation UIT-R S.1503 en révision, qui s'appuie sur un algorithme et des hypothèses vérifiables
    - ✓ les limites fondées sur une dégradation de la disponibilité/efficacité comme en bande Q/V sont invérifiables
  - Compromis possible : **revoir les limites (notamment pour les % « long terme ») mais garder le concept d'epfd**
  - Attention que **NGSO et GSO** veulent des **antennes plus petites et moins discriminantes**

# La coordination entre les constellations



- L'utilisation **co-fréquence** par différentes constellations doit aussi se faire par **discrimination d'antenne**, en évitant les émissions en cas d'**alignement « sol-constellation1-constellation2 »** (grâce à la diversité de satellites)
- **Principe de coordination sur la base des articles 9.11A/9.12 du RR**
- Les règles de **priorité UIT** des filings doivent être respectées:
  - Il faut éviter que les constellations ayant le plus de **satellites/diversité** **préemptent** la capacité des constellations **plus petites ou en déploiement**
- **Des critères de coordination pourraient être définis par l'UIT-R**
  - Pour maintenir le cadre multilatéral

# Les constellations pour les communications directes

- [Projet d'avis RSPG](#) sur les communications directes (pour adoption en juin)
- **Communications directes vers les terminaux des réseaux mobiles (D2D-IMT)**
  - Les terminaux sont nativement compatibles
  - Constellations en cours de déploiement : Starlink, AST Space mobile, Lynk
  - L'enjeu est le bilan de liaison :
    - ✓ Taille des antennes satellite (« terrain de tennis »)
    - ✓ Puissance du satellite
    - ✓ Orbites plus basses (ex : 350 km)
  - Bandes IMT entre 694 MHz et 2,7 GHz (point 1.13 de la CMR-27)
- **Communications directes vers les terminaux dans les bandes mobile par satellite (D2D-MES)**
  - Les terminaux (puces) doivent être adaptés
  - Service de Apple pour l'envoi de messages courts (détresse, assistance) avec la constellation Globalstar (bande 1,6/2,4 GHz)
  - Skylo et son service de messagerie avec des satellites GSO en bande L ou S
  - Enjeu en Europe du renouvellement des autorisations MSS 2 GHz

***La capacité de ces communications est limitée car un seul satellite peut couvrir une zone donnée à une fréquence donnée. Exemple : 20 Mbit/s à partager sur une cellule de 20 km***

# La réglementation pour les D2D-IMT



- **Règlementation internationale à définir par la CMR-27 (point 1.13)**
  - Le fonctionnement sous **RR 4.4** de méga-constellations type D2D-IMT n'est pas acceptable
  - Comme pour les HIBS à la CMR-23, il sera nécessaire de fixer dans le **RR**
    - ✓ Des **limites de pfd/epfd aux frontières** pour la **protection des terminaux et stations de base IMT** (dans le cas de recouvrement entre plans de fréquences IMT avec des brouillages BS-BS)
    - ✓ Des dispositions (pfd) pour **protéger les autres services**
  - Des dispositions peuvent être nécessaires pour les scénarios de **brouillage satellite-satellite**
  - Chaque pays/opérateur doit pouvoir décider quelle constellation peut utiliser un bloc et à quelles conditions : **pas besoin de priorité UIT pour les coordinations**
    - ✓ Sauf peut-être pour la couverture des eaux internationales
- **Règlementation nationale**
  - En plus de la protection des pays voisins, il faut inclure des dispositions techniques **pour la protection des opérateurs en bloc adjacent**
    - ✓ La CEPT et l'UE pourraient définir une harmonisation provisoire avant la CMR-27
  - Choix du type d'autorisation : extension d'une autorisation terrestre ou autorisation distincte
  - Autres problématiques : concurrence, interceptions légales, appels d'urgence ...

# Les constellations pour les communications IoT (D2D-IoT)



*Répondre à une demande de connectivité globale pour les objets dans des bandes harmonisées globalement, avec des constellations qui peuvent partager entre elles*

- Historiquement dans les **bandes < 1 GHz** (140 MHz et 400 MHz) : Orbcomm, Kinéis, Myriota, Swarm
  - ✓ En Europe : [Décision ERC\(99\)06](#)
  - ✓ Peu de capacité, très faible débit
  - ✓ Terminaux spécifiques
- Projet de [décision ECC](#) pour un **accès satellite aux bandes 862-870 MHz (AFP/SRD)**
  - ✓ Permettre une extension de la couverture des réseaux **LPWAN** (ex : LoRa)
  - ✓ Liaison descendante seulement pour « réveiller » les terminaux
  - ✓ **Même terminaux (ex : LoRa)** que pour les AFP/SRD terrestres
  - ✓ Liste des opérateurs satellite conformes aux conditions et pouvant être autorisés
- **Point 1.12 de la CMR-27** sur les communications mobile par satellite à faible débit (IoT, messages...)
  - ✓ Fournir plus de capacité et de débit dans un cadre de partage de ressources
  - ✓ 4 bandes de fréquences à l'étude : 1427-1432 (espace-Terre), 1 645,5-1 646,5 MHz, 1 880-1 920 MHz, 2 010-2 025 MHz

# La constellation Européenne Iris<sup>2</sup>



**Iris<sup>2</sup>** = projet européen d'infrastructure de résilience et d'interconnexion sécurisée par satellite

- **Le consortium SpaceRISE** (opérateurs européens : Eutelsat, SES, Hispasat) a signé un contrat de concession avec la Commission
- **Financement de 10,6 b€** (60% fonds publics) et architecture en discussion avec les industriels (TAS, ADS, OHB, Orange/DT ...)
- **Caractéristiques :**
  - Multi-orbite : LEO-H (264 sat, 1200 km) et MEO (18 sat, 8000 km)
  - Bandes Ku et Ka mises en avant, mais d'autres bandes sont possibles
  - Un volet « souveraineté » et un volet commercial
  - Déploiement prévu pour 2030

## Point 1.5 de la CMR-27

**RR 18.1** « *Aucune station d'émission ne peut être établie ou exploitée [...] sans une licence délivrée sous une forme appropriée et en conformité avec les dispositions du présent Règlement **par le gouvernement [...] du pays dont relève la station** »*

- Le point 1.5 de la CMR-27 porte sur **l'exploitation non autorisée des stations terriennes NGSO** (fixe ou mobile par satellite).
  - avoir une obligation de géolocalisation et d'extinction dans les zones non autorisées ?
- Cas du conflit Iran vs USA/Norvège au RRB
  - **Le RRB demande clairement aux administrations et à l'opérateur concerné d'agir et de faire cesser les émissions**

*Le Comité a rappelé [...] que le fait d'imposer des restrictions administratives, contractuelles et opérationnelles aux clients STARLINK ne pouvait être considéré comme une mesure garantissant la conformité aux dispositions de l'Article 18 et de la Résolution 22 (CMR-19) ou au décide de la Résolution 25 (Rév.CMR-03), et qu'il fallait, pour assurer la conformité à ces résolutions, obtenir l'autorisation de l'administration du pays dans lequel sont exploités les terminaux STARLINK et faire cesser les émissions lorsque ces terminaux fonctionnent sans autorisation.*

## Agence nationale des fréquences

T. +33 (0)1 45 18 72 72 78, avenue du Général de Gaulle  
F. +33 (0)1 45 18 73 00 94707 MAISONS-ALFORT CEDEX

[www.anfr.fr](http://www.anfr.fr)

Rejoignez-nous sur



[/anfr](#)