

Satellite Direct-to-Device Connectivity

Bringing Connectivity to Everyone,
Everywhere, Anytime



DOCUMENT D'INFORMATION DE L'UAT-R

Concernant

LES PERSPECTIVES ET LES IMPLICATIONS RÉGLEMENTAIRES,
TECHNIQUES ET OPÉRATIONNELLES DE LA TECHNOLOGIE
DES SATELLITES À RÉCEPTION DIRECTE

référéncé

UAT-R Info 001-0

JUILLET 2025

Table des matières

Résumé analytique	3
Abréviations et acronymes.....	6
1. Introduction	7
2. Considérations techniques, opérationnelles et réglementaires	8
2.1. Approches directes à l'appareil	8
2.1.1. D2D-SMS	9
2.1.2. DC-SMS-IMT	9
2.2. Capacités des solutions D2D	10
2.3. Cas d'utilisation et avantages potentiels	11
2.4. Développement de dispositifs D2D	12
2.5. Aspects spectraux des applications D2D.....	15
2.5.1. D2D-SMS	15
2.5.2. DC-SMS-IMT	16
2.6. Aspects réglementaires	17
2.6.1. D2D-SMS	17
2.6.2. DC-SMS-IMT	19
3. Principaux défis pour la mise en œuvre des applications D2D	20
4. Expériences internationales : Expériences internationales : élaboration de politiques et exigences en matière de licences/autorisations.....	21
4.1. D2D-SMS.....	21
4.2. DC-SMS-IMT.....	22
5. Conclusion.....	27

Résumé analytique

Ce document traite des aspects réglementaires, opérationnels et techniques des communications directes par satellite (D2D) entre les satellites et les appareils des utilisateurs finaux. Plusieurs facteurs ont conduit à la demande croissante d'applications D2D. Certaines régions du monde dépendent de la connectivité par satellite car elles ne disposent que de peu d'infrastructures au sol pour assurer la couverture. En Afrique, 41 % de la population réside hors de portée des infrastructures terrestres. Les progrès de la technologie et de la normalisation des services par satellite, tels que les normes 3GPP pour les réseaux non terrestres (RNT), ont donné un élan au D2D, qui peut contribuer à fournir une connectivité essentielle aux populations mal desservies, ce qui se traduit par des gains significatifs en termes de développement social et économique, ainsi qu'à étendre la connectivité à de nombreux segments importants et divers, notamment dans les secteurs de l'industrie, de l'administration, de l'agriculture, de l'automobile et d'autres encore. Les applications D2D constituent une solution rapide pour compléter la couverture des réseaux terrestres, en comblant les lacunes en matière de connectivité là où les réseaux traditionnels sont insuffisants.

Deux approches du D2D sont envisagées, qui diffèrent selon qu'elles utilisent des fréquences attribuées au *service mobile par satellite* (SMS) pour les liaisons de service (appelées "D2D-SMS" dans le présent document) ou des fréquences actuellement attribuées uniquement au *service mobile* (MS) et identifiées pour les systèmes de télécommunications mobiles internationales (IMT) terrestres pour les liaisons de service (appelées "DC-SMS-IMT" dans le présent document). Si l'attribution du spectre est l'un des principaux facteurs déterminant la mise en œuvre de la communication D2D par satellite, elle est également déterminée par différents aspects et technologies de pointe, notamment les techniques avancées de modulation et de correction des erreurs pour faciliter la transmission efficace des données, les antennes multifaisceaux, les émetteurs-récepteurs avancés et les liaisons inter satellites (LIS) pour prendre en charge les communications simultanées avec des milliers d'appareils et entre différents satellites.

La première approche, appelée SMS D2D, utilise le spectre déjà attribué au service mobile par satellite (SMS) et, dans certains cas, exploite les spécifications de la norme 3GPP RNT, ce qui permet de mettre en œuvre des fonctions à la fois dans le réseau d'accès radio (RAN) et dans l'équipement de l'utilisateur (UE), en assurant la compatibilité et l'interopérabilité entre plusieurs fournisseurs et, à terme, l'intégration dans l'interface radio de Terre et de l'extérieur de la Terre. Cette approche s'inscrit dans le cadre des attributions de SMS de l'Union internationale des télécommunications (UIT) et des cadres nationaux d'octroi de licences, lorsqu'ils existent, qui permettent les services SMS d'aujourd'hui - en particulier pour les attributions de SMS **en bande L et en bande S**. Il est important de noter que les cadres nationaux d'octroi de licences ne sont pas toujours adaptés aux besoins des utilisateurs. Il est important de noter que l'octroi de licences nationales est nécessaire pour autoriser les entreprises opérant dans le cadre d'une approche D2D-SMS. Cette approche tire parti des travaux du groupe 3GPP pour mettre les capacités satellitaires à la disposition des appareils mobiles grand public en introduisant les réseaux non terrestres dans les spécifications élaborées par l'industrie. Cela simplifiera et harmonisera la mise en œuvre de la connectivité par satellite dans l'écosystème 5G mondial.

Pour la solution D2D-SMS, les réseaux terrestres et satellitaires fonctionnent généralement sur des bandes de fréquences différentes, ce qui leur permet de coexister dans la même zone géographique sans causer d'interférences nuisibles l'un à l'autre. Par conséquent, la solution D2D-SMS peut aujourd'hui combler les lacunes de la couverture terrestre par un chevauchement de la couverture sans qu'il soit nécessaire de respecter des distances de séparation physiques. Le D2D-SMS permet donc d'étendre la couverture sans affecter la capacité des réseaux terrestres ni entraver la capacité des opérateurs de réseaux mobiles (ORM) à utiliser les bandes de fréquences IMT lorsqu'ils utilisent le spectre à l'échelle nationale, comme dans le cas du DC-SMS-IMT, comme indiqué ci-dessous. Cependant, le D2D-SMS a deux variantes, l'une qui utilise une interface propriétaire et qui communique avec des smartphones modifiés, et qui nécessite une collaboration avec les fournisseurs de puces mobiles pour prendre en charge les fréquences du SMS pertinentes et les fonctionnalités des RNT dans leur équipement utilisateur afin de permettre les services D2D.

La seconde approche, appelée DC-SMS-IMT, vise à prendre en compte les combinés mobiles déjà commercialisés (c'est-à-dire l'équipement de l'utilisateur avant les spécifications 3GPP Release-17) en utilisant le spectre déjà attribué au service mobile (MS) et concédé à un ORM avec lequel l'opérateur de réseau satellitaire (ORS) établit un partenariat pour utiliser une partie du spectre de l'ORM sous réserve du cadre réglementaire national pour le satellite direct vers l'appareil. Cette approche garantit que l'application D2D est compatible avec le service mobile terrestre et que le service D2D respecte les obligations existantes du détenteur de la licence terrestre de coexister avec les réseaux terrestres sans causer d'interférences nuisibles. Ce modèle de fourniture repose sur les opérateurs de satellites qui concluent des accords commerciaux avec les ORM afin de permettre l'émission et la réception dans le spectre alloué et concédé au service mobile terrestre pour mettre la capacité satellitaire à la disposition des appareils mobiles de masse.

Pour les applications D2D, un certain nombre de questions techniques et réglementaires peuvent bénéficier d'une clarification afin de garantir qu'elles permettent l'extension de la couverture à l'aide de la technologie satellitaire sans affecter la capacité des réseaux terrestres et sans causer d'interférences préjudiciables aux services en place. Par exemple, certains pays ont revu leurs réglementations nationales, et certains ont même adopté de nouvelles règles pour permettre de nouveaux services D2D, tandis que les discussions mondiales à l'UIT portent sur l'élaboration d'un cadre réglementaire harmonisé à l'échelle internationale. Des réglementations nationales et internationales pour le DC-SMS-IMT devront être élaborées avant que les systèmes puissent coexister en toute sécurité pour les modèles DC-SMS-IMT.

La collaboration entre les Opérateurs de Réseaux Satellitaires (ORS), les Opérateurs de Réseaux Mobiles (ORM) et les organismes de réglementation est cruciale pour libérer tout le potentiel de la connectivité D2D par satellite et ouvrir une nouvelle ère de communications omniprésentes et transparentes pour les Africains.

Il est important que les administrations de l'UAT étudient l'impact des technologies D2D dans la région. Avec une réglementation juste et équilibrée, les applications D2D promettent d'être une solution utile pour aider à réduire l'écart de couverture et fournir de nouvelles capacités de sécurité de la vie.

Abréviations et acronymes

2G	Technologie de télécommunications mobiles de 2 ^{ème} génération
3G	Technologie de télécommunications mobiles de 3 ^{ème} génération
3GPP	Projet de partenariat de troisième génération
4G	Technologie de télécommunications mobiles de 4 ^{ème} génération
5G	Technologie de télécommunications mobiles de 5 ^{ème} génération
UAT	Union Africaine des Télécommunications
BEREC	Organe des régulateurs européens des communications électroniques
CEPT	Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications
D2D	Direct-to-Device
D2D-SMS	Direct-to-Device dans le service mobile par satellite
DC-SMS-IMT	Connectivité directe entre la station spatiale du service mobile par satellite et l'équipement utilisateur IMT
eMBB-s	Haut débit mobile amélioré par satellite
UE	Union européenne
FCC	Commission Fédérale des Communications (USA)
GIA	Zone géographiquement indépendante
HRC-s	communications de haute fiabilité par satellite
IMT	Télécommunications mobiles internationales
IdO	Internet des objets
UIT	Union Internationale des Télécommunications
LEO	Orbite terrestre basse
MENA	Moyen-Orient et Afrique du Nord
mMTC-s	Communication massive de type machine par satellite
ORM	Opérateurs de réseaux mobiles
MS	Service mobile
SMS	Service mobile par satellite
NGSO	Orbite non géostationnaire
NR	Nouvelle radio
RNT	Réseaux non terrestres
RAN	Réseau d'accès radio
RIT	Technologies d'interface radio
RSPG	Groupe pour la politique en matière de spectre radioélectrique
SCS	Couverture supplémentaire depuis l'espace
SMS	Service de messages courts
ORS	Opérateurs de réseaux satellitaires
SRIT	Ensemble de technologies d'interface radio
SSA	Afrique subsaharienne
UE	Équipement de l'utilisateur
URLLC	Communications ultra-fiables à faible latence
CMR-27	Conférence Mondiale des Radiocommunications - 2027

1. Introduction

L'innovation dans les technologies des appareils mobiles et des satellites, les normes harmonisées au niveau mondial et la convergence des technologies permettent des communications directes entre les satellites et les téléphones mobiles terrestres conventionnels et d'autres appareils d'utilisateurs finaux, tels que les capteurs IdO. Les technologies D2D offrent de nouvelles possibilités intéressantes pour compléter les services actuellement fournis par les opérateurs de réseaux mobiles, pour réduire la fracture numérique et pour améliorer la couverture des réseaux en Afrique. La technologie D2D répondra probablement aux cas d'utilisation suivants : (i) compléter les réseaux mobiles terrestres existants pour étendre la couverture des opérateurs de réseaux afin de connecter les zones mal desservies ou non desservies, et (ii) répondre aux besoins urgents et à court terme lorsque les autres infrastructures de réseau sont compromises ou non disponibles, par exemple lors de catastrophes naturelles. Ces cas d'utilisation devraient être particulièrement utiles pour l'Afrique.

Deux approches du D2D sont envisagées, qui diffèrent selon qu'elles utilisent des fréquences attribuées au *service mobile par satellite* pour les liaisons de service (appelées "D2D-SMS" dans le présent document) ou des fréquences attribuées au *service mobile* et identifiées pour les systèmes de télécommunications mobiles internationales (IMT) de Terre pour les liaisons de service (appelées "connectivité directe entre la station spatiale du service mobile par satellite et l'équipement utilisateur IMT", "DC-SMS-IMT" dans le présent document).

La connectivité directe entre un satellite et un combiné mobile actuellement disponible sur le marché est un outil utile pour étendre la couverture et peut offrir de nouvelles opportunités commerciales aux opérateurs de réseaux mobiles. Cependant, la technologie DC-SMS-IMT est une technologie émergente prometteuse et il n'existe pas de dispositions réglementaires internationales harmonisées. Certains opérateurs de SMS fournissent des services D2D-SMS dans des bandes déjà attribuées aux SMS dans le Règlement des radiocommunications, à titre primaire, dans le cadre de notifications SMS avec une couverture mondiale. Certains opérateurs DC-SMS-IMT titulaires d'une licence fournissent actuellement ces services dans certaines juridictions nationales.

En février 2025, 27 % de l'Afrique subsaharienne (ASS) et 49 % du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (MENA) étaient connectés à l'internet mobile d'ici à la fin de 2023¹, tandis que 60 % (ASS) et 47 % (MENA) vivaient dans l'empreinte d'un réseau mobile à large bande mais n'étaient pas connectés, un chiffre connu sous le nom d'écart d'utilisation. L'écart d'utilisation existe en raison de l'accessibilité financière, de la culture numérique et d'autres facteurs. Le D2D peut ne pas permettre de connecter le segment de la population non connectée qui fait partie du déficit d'utilisation. Le déficit de couverture, c'est-à-dire le pourcentage de la population qui ne dispose

¹ <https://www.gsma.com/r/wp-content/uploads/2024/10/The-State-of-Mobile-Internet-Connectivity-Report-2024.pdf>

pas d'une connexion mobile à large bande, pourrait bénéficier d'un certain soutien de la part du D2D. En 2023, il s'élèvera à 13 % en Afrique subsaharienne et à 4 % dans la région MENA.

L'utilisation de satellites pour fournir des services D2D (Direct to Device) aux régions du globe qui n'ont actuellement aucune couverture mobile pourrait devenir un débouché important pour le secteur des télécommunications, ainsi que pour les gouvernements qui cherchent la meilleure façon de s'attaquer à la fracture numérique et de mettre en place de futurs programmes d'intervention.

Compte tenu du budget de liaison et des contraintes liées aux engins spatiaux qui pèsent sur les composantes des réseaux satellitaires par rapport aux composantes terrestres, la composante satellitaire ne peut pas offrir le même niveau de performance technique que la composante terrestre. L'offre de service actuelle de D2D utilise une faible bande passante - uniquement des SMS et des SOS. Les plans futurs visent à utiliser plus de largeur de bande et de puissance pour améliorer la capacité et l'aptitude à fournir potentiellement de la voix et du haut débit mobile amélioré par satellite (eMBB-s), des communications massives de type machine par satellite (mMTC-s) et des communications à haute fiabilité par satellite (HRC-s), ou tout simplement du haut débit depuis l'espace.

Ce document explore les questions clés concernant les aspects réglementaires, opérationnels et techniques des communications directes par satellite (D2D) entre les satellites et les appareils des utilisateurs finaux.

2. Considérations techniques, opérationnelles et réglementaires

2.1. Approches directes à l'appareil

La mise en œuvre du D2D peut être regroupée en fonction de l'attribution du spectre des radiofréquences. Deux approches différentes pour la fourniture de communications directes à l'appareil ont vu le jour dans l'industrie, à savoir :

- DC-SMS-IMT : services qui utilisent le spectre attribué au service mobile (MS) et à l'IMT et qui est assigné aux opérateurs de réseaux mobiles (ORM).
- D2D-SMS : services qui utilisent le spectre attribué au service mobile par satellite (SMS) et qui est assigné aux opérateurs de réseaux satellitaires (ORS).

Pour comprendre les deux approches D2D, il faut d'abord définir les réseaux non terrestres (RNT). Les RNT englobent divers services satellitaires et leurs applications, ainsi que la technologie définie par le projet de partenariat de troisième génération (3GPP). L'effort de normalisation du 3GPP vise à réaliser des économies d'échelle dans tous les secteurs. D2D est une sous-catégorie de services RNT liés à la connexion directe à l'équipement de l'utilisateur du marché de masse.

2.1.1. D2D-SMS

Dans la catégorie D2D-SMS, il existe deux variantes distinctes actuellement présentes sur le marché, à savoir :

- 1) Les systèmes qui utilisent les normes 3GPP RNT pour fournir des services directs aux appareils dans les bandes de fréquences SMS : des améliorations de la norme 5G NR ont été introduites à partir de la version 17 qui permettent l'intégration de capacités de réseaux non terrestres (RNT) par des smartphones utilisant le spectre SMS. Ces capacités RNT ne sont pas spécifiques à un ORS particulier ni à un fabricant de téléphone particulier, ce qui permet l'interopérabilité entre les réseaux. Ces services dépendent de l'adoption des normes 3GPP par les fabricants de puces.
- 2) Services utilisant un système et des combinés propriétaires : ces systèmes intègrent une technologie SMS propriétaire directement dans le smartphone pour permettre la capacité D2D, mais ne sont pas basés sur les normes 3GPP RNT. Ces solutions sont spécifiques à un opérateur de réseau satellitaire particulier et à un fabricant de téléphones, et ne nécessitent aucune modification du système satellitaire fonctionnant dans le cadre de l'attribution du spectre SMS existant.

Les opérateurs de réseaux satellitaires autorisés à fournir des services mobiles par satellite peuvent fournir des services directs aux appareils dans les bandes du SMS attribuées au niveau mondial. **La bande L (1-2 GHz) et la bande S (2-4 GHz)** ont été largement attribuées et autorisées pour les SMS par les régulateurs et il existe un cadre réglementaire et technique international stable. Il existe aujourd'hui des applications directes aux appareils qui fonctionnent selon ce cadre. Cet environnement réglementaire est déjà en place pour permettre la fourniture de nouvelles applications D2D-SMS soumises au cadre réglementaire national.

2.1.2. DC-SMS-IMT

Certains opérateurs de réseaux satellitaires (ORS) ont équipé leurs engins spatiaux de charges utiles capables de communiquer avec des combinés mobiles commercialisés sur les bandes de fréquences IMT et MS existantes. Ces systèmes visent à augmenter la couverture des réseaux mobiles utilisant les mêmes bandes de fréquences que les opérateurs de réseaux mobiles. Cette approche est nouvelle et originale. Actuellement, il n'existe pas de cadre harmonisé au niveau international convenu au niveau de l'UIT. Cela pose des problèmes techniques et réglementaires qui doivent être pris en compte pour garantir la compatibilité de l'application DC-SMS-IMT avec les systèmes terrestres du service mobile fonctionnant dans les mêmes bandes, ainsi qu'avec les services en place fonctionnant dans les bandes adjacentes. Toutefois, ce modèle a permis la mise en place de services à l'échelle nationale dans certains pays du monde, dont les États-Unis d'Amérique, le Royaume-Uni, le Japon, la Nouvelle-Zélande, l'Australie et d'autres encore.

Les applications et les systèmes DC-SMS-IMT n'en sont qu'à leurs débuts et posent plusieurs problèmes techniques et réglementaires qui doivent être étudiés et clarifiés pour garantir leur

coexistence avec les services historiques fonctionnant à la fois dans la bande et dans les bandes adjacentes. Cela dit, compte tenu de la disponibilité de solutions existantes prêtes à fournir le service aujourd'hui, certains pays dans le monde ont adopté des cadres nationaux pour autoriser ce service dans leur pays, notamment en définissant des règles pour assurer la protection des services en place et des limites transfrontalières applicables pour protéger les services dans les pays voisins.

2.2. Capacités des solutions D2D

i. D2D-SMS

Le rapport UIT-R M.2514-0², adopté en 2022, décrit la vision, les exigences et les lignes directrices d'évaluation pour les interfaces radio par satellite IMT-2020. L'ajout d'une composante satellite à l'IMT-2020 pourrait étendre la couverture du service IMT-2020 dans les zones mal desservies ou non desservies où il est plus pertinent de compléter la composante terrestre.

La composante satellite de l'IMT-2020 couvre trois scénarios d'utilisation, dont le scénario d'utilisation du satellite mobile à haut débit amélioré (eMBB-s) et le scénario d'utilisation du satellite de communications massives de type machine (mMTC-s), qui sont des variantes satellitaires de l'eMBB et du mMTC définies dans la recommandation UIT-R M.2083-0³. La composante satellite ne concerne pas le scénario de communications ultra-fiables à faible latence (URLLC), mais couvre un scénario d'utilisation des communications à haute fiabilité (HRC-s) spécifique aux satellites. Les scénarios d'utilisation de l'IMT-2020 par satellite avec les cas d'utilisation associés sont illustrés dans la figure 1.

² Rapport UIT-R M.2514-0 : Vision, exigences et lignes directrices pour l'évaluation de l'interface (des interfaces) radioélectrique (s) par satellite de l'IMT-2020 - https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2514-2022-PDF-E.pdf

³ Recommandation UIT-R M.2083-0, Vision pour les IMT - Cadre et objectifs généraux du développement futur des IMT à l'horizon 2020 et au-delà : https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-!!PDF-F.pdf

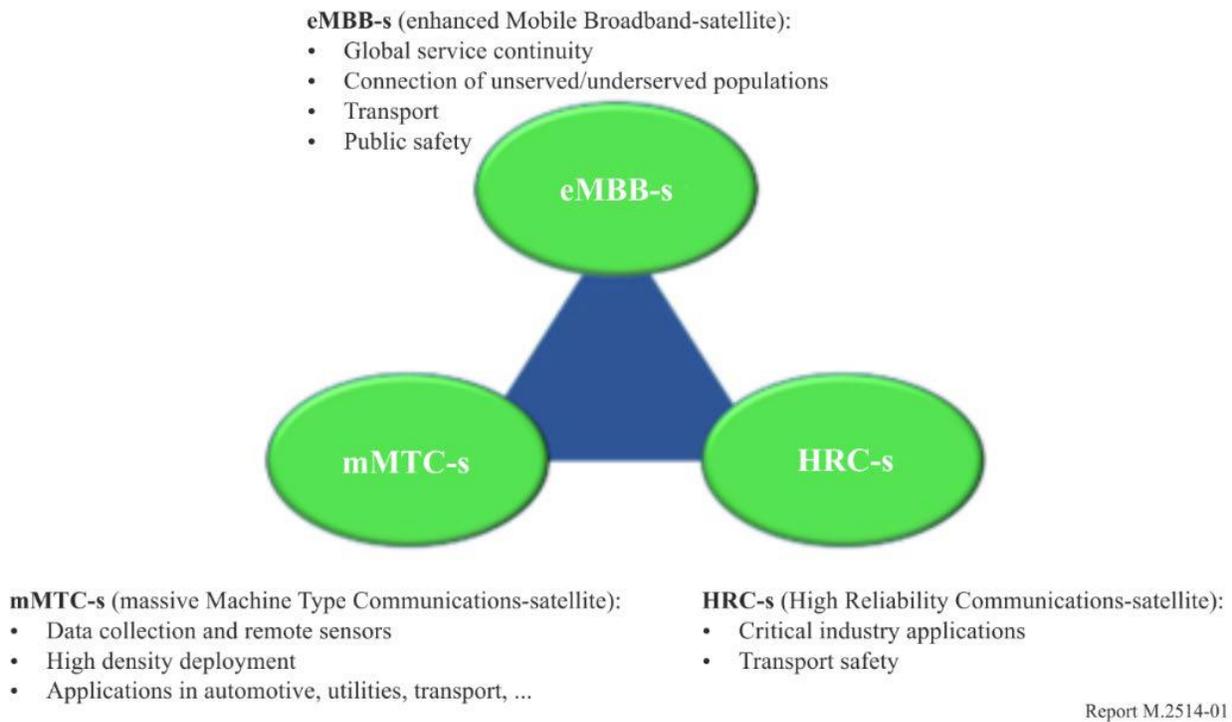


Figure 1 : Scénarios d'utilisation de l'IMT-2020 par satellite et cas d'utilisation associés

2.3. Cas d'utilisation et avantages potentiels

En Afrique, plus de 57 % de la population vit dans les zones rurales et 43 % dans les zones urbaines et suburbaines⁴. En effet, dans certains pays, la population rurale peut atteindre près de 80 %, comme au Niger, au Malawi, au Rwanda, au Burundi, etc. Ces importantes populations rurales sont loin d'être aussi connectées que les populations urbaines et suburbaines. En effet, alors que 50 % des citoyens sont connectés, ce chiffre tombe à 15 % dans les zones rurales. Il s'agit du pourcentage d'utilisateurs connectés le plus faible de toutes les régions du monde. En outre, seulement 59 % de la population réside à portée de l'infrastructure dorsale terrestre en Afrique ; toutefois, ce chiffre varie fortement d'un pays à l'autre. Par exemple, en République démocratique du Congo, seuls 27 % de la population vivent à moins de 25 km d'un nœud de fibre optique opérationnel ; au Sud-Soudan, seuls 4 % vivent à portée de fibre. En mars 2021, la plupart des connexions mobiles sont de type 2G ou 3G, c'est-à-dire à faible bande passante ; la 4G ne représente que 15 % des connexions mobiles sur l'ensemble du continent⁵. L'un des défis qui restent à relever en Afrique est donc de fournir une connectivité en dehors des zones de couverture des réseaux terrestres et dans les zones de couverture marginales.

D2D-SMS utilise le spectre déjà attribué au service mobile par satellite (SMS), où les opérateurs SMS peuvent fournir des services directement à toute forme d'appareil mobile compatible SMS.

⁴ <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS?locations=ZG>.

⁵ <https://www.ses.com/blog/africa-connectivity-outlook-2022-and-beyond>.

Cette intégration permet une transition transparente sur la continuité des services entre les réseaux terrestres et satellitaires. Au fur et à mesure que la technologie D2D se développe, on s'attend à ce qu'elle devienne plus capable d'englober des cas d'utilisation prenant en charge non seulement des débits de données faibles, mais aussi des données à large bande. Dans le cas du D2D-SMS fonctionnant selon les normes 3GPP RNT, l'intégration de la capacité à fonctionner dans les bandes SMS nécessite l'adoption par le fabricant de puces. Ce cas peut prendre en charge diverses applications, de la bande étroite à l'IdO, et peut prendre en charge des services vocaux, de messagerie enrichie et vidéo de haute qualité, et peut se connecter à une gamme d'appareils pris en charge, y compris les smartphones, les portatifs, les appareils IdO, et plus encore.

Un certain nombre d'opérateurs de téléphonie mobile considèrent les systèmes DC-SMS-IMT comme un mécanisme rentable pour étendre la couverture du réseau, en particulier lorsque le déploiement de stations de base terrestres n'est pas possible.

Les avantages spécifiques des applications D2D peuvent être les suivants :

- 1) Connecter les utilisateurs en dehors des zones de couverture mobile terrestre ;
- 2) Option de connectivité de base de secours en cas de panne du réseau terrestre (par exemple, catastrophe naturelle, coupure de courant) ;
- 3) Réponse d'urgence dans les zones sans couverture terrestre ;
- 4) Entreprise IdO ;
- 5) Connectivité automobile en dehors de la couverture terrestre ;
- 6) Réduction de la latence pour les applications en temps réel ;
- 7) Déchargement transparent du trafic réseau pour les réseaux terrestres.

2.4. Développement de dispositifs D2D

Il existe actuellement deux types de D2D-SMS sur le marché : ceux qui utilisent les normes 3GPP Release 17 RNT pour fournir des SMS aux téléphones mobiles standard, et ceux qui fournissent des SMS aux smartphones modifiés avec des émetteurs-récepteurs SMS propriétaires intégrés. Les étapes suivantes décrivent l'évolution du développement et de la disponibilité des dispositifs D2D et de leur normalisation.

Étape 1 : Du satellite au combiné spécialisé (téléphones satellitaires)

Les combinés traditionnels compatibles avec les satellites (ou communément appelés téléphones satellitaires) sont utilisés depuis la fin des années 1990 et le sont encore aujourd'hui, en particulier par les gouvernements, l'armée et les zones rurales. Ces appareils étaient utilisés pour communiquer avec des satellites en orbite terrestre basse et en orbite géostationnaire afin de fournir des services vocaux, de messagerie et de données limités. Ces appareils étaient propriétaires, c'est-à-dire qu'ils étaient fabriqués pour fonctionner avec un réseau satellitaire

spécifique. Le matériel spécifique et les services d'abonnement sont coûteux, ce qui limite ces appareils à des applications de niche.

Étape 2 : Du satellite aux smartphones modifiés

Par smartphone modifié, on entend un téléphone intelligent fabriqué avec des caractéristiques supplémentaires pour répondre aux spécifications techniques du segment spatial du satellite. Les smartphones modifiés d'appareil à appareil sont des smartphones dotés de fonctions qui permettent une communication directe entre les appareils sans passer par un réseau central. Cette approche peut améliorer la connectivité, réduire la latence et permettre de nouvelles applications. La communication directe par satellite entre smartphones a été introduite sur le marché de masse à la fin de 2022 avec une fonctionnalité SOS d'urgence gérée par un système SMS. D'autres fabricants ont suivi, travaillant avec d'autres fournisseurs de satellites pour améliorer les capacités de communication d'appareil à appareil à l'aide de la technologie satellitaire. Cette collaboration vise à intégrer la connectivité satellitaire dans les appareils mobiles, leur permettant de communiquer directement avec les satellites pour améliorer la couverture et la fonctionnalité, en particulier dans les zones reculées. Les principaux aspects de l'accord sont les suivants

- 1) Connectivité par satellite : Le partenariat permet aux smartphones et aux appareils IdO d'utiliser le réseau satellitaire pour une communication directe, élargissant ainsi la portée au-delà des réseaux cellulaires traditionnels.
- 2) Communication d'appareil à appareil : Cette intégration permet aux appareils de communiquer directement entre eux par satellite, facilitant ainsi des services tels que la messagerie, le partage de localisation et les communications d'urgence, même lorsque les réseaux terrestres sont indisponibles.
- 3) Intégration technologique : Les fournisseurs collaborent à la mise au point de jeux de puces qui prennent en charge ces fonctions, ce qui permet à un plus grand nombre d'appareils d'accéder aux services par satellite de manière transparente.
- 4) Expérience de l'utilisateur : L'objectif est d'offrir une expérience conviviale où les communications D2D peuvent être lancées sans nécessiter de matériel supplémentaire ou de configuration compliquée.
- 5) Expansion du marché : Cet accord est important pour répondre aux besoins des utilisateurs dans les régions éloignées, en améliorant la fonctionnalité des smartphones et des appareils IdO dans divers secteurs, notamment les interventions d'urgence, les activités maritimes et les activités de plein air.

Des modifications doivent être apportées à l'appareil pour qu'il puisse communiquer avec les systèmes satellitaires existants, sans sacrifier la forme attendue du téléphone. Par conséquent, la connectivité directe avec les smartphones est principalement le fait des fabricants de téléphones qui ont une connaissance approfondie de la conception des appareils afin d'améliorer leurs offres par rapport à la concurrence. Compte tenu des limites des appareils et des constellations de satellites existantes, ces fonctions ne fourniront que des messages SOS et bidirectionnels, plutôt que de la voix ou des données.

Étape 3 : Satellite vers des dispositifs non modifiés

Le terme "satellite vers des appareils non modifiés" fait généralement référence à des systèmes ou services conçus pour fonctionner de manière transparente avec le matériel existant, sans nécessiter de modifications. Ce concept est courant dans des domaines tels que l'internet par satellite, les jeux en nuage ou les solutions de sauvegarde des données.

Cela signifie qu'un appareil mobile normal (2G, 3G, etc.) peut communiquer avec un système satellitaire sans aucune modification, c'est ce que l'on appelle les "appareils non modifiés". Au cours des dernières années, un nouveau groupe d'entreprises de satellites est entré sur le marché de la connectivité des téléphones mobiles. Elles ont l'intention de lancer une nouvelle race de satellites pour communiquer avec des téléphones non modifiés par le biais du spectre attribué aux opérateurs de réseaux mobiles. Ces sociétés de satellites travaillent directement avec les opérateurs de réseaux mobiles pour offrir une couverture en utilisant les téléphones cellulaires existants et le spectre attribué à l'opérateur de réseau mobile.

Étape 4 : Normes 3GPP

L'industrie s'efforce également d'adopter une approche normalisée des réseaux satellitaires. L'organe directeur des normes cellulaires, le 3GPP, a défini plusieurs spécifications pour les RNT dans les versions 17 et 18, à savoir des spécifications telles que l'IdO à bande étroite dans la norme ratifiée de la version 17 et la nouvelle radio 5G, qui est un point d'étude existant de la version 18. À partir de la version 18, les nouveaux appareils et chipsets 5G et ultérieurs pourront être compatibles avec la norme 5G RNT, mais des questions subsistent quant aux constellations et aux ressources spectrales qui seront utilisées. La version 17 envisage d'ajouter des bandes de fréquences satellitaires dans les services mobiles par satellite (SMS) pour les futurs téléphones intelligents.

L'émergence de l'intégration des satellites dans l'écosystème 3GPP est le résultat d'un effort conjoint entre les acteurs des secteurs de la téléphonie mobile et des satellites, ainsi que d'un soutien important de la part de secteurs verticaux tels que l'automobile, les transports, la sécurité publique, les médias/divertissements, l'agriculture et d'autres encore. La norme RNT définie par le 3GPP permet une interopérabilité transparente entre les composants terrestres et RNT. Cette norme offre la possibilité d'ajouter la composante réseau satellite dans les systèmes 5G New Radio (NR), ce qui permet de tenir la promesse d'un système mobile omniprésent capable de prendre en charge les objectifs "Anywhere, Anytime, Any Device" (n'importe où, n'importe quand, n'importe quel appareil).

Les bandes de fréquences n256 (bande S attribuée au SMS) et n255 (bande L attribuée au SMS) ont été définies dans le cadre de la version 17 du 3GPP, tandis que d'autres bandes sont en cours de définition dans le cadre de la version 18. Certaines de ces bandes de fréquences attribuées au SMS ne sont pas incorporées dans les smartphones actuels, d'où une collaboration accrue avec les fournisseurs de puces mobiles pour prendre en charge les fréquences SMS pertinentes dans les smartphones. La définition des bandes de fréquences actuelles et supplémentaires dans les

normes 3GPP permet la création d'un marché mondial pour les équipements d'utilisateur compatibles avec les satellites, avec une économie d'échelle.

En ce qui concerne les normes d'équipement pour D2D-SMS, la version 17 du 3GPP améliore les caractéristiques de l'architecture centrale de la 5G afin de prendre en charge les RNT pour plusieurs cas d'utilisation, notamment l'extension de la couverture, l'IdO, la communication en cas de catastrophe, l'itinérance mondiale et la radiodiffusion.

2.5. Aspects spectraux des applications D2D

2.5.1. D2D-SMS

Les services D2D-SMS sont fournis par des systèmes SMS classiques. Ces systèmes fonctionnent dans des bandes déjà attribuées globalement aux SMS par l'Union internationale des télécommunications (UIT) à titre primaire, fournissant des services à divers types de terminaux spécialisés. Les bandes L et S suivantes sont attribuées aux services mobiles par satellite dans les pays de l'UAT :

- 1) 1518 - 1525 MHz (espace vers Terre) couplés à 1668 - 1675 MHz (Terre vers espace)⁶
- 2) 1525 - 1559 MHz (espace vers Terre) appariés à 1626,5 - 1660,5 MHz (Terre vers espace)
- 3) 1610 - 1626,5 MHz (Terre vers espace et espace vers Terre)
- 4) 2483,5 - 2500 MHz (espace vers Terre)
- 5) 1980 - 2010 MHz (Terre vers espace) couplé à 2170 - 2200 MHz (espace vers Terre).

Le D2D-SMS permet aux satellites de se connecter aux combinés mobiles dotés de la configuration d'antenne et de chipset nécessaire (par exemple en utilisant le 3GPP n255/6) et en utilisant le spectre du service mobile par satellite, y compris dans la bande L et la bande S. Le 3GPP a identifié pour le RNT,⁷⁸ deux gammes de bandes de fréquences SMS spécifiques reconnues dans toutes les régions de l'UIT, suivant le mode duplex défini par le tableau d'attribution des fréquences de l'UIT :

⁶ Actuellement non incluse dans la bande 3GPP-RNT mais incluse dans un WI 3GPP dont l'achèvement est prévu en mars 2025.

⁷ Le réseau non terrestre (RNT) désigne un réseau d'accès radio (RAN) qui fournit un accès non terrestre avec des interfaces radio 5G New Radio (NR), 4G NB-IoT ou 4G eMTC à l'équipement utilisateur au moyen d'une charge utile RNT embarquée sur un véhicule RNT aéroporté ou spatial et d'une passerelle RNT (voir 3GPP TS 38.300). La technologie sous-jacente, la maturité, le modèle de déploiement et les délais commerciaux d'un RNT donné varieront.

⁸ Voir 3GPP 38.101-5, NR ; Transmission et réception radio de l'équipement utilisateur (UE) ; Partie 5 : Accès par satellite radiofréquence (RF) et exigences de performance,

<https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3982>

- 1) Bandes 3GPP 4G/5G n°255 traitant des fréquences SMS en bande L : Tx : 1626,5 - 1660,5 MHz et Rx : 1525 - 1559 MHz,
- 2) Bande 3GPP 4G/5G n°256 traitant des fréquences SMS en bande S : Tx : 1980 - 2010 MHz et Rx : 2170 - 2200 MHz.

Les mesures de coexistence entre les SMS et les autres services sont définis par le règlement des radiocommunications. Dans ces bandes de fréquences SMS, le 3GPP recommande des attributions de largeur de bande de 2x5 MHz, 2x10 MHz, 2x15 MHz ou 2x20 MHz ; une capacité et une largeur de bande plus importantes peuvent être fournies dans des blocs de spectre plus grands. D'autres améliorations et ajouts aux normes 3GPP sont actuellement à l'étude. Il s'agit notamment d'ajouter les bandes de fréquences SMS "extended L-band" 1518 - 1525 MHz et 1668 - 1675 MHz. Le groupe de travail 4B de l'UIT-R a lancé une procédure d'évaluation des technologies d'interface radio (RIT) et des ensembles de technologies d'interface radio (SRIT) candidats. Lors de la réunion d'octobre 2024 du GT4B, la version 17 du 3GPP a été évaluée et approuvée en tant que RIT/SRIT pour la composante satellite de l'IMT-2020. L'UIT-R devrait achever l'élaboration des Recommandations sur la spécification de l'interface de la composante satellite de l'IMT-2020 d'ici à mai 2025.

2.5.2. DC-SMS-IMT

DC-SMS-IMT permet aux satellites de se connecter directement aux combinés mobiles existants sur étagère en utilisant le spectre mobile terrestre, ce qui constitue une solution complémentaire à la couverture mobile terrestre, en particulier dans les zones où cette couverture n'est pas disponible ou inexistante. Cette variante permet aux réseaux/systèmes satellitaires d'utiliser les bandes de fréquences attribuées au service mobile et identifiées pour l'IMT, bandes de fréquences que les ORM utilisent pour transmettre des signaux entre les combinés mobiles existants et les stations de base. L'utilisation des bandes de fréquences du service mobile permettrait d'exploiter les combinés mobiles terrestres existants et leurs chipsets associés.

Au niveau international, la conférence mondiale des radiocommunications 2027 (CMR-27) a été chargée d'étudier les éléments techniques, opérationnels et réglementaires du D2D dans les bandes de fréquences terrestres comprises entre 698 MHz et 2,7 GHz, au titre du point 1.13 de l'ordre du jour. Les groupes de travail 5D et 4C mènent des études conformément au point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-27. La liste suivante de fréquences est actuellement à l'étude pour une éventuelle mise en œuvre du DC-SMS-IMT.

Tableau 1 : Liste des arrangements possibles de fréquences IMT candidates pour la communication directe par satellite avec l'équipement utilisateur IMT

Directionnalité	
Liaison montante (MHz)	Liaison descendante (MHz)
807-849	852-894
880-915	925-960
832-862	791-821
698-716	716-746
776-798	746-768
698-748	753-803
1 427-1 470	1 475-1 518
1 920-1 980	2 110-2 170
1 710-1 785	1 805-1 880
1 850-1 920	1 930-2 000
1 710-1 780	2 110-2 180
2 000-2 020	2 180-2 200
2 010-2 025	1 880-1 920
2 305-2 320 ¹	2 345-2 360 ¹
2 500-2 570	2 620-2 690

Note 1 : Le groupe de travail 5D a noté que les États membres ont également déployé dans certaines parties de la bande 2 300 - 2 400 MHz en utilisant un arrangement FDD, mais cela n'est pas reflété dans la dernière version de la recommandation [UIT-R M.1036](#).

Il convient toutefois de noter que la liste des bandes de fréquences à étudier n'est pas encore définitive et que les États membres sont libres de soumettre au GT 4C d'autres propositions concernant les bandes de fréquences à étudier. Ces bandes de fréquences et les bandes de fréquences adjacentes sont attribuées à une série de services et utilisées par divers systèmes et technologies. L'utilisation de ces bandes de fréquences pour les nouveaux systèmes satellitaires DC-SMS-IMT pose de nouveaux problèmes d'interférence potentiels qui devraient être abordés dans les études de l'UIT-R.

2.6. Aspects réglementaires

2.6.1. D2D-SMS

L'approche D2D-SMS permet de fournir une couverture complète en utilisant des attributions de spectre SMS harmonisées au niveau mondial. Elle minimise les risques d'interférence en utilisant le spectre existant attribué aux SMS dans les bandes L et S, qui font l'objet de réglementations de longue date définies dans le Règlement des radiocommunications et les Recommandations de

l'UIT pour gérer les problèmes d'interférence potentiels. D2D-SMS ne nécessite pas de spectre utilisé actuellement par les opérateurs de réseaux mobiles (ORM).

Les services D2D-SMS fonctionnant sur un système propriétaire et utilisant des smartphones modifiés avec des émetteurs-récepteurs SMS intégrés ne nécessitent aucune modification supplémentaire de la part du fabricant de puces. Ces services peuvent fonctionner dans le cadre des règles établies et du spectre SMS harmonisé au niveau mondial, et ne nécessitent généralement pas de règles réglementaires supplémentaires.

Lors du déploiement de D2D-SMS, les appareils incorporant les fréquences 3GPP Release 17 RNT bénéficient d'un accès à la connectivité terrestre et satellitaire, les problèmes d'interférence et/ou de compatibilité ayant déjà été étudiés et traités. En effet, le spectre utilisé à la fois par le service terrestre et par la composante satellitaire a déjà ses propres attributions, ce qui atténue la nécessité d'une analyse supplémentaire des interférences ou des limitations opérationnelles.

Les SMS déjà autorisés dans différents pays ne nécessiteraient pas de cadres réglementaires supplémentaires pour protéger les autres services lors du déploiement de D2D-SMS utilisant les mêmes bandes de SMS déjà utilisées. La coexistence et la gestion des interférences entre systèmes D2D-SMS concurrents dans les mêmes bandes sont traitées dans le cadre du processus de coordination et de notification des satellites de l'UIT. Certaines études ont montré que cette approche des applications D2D-SMS utilisant les bandes de la version 17 du 3GPP pourrait poser des problèmes en termes d'interférence avec les utilisateurs SMS en place dans la bande L et la bande S⁹. Par exemple, les smartphones D2D-SMS pourraient causer des interférences dans le sens de la liaison montante avec les récepteurs satellites des systèmes existants. D'autres études sur la coexistence intra service sont donc nécessaires pour évaluer ces problèmes de coordination avec les utilisateurs de SMS existants.

Le D2D-SMS est déjà possible dans certaines juridictions sans que les administrations aient besoin d'adopter de nouvelles réglementations. Certaines administrations d'UAT disposent de réglementations nationales existantes pour permettre l'utilisation de terminaux SMS sur l'ensemble de leur territoire.

Les organismes de réglementation jouent un rôle essentiel dans l'élargissement de l'accès au spectre SMS pour le développement futur de la connectivité directe par satellite aux appareils des utilisateurs finaux, en complément de la couverture du réseau terrestre. Pour répondre à la demande croissante de ce service, les régulateurs doivent préserver le spectre SMS existant. Deux points de l'ordre du jour (A.I.), 1.12 et 1.14, porteront sur le spectre additionnel du SMS lors de la prochaine Conférence Mondiale des Radiocommunications en 2027 (CMR-27).

⁹ <https://www.mdpi.com/2227-7080/11/4/110>

2.6.2. DC-SMS-IMT

Les applications DC-SMS-IMT doivent être conformes aux réglementations nationales et devront assurer la coexistence et la protection des services en place fonctionnant dans la bande et dans les bandes adjacentes, y compris les systèmes fonctionnant dans le cadre du service mobile.

Le D2D-IMT nécessite des modifications du cadre réglementaire existant pour permettre aux opérateurs de satellites d'utiliser une partie du spectre attribué aux opérateurs de réseaux mobiles. Il s'agit notamment d'autoriser l'utilisation de satellites dans les bandes de fréquences attribuées au service mobile et de veiller à ce que la coexistence avec le service mobile terrestre soit possible. En effet, cette approche pourrait soulever de nouveaux problèmes d'interférence et de coexistence avec les utilisateurs actuels du spectre, qui nécessitent une étude approfondie et la mise en œuvre de règles appropriées. Avant que les autorisations nationales ne soient accordées pour faciliter les opérations D2D dans le spectre attribué et concédé au service mobile terrestre, des études techniques doivent aborder les questions non résolues, notamment les émissions hors bande, les interférences transfrontalières et les interférences entre satellites, entre autres.

En l'absence d'un cadre réglementaire de l'UIT, certains pays ont autorisé les opérateurs à fournir des services sur la base de l'article 4.4 du RR de l'UIT, qui stipule ce qui suit :

Les administrations des États membres n'assignent à une station aucune fréquence en dérogation au Tableau d'attribution des bandes de fréquences du présent chapitre ou aux autres dispositions du présent Règlement, sauf à la condition expresse qu'une telle station, lorsqu'elle utilise une telle assignation de fréquence, ne cause pas de brouillage préjudiciable à une station fonctionnant conformément aux dispositions de la Constitution, de la Convention et du présent Règlement, et ne demande pas à être protégée contre un brouillage préjudiciable causé par une telle station.

Indépendamment de l'existence d'un cadre réglementaire, cette approche DC-SMS-IMT exige que les opérateurs de satellites et les ORM établissent des partenariats ou concluent un accord pour accéder au spectre IMT concédé aux ORM. Le DC-SMS-IMT est une application radio en développement et un certain nombre de questions réglementaires doivent encore être abordées.

Il s'agit notamment de

- 1) la définition des rôles des opérateurs de réseaux satellitaires et des opérateurs de réseaux mobiles
- 2) la gestion des interférences, qui pourrait nécessiter des zones d'exclusion et/ou des techniques de gestion des interférences lors des opérations afin d'atténuer les interférences
- 3) la détermination de mesures pour résoudre les interférences potentielles avec les réseaux terrestres IMT et les services en place dans la bande et les bandes adjacentes ;
- 4) Accords transfrontaliers bilatéraux/multilatéraux ;
- 5) la coexistence entre satellites dans les mêmes bandes de fréquences et dans les bandes adjacentes ;

- 6) Comment assurer la protection des réseaux terrestres IMT et des services existants et comment les systèmes DC-SMS-IMT prévus peuvent respecter ces limites ;
- 7) l'élaboration de cadres inclusifs qui favorisent la concurrence et n'empêchent pas l'arrivée de nouveaux venus sur le marché.

Certains pays à grande masse continentale, comme les États-Unis¹⁰, l'Australie¹¹, ont élaboré des cadres réglementaires nationaux pour les systèmes DC-SMS-IMT. Il est à noter que ces pays sont moins préoccupés par les interférences transfrontalières en raison de leur grande taille.

3. Principaux défis pour la mise en œuvre des applications D2D

Les applications D2D offrent des possibilités prometteuses tout en posant certains problèmes. L'étude des deux variantes, D2D-SMS et DC-SMS-IMT, met en évidence le paysage innovant des communications par satellite et terrestres.

La technologie D2D par satellite présente des opportunités et des défis prometteurs pour les administrations africaines. L'approche D2D-SMS ne nécessite généralement aucune action supplémentaire de la part des régulateurs nationaux. Cette approche s'appuie sur des protocoles et des cadres normalisés, en capitalisant sur les spécifications des réseaux non terrestres de la version 17 du 3GPP, pour fournir une connectivité transparente entre les réseaux terrestres et satellitaires dans les cadres réglementaires existants. En général, l'approche D2D-SMS peut s'appuyer davantage sur les réglementations SMS existantes, alors que le principal obstacle à son utilisation est le manque de combinés abordables. Inversement, l'approche DC-SMS-IMT est encore à l'étude dans le cadre du point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-27, mais elle est soutenue par l'utilisation de combinés standard, y compris des appareils abordables qui sont généralement importants pour de nombreux utilisateurs dans les pays de l'UAT. Le tableau 2 compare les deux variantes D2D.

¹⁰ <https://www.federalregister.gov/documents/2024/04/30/2024-06669/single-network-future-supplemental-coverage-from-space-space-innovation>

¹¹ <https://www.acma.gov.au/publications/2024-09/guide/regulatory-guide-operation-imt-satellite-direct-mobile-service>

Tableau 2 : D2D dans les bandes de fréquences SMS et IMT^[17]

D2D-SMS	DC-SMS-IMT
Complète la couverture des réseaux mobiles terrestres existants	
- Utilise le spectre attribué au service mobile par satellite	- Utilise le spectre mobile terrestre (bandes de fréquences IMT)
- Aucune mesure réglementaire supplémentaire n'est nécessaire si le SMS est autorisé	- Absence de cadre réglementaire harmonisé au niveau international - Obstacles réglementaires (RR 4.4 de l'UIT)
- Certains D2D-SMS prévoient d'exploiter les bandes de fréquences 3GPP Release 17 RNT, tandis que les D2D-SMS existants utilisent des systèmes propriétaires utilisant les bandes de fréquences SMS.	- Utilise les bandes IMT inférieures à 3 GHz (CMR-27 A.I. 1.13)
- Nécessite un équipement utilisateur (UE) propriétaire ou des combinés mobiles/UE sur étagère dotés des fonctions 3GPP RNT. - Comprend les SMS fournis à des téléphones intelligents modifiés qui utilisent une interface propriétaire et qui fonctionnent sur un réseau satellitaire spécifique.	- Peut utiliser des combinés mobiles standard.
- Les fournisseurs de puces mobiles doivent inclure les bandes RNT et les fonctionnalités RNT dans leurs appareils dans le cas des D2D-SMS utilisant les spécifications RNT de la version 17 du 3GPP.	-

4. Expériences internationales : Expériences internationales : élaboration de politiques et exigences en matière de licences/autorisations

4.1. D2D-SMS

En ce qui concerne les D2D-SMS, de nombreuses administrations dans le monde autorisent les SMS dans les bandes SMS avec une autorisation générale et des procédures d'homologation connexes pour l'équipement de l'utilisateur, et il n'est pas nécessaire d'élaborer d'autres politiques ou d'obtenir d'autres autorisations. En général, l'UAT doit examiner les bandes de fréquences spécifiques des SMS, afin de donner un aperçu des problèmes potentiels qui peuvent survenir lors de l'intégration des D2D-SMS dans l'infrastructure satellitaire existante. Néanmoins, les administrations de l'UAT peuvent souhaiter revoir les réglementations SMS actuelles pour s'assurer que le D2D-SMS reste faisable dans le cadre réglementaire existant. Il est également

essentiel de suivre les discussions sur le partage et la compatibilité qui ont lieu dans le cadre de la CMR-27 AI 1.12, 1.14.

4.2. DC-SMS-IMT

En ce qui concerne les DC-SMS-IMT, il existe déjà des exemples de pratiques réglementaires disponibles aujourd'hui. Vous trouverez ci-dessous un traitement plus détaillé des pratiques récemment mises en œuvre aux États-Unis, en Australie et dans le cadre de l'élaboration de la politique de l'Union européenne (UE).

i. États-Unis d'Amérique^{12,13}

Le 14 mars 2024, la Commission fédérale des communications (FCC) a adopté un [rapport et un arrêté, ainsi qu'un nouvel avis de proposition de réglementation \(arrêté\)](#) de nouvelles règles régissant la "**couverture supplémentaire à partir de l'espace**", ou "SCS".

Ce *rapport et cet arrêté* établiront un cadre réglementaire national - le premier du genre au monde - pour permettre la collaboration entre les opérateurs de satellites et les fournisseurs de services terrestres afin d'offrir une connectivité omniprésente, directement aux combinés des consommateurs, en utilisant le spectre précédemment alloué uniquement aux services terrestres. La couverture supplémentaire à partir de l'espace (Supplemental Coverage from Space ou SCS) permettrait d'étendre la couverture des abonnés d'un titulaire de licence terrestre, en particulier dans les régions éloignées, non desservies ou mal desservies, et d'accroître la disponibilité des communications d'urgence.

Dans l'arrêté, la FCC a exprimé plusieurs objectifs d'intérêt public pour le cadre SCS, notamment l'extension de la portée des services de communication, en particulier des services d'urgence, dans des zones plus rurales, le positionnement des États-Unis en tant que leader mondial de la technologie spatiale et la poursuite de la promotion de l'utilisation innovante et efficace du spectre. Le décret réattribue également des fréquences spécifiques réservées aux services terrestres aux fins d'utilisation par les communications par satellite, mais en les limitant aux "bandes de fréquences où il n'y a pas d'opérations historiques primaires à usage non flexible, qu'elles soient fédérales ou non fédérales". La FCC a adopté les bandes suivantes comme éligibles au SCS :

- 1) 600 MHz : 614 - 652 MHz et 663 - 698 MHz ;
- 2) 700 MHz : 698 - 769 MHz, 775 - 799 MHz, et 805 - 806 MHz ;
- 3) 800 MHz : 824 - 849 MHz et 869 - 894 MHz ;

¹² Fiche d'information de la FCC, Single Network Future : Supplemental Coverage from Space Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking GN Docket No. 23-65 and IB Docket No. 22-271, February 22, 2024 (Récupéré de : <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-400678A1.pdf>)

¹³ Extrait de [https://www.pillsburylaw.com/en/news-and-insights/fcc-space-satellite.html#:~:text=On%20March%2014%2C%202024%2C%20the,future%2C"%20fostering%20collaboration%20between%20satellite](https://www.pillsburylaw.com/en/news-and-insights/fcc-space-satellite.html#:~:text=On%20March%2014%2C%202024%2C%20the,future%2C)

- 4) PCS à large bande : 1850 - 1915 MHz et 1930 - 1995 MHz ; et
- 5) Bloc AWS-H : 1915 - 1920 MHz et 1995 - 2000 MHz.

En bref, le rapport et l'ordonnance :

- 1) Adopter un cadre d'utilisation du spectre qui permette d'étendre la couverture des abonnés d'un titulaire de licence terrestre grâce à une collaboration avec un opérateur de satellite dans le cadre d'un contrat de location ou d'un arrangement.
 - o Adopter une attribution secondaire, bidirectionnelle, pour le service mobile par satellite (SMS) dans des bandes de fréquences spécifiques sans titulaire principal, à usage non flexible, fédéral ou non fédéral.
 - o Dans certaines bandes désignées pour le SCS, n'autoriser le SCS que lorsqu'un ou plusieurs titulaires de licences terrestres - détenant toutes les licences sur le canal concerné dans une zone géographiquement indépendante (GIA) définie - louent l'accès aux droits d'utilisation du spectre terrestre à un opérateur de satellite, dont la licence de station spatiale (partie 25) comprend ces fréquences et la GIA.
- 2) Adopter des critères d'entrée que les opérateurs de satellites doivent remplir pour demander ou modifier une licence de station spatiale partie 25 existante pour exploiter des satellites dans les bandes SCS.
- 3) Établir une approche de licence par règle pour les dispositifs terrestres en tant que stations terrestres SCS communiquant avec un réseau de satellites pour les SCS.
- 4) exiger des autorisations d'équipement nouvelles ou modifiées pour les dispositifs terrestres et accorder une dérogation limitée à des règles spécifiques d'autorisation d'équipement
- 5) Appliquer - avec des modifications limitées - les règles de service existantes régissant les titulaires de licences satellitaires et terrestres pour permettre la fourniture de SCS.
- 6) Imposer des règles techniques et d'autres recommandations pour atténuer les interférences nuisibles potentielles avec les services existants, y compris la radioastronomie.
- 7) Clarifier les obligations en matière de coordination internationale, notamment en décrivant les mesures à prendre pour que les opérations SCS soient conformes aux règlements des radiocommunications de l'UIT.
- 8) Adopter des exigences provisoires en matière d'appels et de textes 911 afin d'acheminer les appels et les textes 911 vers un centre de réponse de sécurité publique utilisant l'acheminement basé sur la localisation ou vers un centre d'appel d'urgence.
- 9) Préciser que le cadre SCS reste distinct du cadre existant pour les systèmes SMS.

La FCC a précisé que son cadre "s'étendra pour inclure des bandes supplémentaires" au fur et à mesure de l'évolution du marché SCS. L'arrêté a également élargi le tableau d'attribution des fréquences des États-Unis (U.S. Table) afin d'autoriser les opérations secondaires du service

mobile par satellite (SMS) dans les bandes SCS. Toutefois, en tant que services secondaires, ces opérations SMS bidirectionnelles (espace-Terre et Terre-Espace) ne peuvent pas causer d'interférences nuisibles à un service primaire dans la bande, et les services secondaires n'ont pas droit à la protection contre les interférences.

La FCC, reconnaissant que les SCS susceptibles de se produire dans des bandes non attribuées à ces services dans le tableau international doivent être conformes au règlement des radiocommunications n° 4.4 de l'UIT, estime qu'il serait dans l'intérêt du public d'inclure des conditions expresses dans les licences SCS afin de garantir le respect des obligations en tant qu'administration notificatrice de l'UIT pour les opérations de stations spatiales sous licence américaine. Dans ces cas, la FCC exigera des titulaires de licences SCS des garanties supplémentaires que, lorsqu'ils opèrent en dehors des États-Unis, en vertu d'une autorisation délivrée par un autre pays, les opérations satellitaires ne causeront pas d'interférences nuisibles dans un pays voisin.

Consciente de la complexité de la tâche consistant à trouver un équilibre entre le déploiement du SCS et la nécessité de minimiser le risque d'interférences nuisibles, la FCC exige qu'"un seul titulaire de licence terrestre détienne toutes les licences de co-canal dans la bande concernée dans une zone géographiquement indépendante (GIA) et que l'opérateur de satellite en orbite non géostationnaire (NGSO) partenaire détienne une licence partie 25 existante ou une autorisation d'accès au marché". Les autorisations SCS sont limitées aux ZGI suivantes : (1) les États-Unis contigus (CONUS) ; (2) l'Alaska ; (3) Hawaï ; (4) les Samoa américaines ; (5) Porto Rico/les îles Vierges américaines ; et (6) Guam/les îles Mariannes du Nord. Outre l'autorisation des stations spatiales, la FCC doit également autoriser les dispositifs terrestres communiquant avec les stations spatiales. Selon les règles de la FCC, toute station terrestre qui communique avec une station spatiale est considérée comme une station terrestre, ce qui nécessite une autorisation. Pour autoriser les stations terrestres, la FCC a choisi une approche "licence par règle" dans le contexte du SCS.

Le décret autorise les SCS sur la base d'accords de location entre les titulaires de licences terrestres et les opérateurs de satellites. Les titulaires de licences terrestres peuvent louer l'accès à leurs fréquences dans une zone géographique donnée à un opérateur de satellite, ce qui permet à ce dernier de fournir une couverture supplémentaire pour combler les lacunes dans la zone de couverture du titulaire de la licence terrestre. L'arrêté adopte également des exigences provisoires en matière de texte et d'acheminement des appels 911 pour que les fournisseurs terrestres puissent utiliser le SCS afin de combler les lacunes dans leurs zones de service. Les fournisseurs terrestres doivent transmettre "tous les appels vocaux et textes SCS 911 à un centre de réponse de sécurité publique ... en utilisant soit un centre d'appel d'urgence, soit un routage basé sur la localisation". Ils doivent transmettre les informations de localisation et le numéro de téléphone de l'utilisateur.

La FCC a adopté un nouvel avis de proposition de réglementation (FNPRM) dans le cadre de la procédure SCS. Le FNPRM se concentre sur le traitement approprié des communications de

sécurité publique utilisant le SCS et sur la meilleure façon d'équilibrer la protection de la radioastronomie et des sciences de l'espace. La FCC sollicite des commentaires sur la manière dont elle devrait traiter les appels 911 et les textes acheminés via le SCS. Enfin, la FCC encourage les commentateurs à donner leur avis sur la manière dont elle devrait promouvoir et améliorer la coexistence de la radioastronomie et du SCS, y compris sur les changements de règles qui seraient nécessaires pour atteindre ses objectifs.

ii. Union européenne - Groupe pour la politique en matière de spectre radioélectrique

La Commission européenne a demandé au Groupe pour la politique en matière de spectre radioélectrique (RSPG) d'émettre un avis sur l'approche politique au niveau de l'UE de la connectivité directe par satellite et des questions connexes relatives au marché unique. Le projet d'avis pour consultation publique est prévu pour février 2025, et l'avis final pour juin 2025. La CE note que le D2D est un concept construit autour de deux solutions significatives d'utilisation du spectre par les réseaux spatiaux et terrestres, à savoir :

- 1) Une bande de fréquences attribuée au service mobile et utilisée pour des systèmes terrestres capables de fournir des services de communications électroniques est également utilisée pour la connectivité D2D par satellite sans aucune modification du terminal mobile, dans le cadre d'un modèle de partenariat avec un détenteur de droits d'utilisation du spectre dans cette bande dans un pays donné ;
- 2) Une bande de fréquences attribuée au service satellitaire (généralement au service mobile par satellite) est utilisée pour la connectivité D2D par satellite afin de desservir les terminaux mobiles modifiés/adaptés du marché de masse.

Les questions réglementaires liées au D2D par satellite sont traitées par la Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications (CEPT) au sein de son groupe FM44, et la connectivité D2D par satellite est abordée lors de divers événements tels que l'atelier de l'ORECE du 22 mai 2024, mais l'UE n'a pas encore établi de stratégie commune.

Alors qu'en dehors de l'UE, de nombreuses administrations pourraient soumettre l'accès à leur marché des constellations LEO exploitées par des opérateurs de pays tiers au respect des règles nationales et du règlement des radiocommunications de l'UIT, les États membres de l'UE n'ont pas d'approche de marché unique.

Le RSPG est invité à évaluer les différentes approches politiques et la nécessité d'établir une approche politique commune de l'UE pour :

1. la connectivité D2D par satellite en tenant compte, entre autres, des éléments suivants
 - 1) le cadre actuel de l'UIT (principalement, mais pas exclusivement, l'article 4.4 du règlement des radiocommunications de l'UIT) et de l'UE ;
 - 2) les autorisations nationales ;

- 3) l'utilisation actuelle/attendue des bandes de fréquences (potentielles) pour la connectivité D2D par satellite à l'intérieur et à l'extérieur de l'UE, et la nécessité d'une coordination réglementaire ou d'une harmonisation technique dans l'ensemble de l'UE ;
 - 4) les questions liées au transfert entre les réseaux terrestres et non terrestres ;
 - 5) les problèmes d'interférence potentiels, y compris transfrontaliers, et les mesures d'atténuation possibles ;
 - 6) les derniers développements technologiques ; et
2. Autoriser les constellations LEO exploitées par des opérateurs de pays tiers, en tenant compte notamment des éléments suivants
 - 1) les cadres nationaux et de l'UIT en vigueur, les autorisations nationales existantes et les conditions qui y sont attachées ;
 - 2) les questions de sécurité et de souveraineté et les autres défis liés à l'exploitation des constellations LEO.

À la suite de l'évaluation susmentionnée, le RSPG devrait formuler des recommandations conformes aux priorités politiques de l'UE sur l'approche politique la plus appropriée au niveau de l'UE, en tenant compte de l'utilisation efficace et effective du spectre radioélectrique, en sauvegardant les intérêts de l'UE et en promouvant le développement du marché unique de l'UE.

iii. Australie

L'Australie a publié un guide réglementaire sur l'exploitation d'un satellite IMT à réception directe¹⁴ en septembre 2024. Le cadre réglementaire proposé est axé sur le DC-SMS-IMT. Quelques extraits de ce guide sont présentés ci-dessous :

Cadre pour l'octroi de licences d'utilisation du spectre

Le spectre intéressant pour les services IMT par satellite est principalement autorisé dans toute l'Australie pour l'utilisation par les ORM dans le cadre de licences d'utilisation du spectre. Les téléphones mobiles utilisés dans le cadre d'un service IMT direct par satellite peuvent être exploités en vertu du cadre actuel d'octroi de licences d'utilisation du spectre, sous réserve que le téléphone respecte toutes les conditions de licence applicables, sans qu'il soit nécessaire d'obtenir l'approbation explicite de l'Australian Communications and Media Authority (ACMA).

Octroi de licences et attributions de fréquences dans le plan de fréquences

Le plan australien d'attribution des fréquences radio prévoit qu'un service exploité dans le cadre d'une licence d'utilisation du spectre est considéré comme un service primaire, sauf si la licence d'utilisation du spectre précise qu'il s'agit d'un service secondaire. Cela signifie que l'exploitation d'un téléphone mobile dans le cadre d'une licence d'utilisation du spectre utilisée pour un service IMT de transmission directe par satellite est conforme au plan du spectre. Actuellement, les

¹⁴ [Guide réglementaire Exploitation d'un service IMT de radiodiffusion directe par satellite.pdf](#)

licences de spectre existantes ne contiennent aucune condition spécifiant que les services terrestres ou de réception terrestre sont des services secondaires. Cela signifie qu'un téléphone mobile fonctionnant dans le cadre d'une licence d'utilisation du spectre en relation avec un service IMT direct par satellite le ferait dans le cadre d'un service primaire.

Cadre réglementaire pour les objets spatiaux

Tout système satellitaire étranger proposé pour la fourniture de services directs aux mobiles en Australie serait :

- 1) opérerait dans l'espace extra-atmosphérique ;
- 2) en dehors de la zone géographique des licences de spectre australiennes détenues par l'ORM (voir la discussion dans la section suivante),
- 3) actuellement en dehors du champ d'application de la loi sur les radiocommunications de 1992 en ce qui concerne l'octroi de licences.

Cela signifie qu'il serait régi par le Règlement des radiocommunications de l'UIT. Comme indiqué ci-dessus, le Règlement des radiocommunications ne prévoit pas que les services par satellite puissent opérer dans les bandes utilisées par les services mobiles terrestres à large bande. Les règles régissant l'exploitation des services dans les bandes pour lesquelles il n'y a pas d'attribution dans le Règlement des radiocommunications sont énoncées à l'article 4.4.

Zone géographique d'une licence d'utilisation du spectre et autorisation des appareils

La zone géographique d'une licence de spectre australienne peut s'étendre jusqu'aux limites de la partie significative de l'atmosphère terrestre au-dessus de l'Australie, mais ne s'étend pas à l'espace extra-atmosphérique. En vertu du traité sur l'espace extra-atmosphérique, auquel l'Australie est partie, l'espace extra-atmosphérique ne peut faire l'objet d'une appropriation nationale. Un téléphone mobile utilisé dans le cadre d'un service IMT direct par satellite peut être exploité dans la zone géographique de la licence d'utilisation du spectre, à condition qu'il soit exploité conformément aux conditions de la licence. Si une station de base terrestre autorisée par la licence n'est pas à portée du téléphone, les transmissions du téléphone pourraient être reçues par une station de réception spatiale - non liée à la licence de spectre et non autorisée par celle-ci - dans le cadre d'un service IMT direct par satellite.

5. Conclusion

Le D2D-SMS pour compléter la couverture du réseau terrestre tire parti des attributions existantes et des protocoles et cadres normalisés, en capitalisant sur les spécifications 3GPP RNT pour des réseaux de connectivité terrestres et satellitaires transparents dans diverses applications.

Les DC-SMS-IMT offrent une solution rapide pour compléter la couverture mobile, en comblant les lacunes de connectivité là où les réseaux traditionnels sont insuffisants, à l'aide de combinés mobiles disponibles sur le marché. Toutefois, cette variante ne dispose pas encore d'un cadre

harmonisé au niveau international par l'UIT. Des défis techniques et réglementaires ont été envisagés pour assurer la protection des services existants, à la fois dans la bande et dans les bandes adjacentes. Certains pays ont adopté des cadres nationaux pour permettre les services DC-SMS-IMT et ont établi des règles pour protéger les services en place ainsi que pour assurer la protection des services IMT dans les pays voisins.

La collaboration entre les opérateurs de réseaux satellitaires (ORS), les opérateurs de réseaux mobiles (ORM) et les organismes de réglementation est cruciale pour libérer tout le potentiel de la connectivité D2D par satellite et ouvrir une nouvelle ère de communications omniprésentes et transparentes pour les Africains. La prochaine CMR-27 revêt une importance cruciale pour l'avenir du D2D, car elle abordera les nouvelles attributions potentielles de SMS aux points 1.13 et 1.14 de l'ordre du jour. Les cadres réglementaires devront également traiter des interférences à l'intérieur des pays, des questions de licences, des questions d'itinérance, des questions de concurrence, des questions de cybersécurité et de cyber protection.

En ce qui concerne les DC-SMS-IMT, les administrations des UAT pourraient, en principe, autoriser ces opérations, sous réserve de régler un certain nombre de questions techniques et réglementaires. Toutefois, compte tenu des discussions au niveau international (c'est-à-dire le point 1.13 de l'ordre du jour de la CMR-27 de l'UIT), il peut être préférable de suivre de près ces discussions afin d'élaborer d'éventuelles solutions réglementaires harmonisées et d'observer les modèles de déploiement dans d'autres parties du monde (c'est-à-dire les États-Unis, l'Australie) avant de s'engager dans une feuille de route de déploiement dans les États membres de l'UAT.

Les administrations de l'UAT sont donc encouragées à

- 1) Au niveau national, s'assurer que le D2D-SMS reste possible dans le cadre réglementaire existant qui permet les services SMS d'aujourd'hui ;
- 2) Au niveau national, examiner les réglementations DC-SMS-IMT existantes et envisager l'élaboration éventuelle de réglementations UAT similaires à celles élaborées par les États-Unis et d'autres pays pour permettre les DC-SMS-IMT ;
- 3) Participer activement aux études liées aux points 1.12, 1.13 et 1.14 de l'ordre du jour de la CMR-27, afin de s'assurer que les défis réglementaires, techniques et opérationnels découlant de la fourniture de DC-SMS-IMT sont compris et atténués avant le développement de ces services sur le territoire de leurs administrations.



African Telecommunications Union

Westlands Office Park, Acacia House, 1st Floor

P. O Box 35282 – 00200 Nairobi, Kenya

Tel: +254 722 203132

Email: sg@atuuat.africa

Website: www.atuuat.africa
