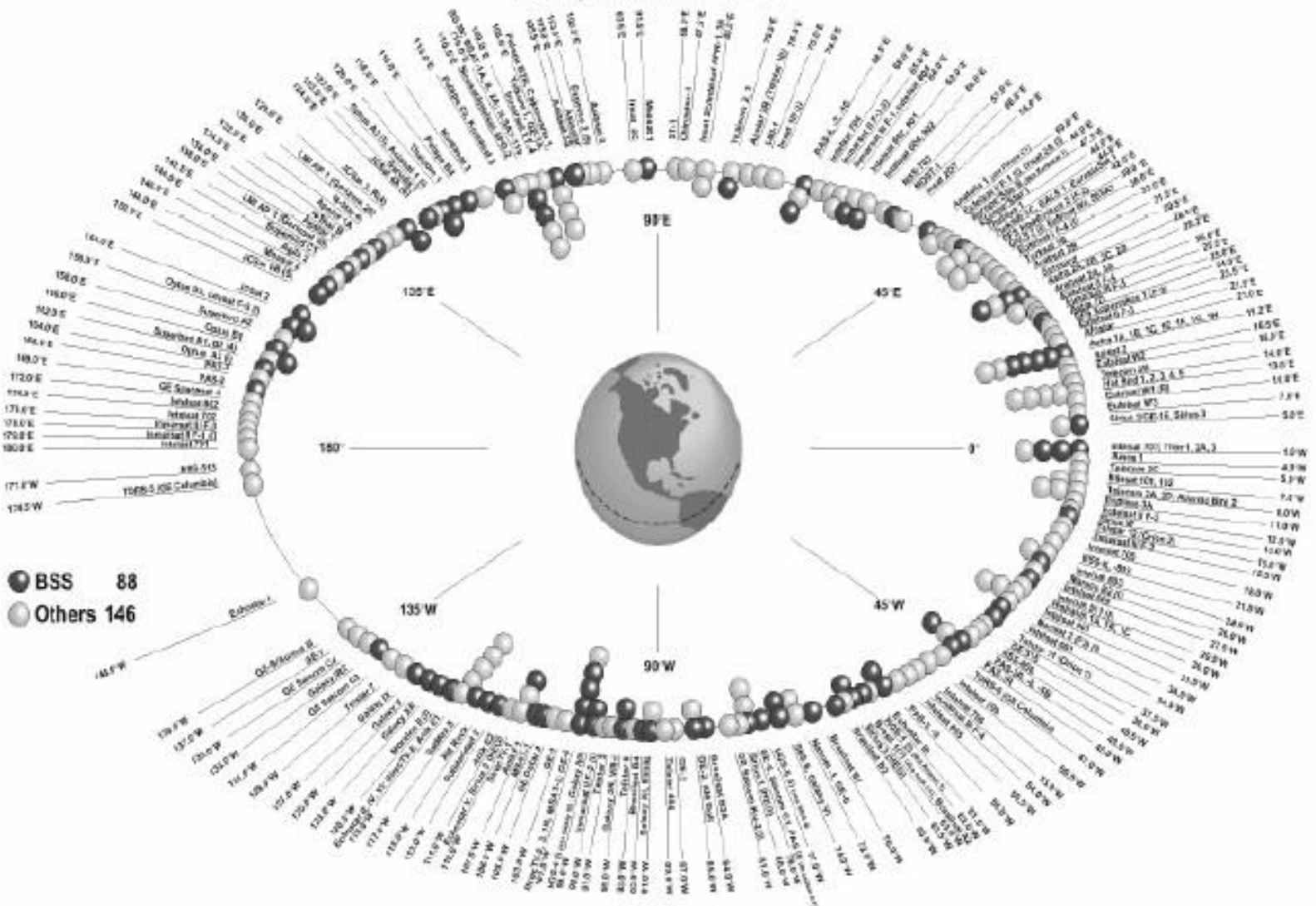


Les satellites

Commercial Communications Satellites

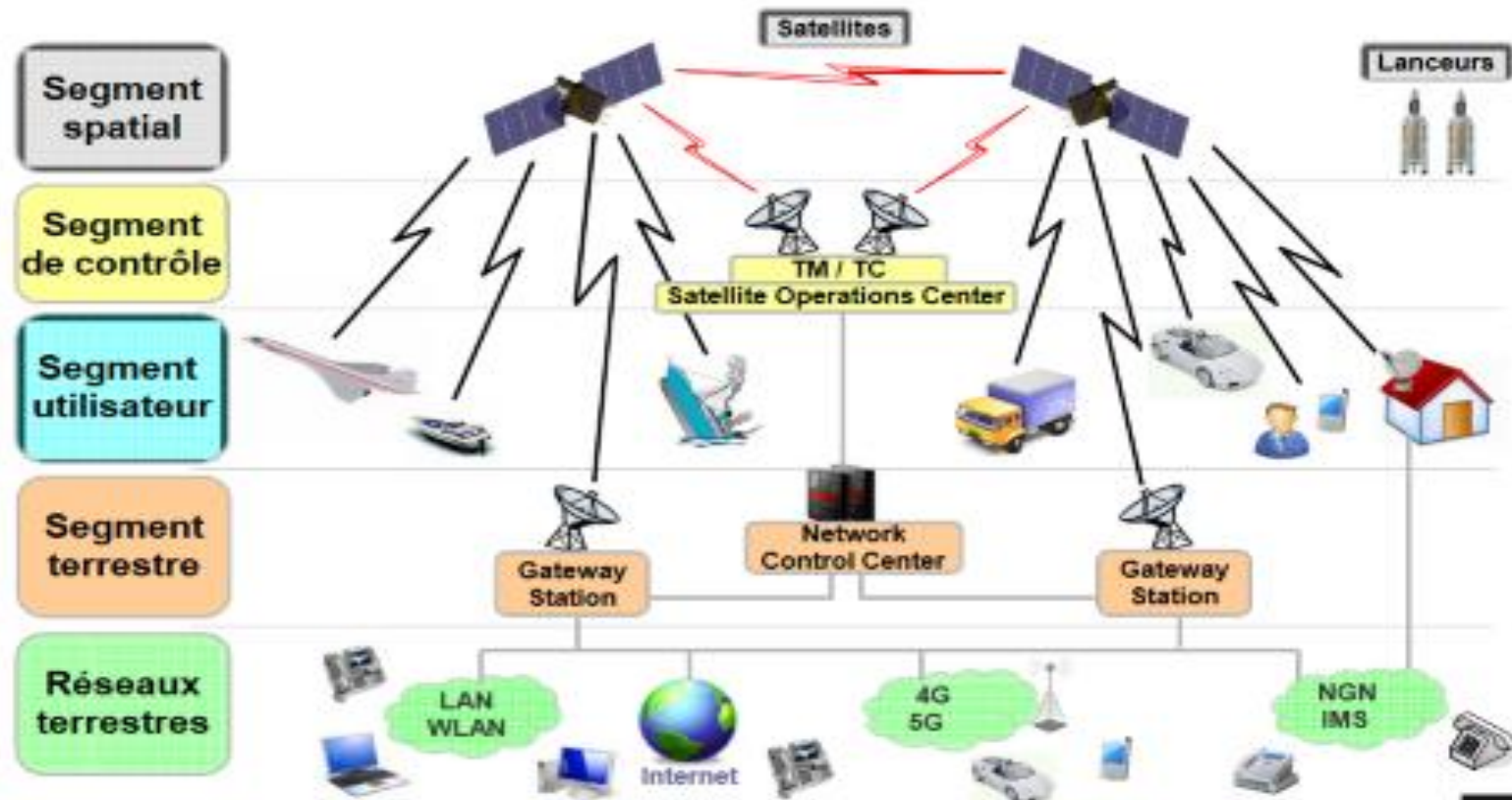


Les satellites

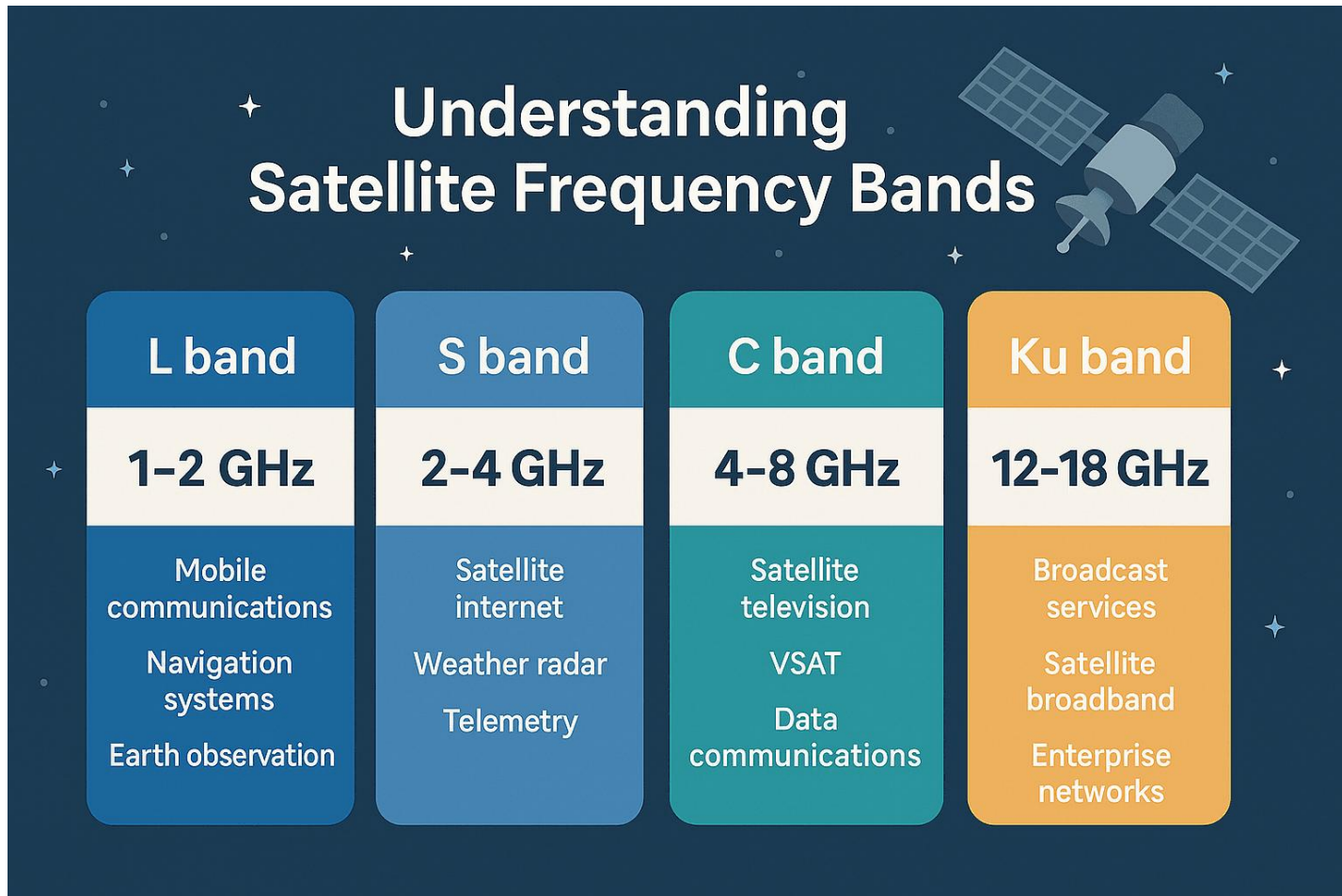


Architecture d'un système satellite

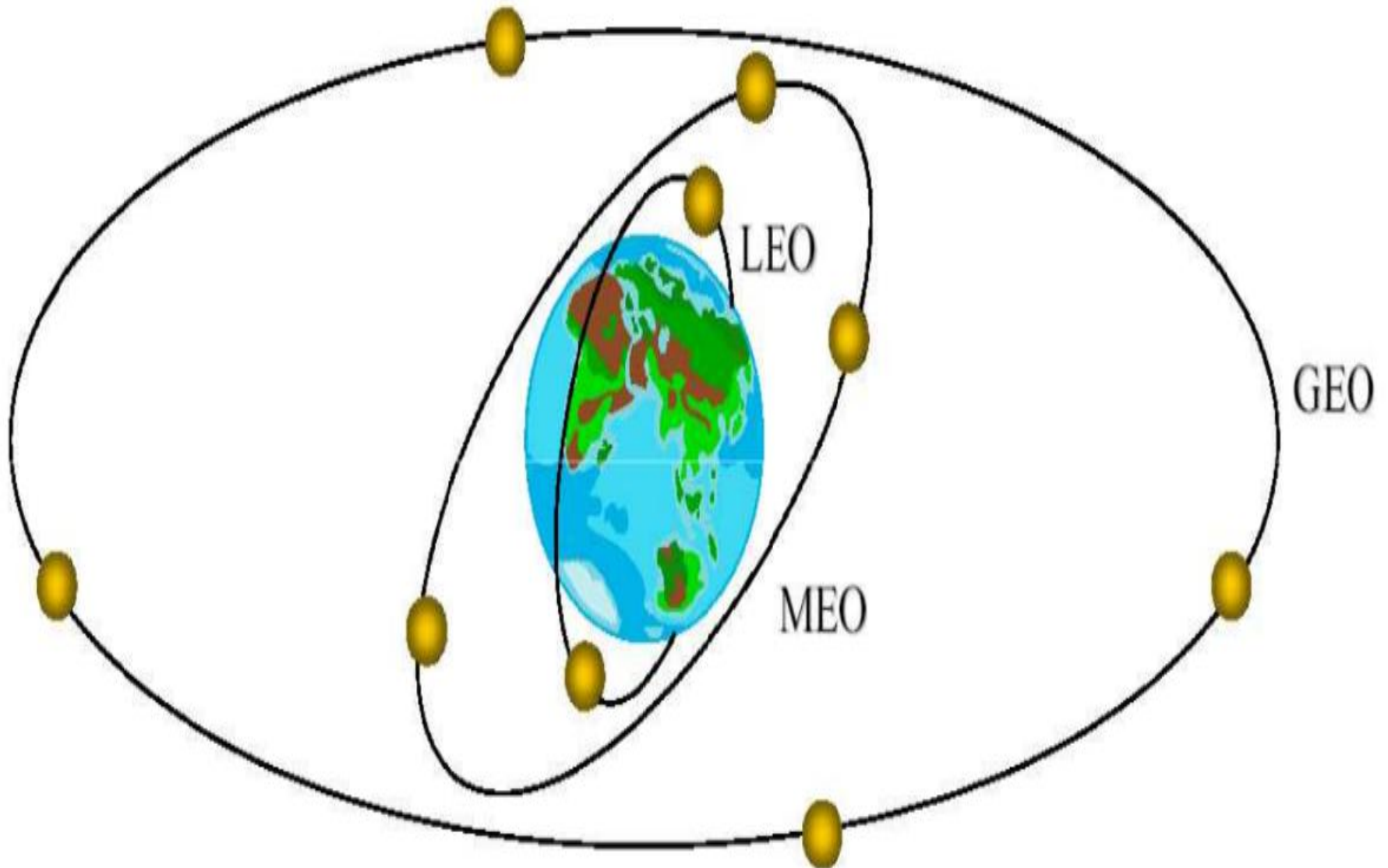
Architecture d'un système de com. par satellites



Fréquences satellites



Types d'Orbites



Types d'Orbites

- Circular Low Earth Orbit (LEO) : Orbites basses. Couverture mondiale: constellation de plusieurs dizaines de satellites LEO
- L'orbite MEO (Medium Earth Orbit) Orbite intermédiaire entre orbite basse et géostationnaire. Les satellites MEO évoluent à une altitude de 10.000 km
- L'orbite GEO (Geostationary Earth Orbit) est une orbite circulaire, située dans le plan de l'équateur, à près de 36 000 km d'altitude (35786 km).

Types d'Orbites

- Circular Low Earth Orbit (LEO) : Orbites basses
- Couverture mondiale: constellation de plusieurs dizaines de satellites LEO
- L'orbite LEO (Low Earth Orbit) est une orbite circulaire, située entre 500 à 2000 km d'altitude. Cette proximité offre deux avantages :
- le temps de propagation très court, typiquement 10 ms de temps de propagation pour un satellite à 1.500 km d'altitude ainsi qu'un bilan de liaison nettement plus favorable que pour un système GEO.

Types d'Orbites

- L'orbite MEO (Medium Earth Orbit) Orbite intermédiaire entre orbite basse et géostationnaire.
- Les satellites MEO évoluent à une altitude de 10.000 km et décrivent des orbites circulaires.
- Couverture mondiale garantie avec une constellation de 10 à 15 satellites.

Types d'Orbites

- L'orbite GEO (Geostationary Earth Orbit) située à près de 36 000 km d'altitude.
- L'avantage de cet orbite est évidemment le fait que le satellite reste fixe par rapport à la Terre et qu'il n'est pas nécessaire de le poursuivre au moyen d'antennes mobiles au sol
- L'avantage vient aussi du fait que l'altitude du satellite étant très élevée (environ 36.000 km), ce dernier "voit" environ 42% de la surface de la Terre.
- Les inconvénients sont le temps de propagation, il faut compter environ 250 ms pour un aller et retour vers le satellite et une perte en espace libre d'environ 200 dB à prendre en compte dans l'établissement du bilan de liaison
- 3 satellites GEO couvrent ~ le globe.

Légende des services :

Navigation (GPS): GPS sur la bande L.

Téléphonie Satellite : téléphone sur les bandes L/S.

TV Satellite & VSAT : parabole sur les bandes Ku.

Internet Haut Débit (Starlink) : bande Ka (**27 - 40 GHz**).

Applications Militaires : bande X (**8 - 12 GHz**).

Futur & R&D : les bandes Q/V (**40 - 75 GHz**) **6G notamment .**

et W (**75 - 110 GHz**) **Recherche et développement** (liaisons ultra-haut débit).

STARLINK/ SpaceX

- Quel est le dernier développement de Starlink ?



Quel est le dernier développement de Starlink ?

- Starlink est un fournisseur Internet par satellite de SpaceX basé sur les satellites en orbite basse (LEO).
- Il offre un service Internet à large bande et prévoit un service de téléphonie mobile.
- Il adopte un matériel de nouvelle génération embarqué avec des capacités de modulation, commutation et routage.



Quelles sont les principales préoccupations

- concernant la sécurité des données de Starlink ?
- Toutes les données transitent par des passerelles terrestres, mais celles-ci sont rares (ex. : seulement 1 ou 2 en Afrique).
- La technologie des "communications inter-satellites" accroît les risques de sécurité.
- Les satellites Starlink sont hors de l'espace aérien des pays, rendant le contrôle plus difficile.

Quels autres risques Starlink peut-il causer ?

- Starlink peut activer/désactiver les signaux à volonté.
- Cela peut entraîner des interruptions de service imprévisibles.

Starlink est-il un outil pour le service universel ?

- La couverture mondiale est un avantage des satellites.
- Cependant, l'accessibilité financière est un facteur critique.
- Starlink nécessite des appareils compatibles Wi-Fi, limitant son accès.



Quelle est la position des gouvernements africains sur Starlink ?

- Il n'existe pas de position commune des gouvernements africains sur Starlink.

Suggestions de politique sur Starlink ?

- Installation de passerelles sol pour garantir la sécurité des données.
- Assurer un environnement de marché équitable (licences, taxes, obligations de service).
- Favoriser un équilibre entre l'industrie des satellites et des télécommunications pour un bénéfice mutuel.

Satellites : la menace plane sur les télécoms

- Les constellations de satellites commencent à être sur le radar de beaucoup d'opérateurs de télécoms,
- Pour les opérateurs de télécoms, ne pas investir dans les constellations satellites a été une erreur, comme pour les câbles sous-marins »,
- Bruxelles souhaite aussi un projet européen.
- La Chine préparerait, elle, une méga constellation de 13 000 satellites.

Satellites : la menace plane sur les télécoms

- la bataille devrait porter sur les services aux entreprises. Les constellations peuvent
- intéresser des groupes miniers ou agricoles, voire toute multinationale, car elles proposent aussi du cloud : Amazon dispose de sa propre filiale d'hébergement de données et de logiciels, et Starlink a un partenariat avec Microsoft.

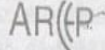
Satellites : la menace plane sur les télécoms

- Pour se défendre, les opérateurs télécoms mettent en avant les défauts des constellations:
- débit moins rapide que la fibre optique ou la 5G.
- Opérer avec sûreté des dizaines de milliers de satellites de réseaux différents est de plus un énorme défi,
- On estime déjà à 900000 le nombre de débris de plus de 1 centimètre qui peuvent faire exploser un satellite.
- Autre point noir : le coût, Starlink, un abonnement autour de 100euros par mois.
- De plus, il faut verser 500 euros pour obtenir le kit antenne et modem.
- L'accès au Web est moins rapide que la fibre, mais comparable à une bonne connexion ADSL ou 4G
-

Cas du Niger

- L'ARCEP du Niger a attribuée une licence pour Starlink en 2024.
- Fréquences descendantes (10,7 Ghz - 12,7) Montantes (14 Ghz -14,5).
- Paye 1% du CA comme redevances de fréquences.
- QS (Latence max 100 ms.
- Débit montant 5 à 25 Mb/s et débit descendant de 40 à 200 Mb/s.
- Licence : 75904000 FCFA.
- SU 2% du CA?.

4

Annonces


REPUBLIQUE DU NIGER

AUTORITE DE REGULATION DES COMMUNICATIONS ELECTRONIQUES ET DE LA POSTE

COMMUNIQUE DE PRESSE

Fourniture illégale de services internet via des terminaux starlink (WIFI Zone)

Dans le cadre de sa mission de veille au respect de la réglementation en matière des Communications Electroniques, l'Autorité de Régulation des Communications Electroniques et de la Poste (ARCEP) a constaté que des points d'accès WIFI via des terminaux STARLINK communément appelés « WIFI Zone » ont été installés dans plusieurs localités du territoire national, à partir desquels certaines personnes s'adonnent à la revente et à la fourniture de services Internet.

L'ARCEP informe le public que l'exercice de ce genre d'activités requiert une autorisation préalable, conformément à la réglementation en vigueur notamment aux articles 16 et 23 de la loi 2018-45 du 12 juillet 2018 portant réglementation des communications électroniques au Niger.

En tout état de cause, l'Autorité de Régulation rappelle aux contrevenants qu'ils s'exposent aux sanctions prévues par les dispositions réglementaires notamment celles indiquées à l'article 57 de la loi 2018-45 du 12 juillet 2018 portant réglementation des communications électroniques au Niger, qui dispose que :

« 1°) Sera puni d'une peine d'emprisonnement de trois (3) mois à un (1) an et d'une amende de trente (30) à soixante (60) millions de francs CFA ou de l'une de ces deux (2) peines seulement, quiconque :

- aura établi ou fait établir, exploité ou fait exploiter un réseau ou un service de communications électroniques, sans la licence, l'autorisation ou sans avoir procédé à la déclaration prévue au chapitre IV de la présente loi ou a établi ou exploité un réseau ou un service perturbant le fonctionnement des réseaux ou des services existants ;
- aura maintenu ou fait maintenir l'exploitation d'un réseau ou d'un service de communications électroniques en violation d'une décision de suspension ou de retrait de la licence ou de l'autorisation, ou d'interdiction du service déclaré ;
- aura utilisé une fréquence qui ne lui a pas été préalablement assignée par l'Autorité de Régulation.

2°) Sera puni d'une amende de six (6) à douze (12) millions de francs CFA par équipement terminal, quiconque a fabriqué pour le marché intérieur, importé ou détenu en Vue de la vente ou de la distribution à titre onéreux ou gratuit ou mis en vente des équipements terminaux non homologués, ou procédé à leur connexion à un réseau de communications électroniques. La publicité en faveur de la vente des équipements terminaux non homologués est punie de peine. »

Par conséquent, l'ARCEP invite les personnes exerçant cette pratique à cesser immédiatement et à se rapprocher de ses services compétents pour les formalités d'obtention des autorisations requises en la matière notamment, le Département des Ressources et Autorisations (DRA) porte 204, immeuble de l'ARCEP, au plus tard le 03 octobre 2025. Passé ce délai, l'ARCEP procédera à un contrôle conformément à la réglementation en vigueur en vue de la mise en œuvre des sanctions énoncées ci haut.

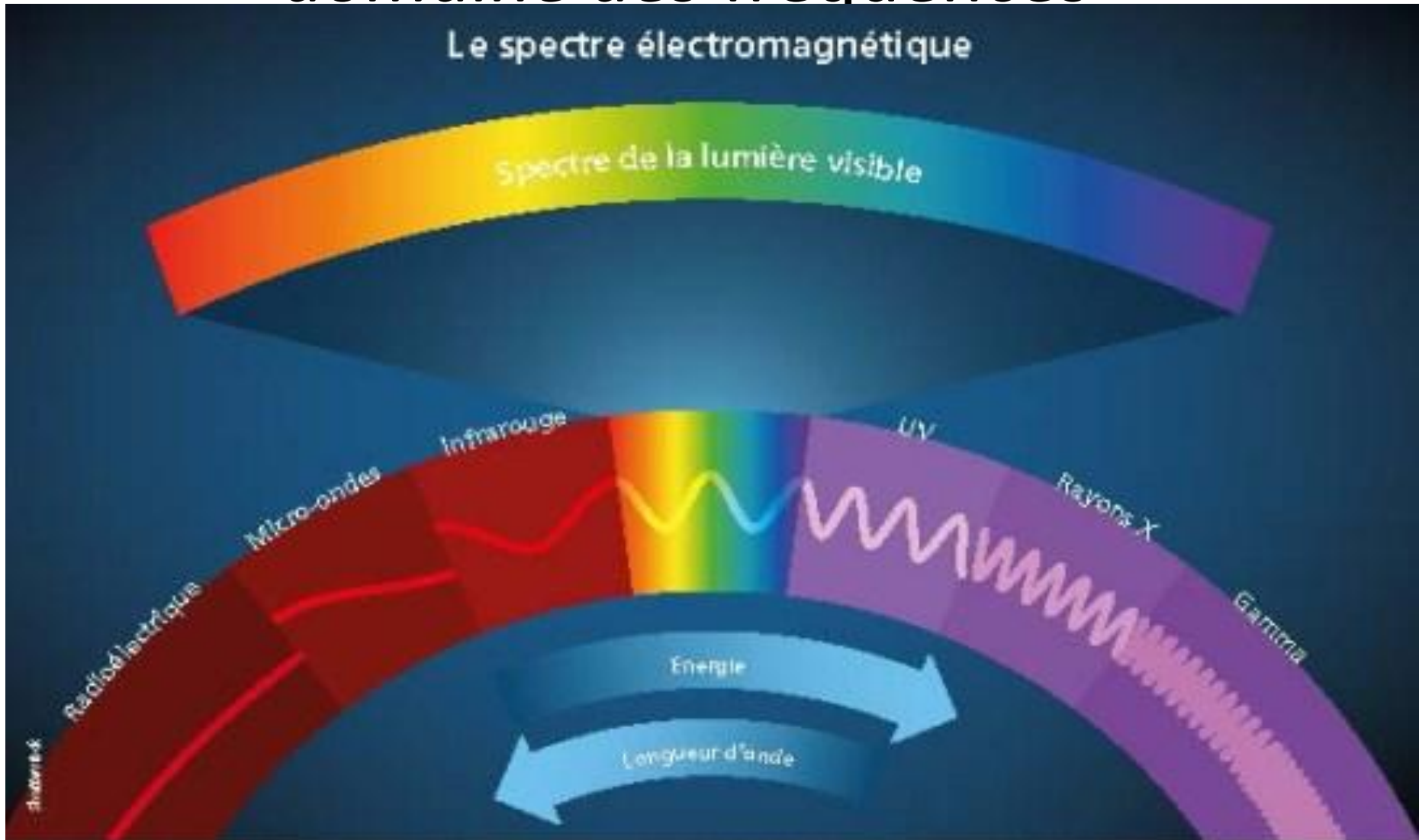
Le Directeur Général pl
Sidi CHEGOU

Conclusion :

- Starlink représente une évolution majeure, mais soulève des questions de sécurité et d'accessibilité.
- Les gouvernements doivent adapter leurs politiques pour répondre aux enjeux.



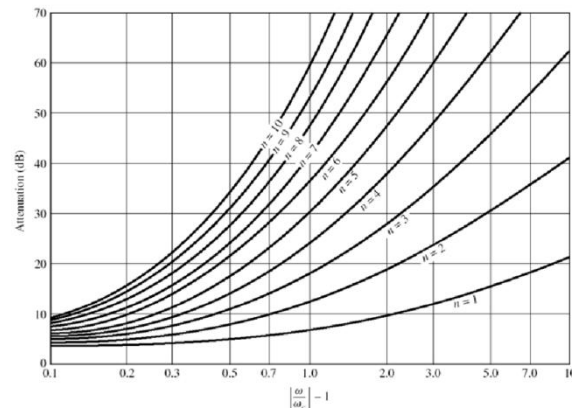
Innovations, spécificités dans le domaine des fréquences



Innovations, spécificités dans le domaine des fréquences

- Neutralité des fréquences
- Marché secondaires des fréquences
- IA et Gestion des Fréquences Télécoms
- utiliser les neutrinos à la place des fréquences
- Le *TV White Space*
- *La quantique et la GSF*

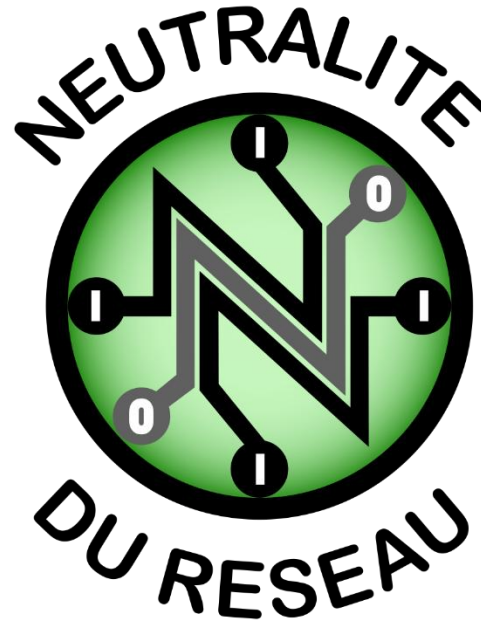
Neutralité des fréquences



La neutralité technologique



La neutralité des réseaux



Neutralité de l'internet



**La neutralité du Net,
c'est quoi ?**

Marché secondaire des fréquences



marché secondaire des fréquences

- Définition : Le marché secondaire du spectre permet la **cession, location ou leasing** de droits d'usage de fréquences existantes entre opérateurs.
- Objectif : Optimiser l'usage du spectre radioélectrique et améliorer l'accès aux fréquences.
- Existence : Déjà appliqué ou prévu dans plusieurs pays (ex. USA, Nouvelle-Zélande, Australie).

Exemples de pays : USA

- **États-Unis :**
 - FCC autorise les « spectrum transfers » sous conditions.
 - Cessions entre opérateurs avec examen par le régulateur.
- Objectif : flexibilité et efficacité dans l'utilisation du spectre.

Exemples de pays : Océanie & Royaume-Uni

- **Nouvelle-Zélande** : Trading libre du spectre selon le Radiocommunications Act.
- **Australie** : Trading possible avec notification/approbation par ACMA.
- **Royaume-Uni** : Transfert des licences autorisé par Ofcom (avec exceptions et approbation).

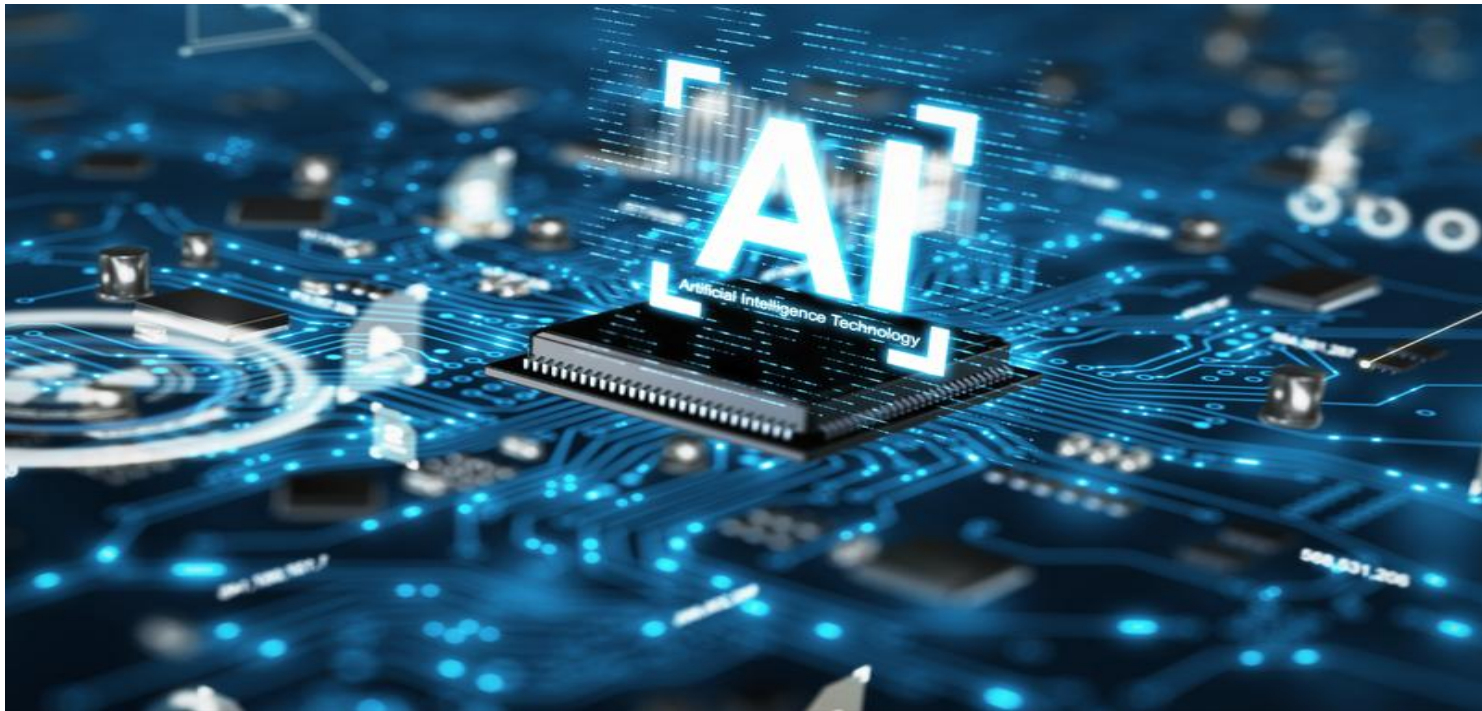
Exemples de pays : Asie et Amérique Latine

- **Inde** : Certaines dispositions réglementaires permettent le trading.
- **Brésil** : Loi de 2019 autorise les transferts de licences sous approbation.
- **Chili** : Marché secondaire en projet, actuellement en phase de proposition/formulation.

Tendances et défis du marché secondaire

- **Tendance globale** : ~1/3 des pays autorisent déjà le trading ou la location du spectre.
- **Conditions fréquentes imposées par les régulateurs** :
 - Vérification de la concurrence et approbation préalable.
 - Respect des contraintes techniques (interférences, compatibilité).
 - Garantie de service public et équité entre opérateurs.

IA et Gestion des Fréquences Télécoms (GSF)



IA et Gestion des Fréquences Télécoms (GSF)

- Une alliance stratégique pour un usage intelligent du spectre radioélectrique
- Le spectre est une **ressource rare** indispensable pour les services télécoms (4G, 5G, WiFi...).
- L'IA permet une **utilisation dynamique, efficace et prédictive** de ces fréquences.
- Objectif : améliorer **la qualité de service, réduire les interférences** et **anticiper la demande**.

Allocation Dynamique et Réduction des Interférences

- **Allocation dynamique du spectre**
- Fin de l'allocation statique : les fréquences sont attribuées **en temps réel selon les besoins.**
- Exemple : la nuit, des bandes inutilisées en zone rurale peuvent servir en zone urbaine.

Réduction des interférences

- L'IA détecte les **sources parasites (WiFi, autres réseaux)** et optimise automatiquement les paramètres : puissance, canal, bande.
- Résultat : moins de brouillage, meilleure connectivité.

Anticipation et Optimisation

Prédiction de la demande

- L'IA analyse les usages (événements, météo, habitudes...).
- Elle anticipe les pics de trafic et réserve les fréquences à l'avance.
- Exemple : avant un match, le réseau renforce les capacités autour du stade.

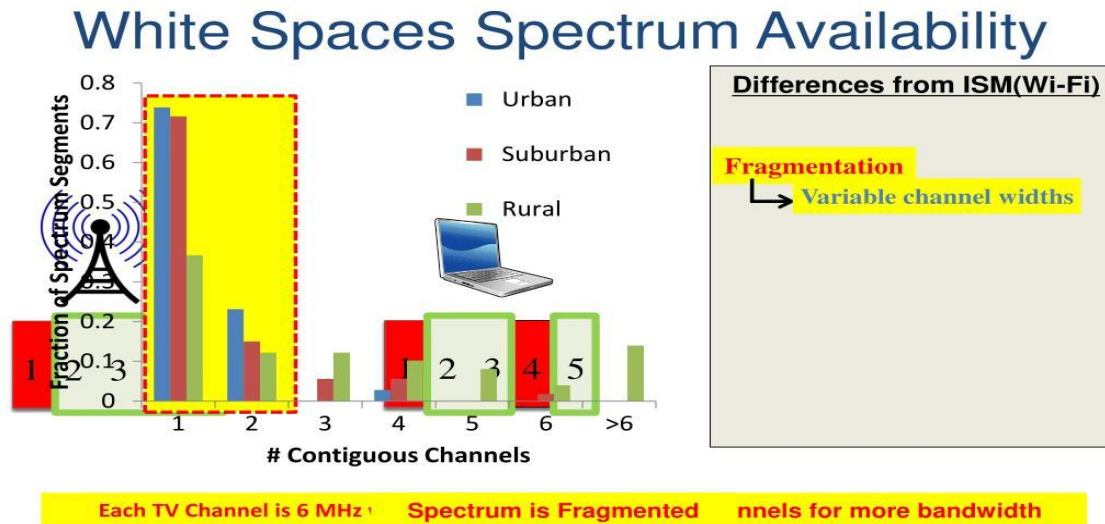
Optimisation de la couverture

- Antennes intelligentes avec **beamforming piloté par IA**.
- Le signal est dirigé dynamiquement vers les zones à forte densité d'utilisateurs.

Maintenance prédictive & Technologies utilisées

- **Maintenance prédictive**
- L'IA détecte les anomalies (pannes, brouillage illégal, défaillances).
- Intervention préventive avant la coupure ou la dégradation du service.
- **Technologies IA utilisées**
- **Cognitive Radio** : adapte en temps réel l'utilisation du spectre.
- **Deep Learning** : analyse massive des données d'utilisation.

Le TV White Space



Le *TV White Space*

- **Définition et utilité**
- Le *TV White Space* désigne les fréquences radio inutilisées entre les canaux TV numériques, principalement dans la bande UHF. Grâce aux radios cognitives, elles permettent de fournir un accès Internet haut débit, notamment dans les zones rurales difficiles à desservir.

Avantages

- Les TV White Spaces offrent une solution efficace pour réduire la fracture numérique. Leur large portée et leur bonne pénétration des obstacles en font une alternative économique pour connecter les régions éloignées, les écoles rurales, et soutenir les services de santé à distance.

Cadre réglementaire international

- Plusieurs pays, dont les États-Unis, le Royaume-Uni, la France, le Canada, l'Australie et le Japon, ont établi des réglementations pour encadrer l'usage du *white space* à travers des projets pilotes et des expérimentations.
-

Domaines d'application

- Le *white space* peut servir à diverses applications comme le Wi-Fi longue portée, les villes intelligentes (*smart cities*), la télémédecine, la surveillance environnementale et même la réalité augmentée.
-

Objectif stratégique

- L'exploitation des *white spaces* vise à optimiser l'utilisation du spectre radioélectrique, ressource rare, en mobilisant les fréquences libres localement pour étendre la connectivité sans fil là où les réseaux traditionnels sont absents ou insuffisants.

Merci pour votre
attention

