



RECOMMANDATION UAT-R

relative à

LA MISE EN OEUVRE DES TECHNOLOGIES DE RADIOCOMMUNICATIONS EMERGENTES RELATIVES À : (1) 5G/IMT 2020; (2) APPLICATIONS HAPS; FSS ESIM, MSS, FSS VSAT ET AUTRES APPLICATIONS SATELLITAIRES; (3) WI-FI EN 6 GHz, WIGIG EN 60 GHz, ET (4) 5G NR-U

référéncé

Recommandation UAT-R 005-1

édité en

Juillet 2021, mis à jour en février 2025

Table of Contents

Préambule iv

Objectif et Domaine d’application iv

Présentation des Recommandations : iv

Section 1..... 1

SYSTÈMES MOBILES DE 5ème GÉNÉRATION/IMT-2020 (5G/IMT-2020) 1

S1(1) : INTRODUCTION..... 2

S1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER 2

S1 (3): RECOMMANDATIONS 2

S1 (4): ANNEXES 2

S1(1) : INTRODUCTION..... 3

La 5G/IMT-2020 comme nouveau vecteur du haut débit en Afrique 3

S1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER 4

Qu'est-ce que la 5G/IMT-2020 ? 4

2. Cas d'utilisation de la 5G/IMT-2020 en Afrique 6

3. Contributions économiques de la 5G/IMT-2020 9

4. Actions politiques/réglementaires pour soutenir la mise en œuvre de la 5G/-IMT-2020 11

4.1 Politiques en faveur de l'adoption de la 5G / IMT-2020 11

4.2 Politique du spectre 13

4.3 Actions à l'échelle de l'Afrique 18

3.1) Approches de normalisation 5G/IMT-2020 19

3.1.1) Normalisation 5G/IMT-2020 - 3GPP 19

3.1.2) Normalisation IMT-2020 - UIT-R 20

S1(3) : RECOMMANDATIONS 23

S1(4) : ANNEXES 25

Annexe 1 25

Examen du déploiement de la 5G/IMT 2020 dans le monde au 02 SEPT 2020 25

Annexe 2 30

Considérations relatives à la largeur de bande pour l'IMT-2020..... 30

Section 2..... 38

Stations de la plateforme de haute altitude (HAPS)..... 38

Contenu de cette section 39

S2(1) : INTRODUCTION..... 39

S2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER 39

| | |
|---|----|
| S2 (3): RECOMMANDATIONS | 39 |
| S2 (1) : INTRODUCTION | 40 |
| S2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 41 |
| S2(3) : RECOMMANDATIONS | 46 |
| Section 3..... | 47 |
| LES APPLICATIONS SATELLITAIRES : | 47 |
| Stations terrestres en mouvement dans le cadre du service fixe par satellite (SFS ESIM)..... | 47 |
| Applications du service mobile par satellite (SMS)..... | 47 |
| Terminaux à très petite ouverture et autres applications dans le cadre du service fixe par satellite (SFS VSAT et autres applications)..... | 47 |
| Introduction | 48 |
| Sous-section 3-1..... | 50 |
| SS3-1(1) : INTRODUCTION..... | 50 |
| SS3-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 50 |
| SS3-1(3): RECOMMANDATIONS..... | 50 |
| SS3-1(1): INTRODUCTION..... | 51 |
| SS3-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 53 |
| SS3-1(3) : RECOMMANDATIONS | 61 |
| Sous-section 3-2..... | 66 |
| SS3-2(1) : INTRODUCTION..... | 66 |
| SS3-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 66 |
| SS3-2(3): RECOMMANDATIONS..... | 66 |
| SS3-2(1): INTRODUCTION..... | 67 |
| SS3-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 68 |
| SS3-2(3): RECOMMANDATIONS..... | 75 |
| Sous-section 3-3..... | 77 |
| SS3-3(1) : INTRODUCTION..... | 77 |
| SS3-3(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 77 |
| SS3-3(3): RECOMMANDATIONS..... | 77 |
| SS3-3(1): INTRODUCTION..... | 78 |
| SS3-3(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 79 |
| SS3-3(3) : RECOMMANDATIONS | 86 |
| Section 4..... | 88 |
| Wi-Fi dans la bande des 6 GHz (5 925 - 6 425 MHz) | 88 |
| RLANs (WiGig et 5G NR-U) dans 60GHz (57 - 66 GHz) | 88 |
| Section 4-1 | 89 |

| | |
|---|-----|
| SS4-1(1) : INTRODUCTION..... | 89 |
| SS4-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER | 89 |
| SS4-1(3) : RECOMMANDATIONS..... | 89 |
| SS4-1(1): INTRODUCTION..... | 90 |
| SS4-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER | 90 |
| SS4-1(3) : RECOMMANDATIONS | 96 |
| Sous-section 4-2..... | 97 |
| SS4.2(1) : INTRODUCTION..... | 97 |
| SS4-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER | 97 |
| SS4-2(3) : RECOMMANDATIONS..... | 97 |
| SS4-2(4) : ANNEXES..... | 97 |
| SS4-2(1): INTRODUCTION..... | 98 |
| SS4-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION | 98 |
| SS4-2(3) : RECOMMANDATIONS | 101 |
| SS4-2(4) : ANNEXES..... | 102 |
| Annexe 1 | 102 |
| PRATIQUES DU Wi-Fi DANS LA BANDE DE 6 GHz ADOPTÉES PAR DIFFÉRENTS PAYS..... | 102 |
| Annexe 2 | 105 |
| Annexe 3 | 108 |
| CONDITIONS TECHNIQUES ET DE FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES D'ACCÈS SANS FIL, Y COMPRIS LES RÉSEAUX LOCAUX RADIO (WAS/RLAN), DANS LA BANDE 5925 - 6425 MHz | 108 |
| Annexe 4 | 109 |
| CONDITIONS TECHNIQUES ET OPÉRATIONNELLES POUR L'UTILISATION EXEMPTÉE DE LICENCE DANS LA BANDE 57 - 66 GHz..... | 109 |
| À PROPOS DE CETTE RECOMMANDATION | 110 |

Préambule

- 1.1 L'Union Africaine des Télécommunications (UAT) est une institution spécialisée (IS) de l'Union Africaine (UA) dans le domaine des télécommunications et des TIC. En tant qu'IS, l'UAT exécute les tâches qui lui sont confiées par l'UA de temps à autre.
- 1.2 Une réunion extraordinaire du Bureau de l'UA du Comité technique spécialisé sur la communication et les TIC (STC-CICT) s'est tenue le 5 mai 2020 pour "examiner les stratégies et les actions pour soutenir la stratégie continentale sur la pandémie COVID-19". La réunion a eu lieu par vidéoconférence. Le Bureau du STC-CICT est composé des ministres en charge de la communication et des TIC d'Afrique.
- 1.3 Dans le cadre des stratégies et actions visant à soutenir la stratégie continentale sur la pandémie de COVID-19, ladite réunion a approuvé un plan d'action sur la réponse du secteur des TIC au COVID 19, dans lequel l'un des points d'action à long terme est "*les efforts visant à exploiter le potentiel des technologies émergentes telles que [...] l'IdO et la 5G/IMT-2020 pour améliorer la vie des gens en Afrique*".
- 1.4 Conformément au plan d'action susmentionné, l'UAT a élaboré des recommandations sur la mise en œuvre des technologies de Radiocommunications émergentes en Afrique concernant la 5G/IMT-2020, les HAPS, les applications satellitaires et Wi-Fi en 6GHz, le WiGig en 60 Hz et la 5G NR-U.
- 1.5 Les recommandations respectives sur l'implantation des technologies émergentes susmentionnées sont présentées dans les sections (1) à (4) du présent document.

Objectif et Domaine d'application

La présente Recommandation fournit des orientations sur la mise en œuvre de la 5G/IMT-2020, de la HAPS, du SFS ESIM, des applications SMS, du SFS VSAT et des autres applications, du Wi-Fi en 6GHz, du WiGig en 60 Hz et la 5G NR-U., en vue d'aider les administrations à résoudre les problèmes techniques liés au spectre qui sont pertinents pour la mise en œuvre et l'utilisation harmonisées des technologies.

La Recommandation a été élaborée dans l'optique de permettre l'utilisation la plus efficace et la plus efficiente du spectre pour fournir des services à large bande et des services connexes en Afrique - tout en minimisant l'impact sur les services en place - et en facilitant la croissance des technologies émergentes.

Cette Recommandation est complétée par d'autres Recommandations de l'UAT ainsi que par des Recommandations et des Rapports de l'UIT-R relatifs à ces technologies émergentes, qui fournissent des détails supplémentaires sur un certain nombre d'aspects, notamment les conditions techniques, d'exploitation et réglementaires.

Présentation des Recommandations :

Les Recommandations sont présentées comme suit :

- Section 1: 5G/IMT-2020
- Section 2: HAPS
- Section 3 : Applications satellitaires : SFS ESIM, SMS et SFS VSAT et autres applications

- Section 4: Wi-Fi en 6GHz, WiGig en 60 Hz et 5G NR-U

Chaque section est divisée en quatre (4) parties, à savoir : (1) Introduction ; (2) Principaux éléments à considérer ; (3) Recommandations ; et (4) Annexes, *le cas échéant*.

Section 1

SYSTÈMES MOBILES DE 5ème

GÉNÉRATION/IMT-2020

(5G/IMT-2020)

Contenu de cette section

S1(1) : INTRODUCTION

1. /IMT-2020 : Nouveau haut débit en Afrique.

S1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

1. Qu'est-ce que la 5G/IMT-2020 ?
2. Exemples de cas d'utilisation potentiels de la 5G/IMT-2020 pertinents pour l'Afrique
3. Contributions économiques de la 5G/IMT-2020
4. Actions politiques/réglementaires pour soutenir la mise en œuvre de la 5G/IMT-2020
 - a. Politiques en faveur de l'adoption de la 5G/IMT-2020
 - b. Politique du spectre
 - c. Actions à l'échelle de l'Afrique
5. Approches de normalisation pour la 5G/IMT-2020
 - a. Normalisation de la 5G/IMT-2020- 3GPP
 - b. Normalisation de la 5G/IMT-2020 - UIT-R
6. Exemples d'incitations à l'octroi de licences pour le déploiement de la 5G/IMT-2020 dans le monde entier - Spectre des ondes millimétriques
7. Sécurité de la 5G/IMT-2020

S1 (3): RECOMMANDATIONS

S1 (4): ANNEXES

1. Annexe 1 - Examen du déploiement de la 5G/IMT-2020 à travers le monde
2. Annexe 2 - Considérations relatives à la largeur de bande pour l'IMT-2020

S1(1) : INTRODUCTION

La 5G/IMT-2020 représente plus qu'une simple étape supplémentaire dans l'évolution des technologies sans fil. Il s'agit de la convergence du sans-fil avec l'informatique et le cloud. La 5G/IMT-2020 est un nouveau paradigme qui permet à tous les objets d'être "intelligents", car tout est connecté. La 5G/IMT-2020 permettra des cas d'utilisation et des applications particulièrement pertinents pour les pays africains, tels que les communications, l'agriculture, les soins de santé, l'éducation, l'exploitation minière, la fabrication, la sécurité publique et la réponse aux catastrophes.

Il est déjà communément admis que la connectivité est un facteur clé de succès dans la nouvelle économie, de plus en plus numérique. La pandémie COVID-19 a encore démontré l'importance d'une connectivité robuste au XXI^e siècle. Pour permettre le déploiement de 5G/IMT-2020 en Afrique, il est essentiel de fournir suffisamment de spectre par opérateur pour la 5G/IMT-2020 dans les bandes basses, moyennes et hautes à un prix raisonnable. Des politiques de soutien, telles que celles qui facilitent l'obtention des autorisations de passage et réduisent les taxes afin de rendre le haut débit abordable, seront également nécessaires pour favoriser le déploiement de la 5G/IMT-2020.

La 5G/IMT-2020 comme nouveau vecteur du haut débit en Afrique

La nécessité d'une plus grande couverture du haut débit en Afrique est bien connue, tout comme celle d'un prix plus abordable. Les réseaux mobiles continueront à jouer un rôle essentiel dans la fourniture de la connectivité à large bande. L'utilisation du haut débit croît rapidement et continuera à le faire, comme en témoigne l'expérience de la pandémie COVID-19.

L'absence de haut débit abordable est préjudiciable aux particuliers (éducation, soins de santé), aux entreprises et au secteur public (sécurité).

Compte tenu du coût relativement élevé et du long délai de déploiement de la fibre optique jusqu'au bâtiment (FTTB), l'accès fixe sans fil (FWA) utilisant la 5G/IMT-2020 peut jouer un rôle important en Afrique comme dans d'autres parties du monde. Grâce à une forme de service d'accès sans fil fixe fourni à des équipements pour les locaux du consommateur CPE et appareils qui fournissent à leur tour une connectivité locale à d'autres appareils (généralement par Wi-Fi) et dongles, le FWA 5G/IMT-2020 peut être déployé rapidement et à un prix abordable pour aider à relever le défi de l'accessibilité du haut débit. Aujourd'hui, plus de la moitié des opérateurs disposant de réseaux LTE ou 5G commerciaux dans le monde¹ ont des offres de service pour le FWA utilisant le LTE ou le 5G. Pendant que les FWA actuels utilisant les réseaux 4G continuent de jouer un rôle important, ils sont limités par le spectre et la capacité. Avec les bonnes politiques et réglementations, la 5G/IMT-2020 a le potentiel d'accroître l'efficacité et l'accessibilité financière.

La 5G/IMT-2020 peut également contribuer à atténuer le risque d'élargissement de la fracture numérique entre les villes, dont les habitants ont de plus en plus accès à la fibre optique, et les zones rurales et reculées, où la connectivité est limitée (et qui, souvent, ne peuvent accéder à aucun haut

¹ 423 opérateurs dans 166 pays offrent des services FWA basés sur le LTE, 44 opérateurs ont annoncé des services FWA 5G. Source : ACCÈS FIXE SANS FIL État mondial actualisé en novembre 2020, GSA. <https://gsacom.com/paper/fwa-update-november-2020-global-status/>

débit mobile). Les pays africains peuvent tirer parti de la 5G/IMT-2020 pour réduire la fracture numérique et fournir des services à tous les citoyens, quelle que soit leur situation géographique, y compris dans les zones actuellement mal desservies ou non desservies.

Enfin, la 5G/IMT-2020 peut être exploitée comme un outil de compétitivité économique mondiale, d'industrialisation et d'intégration dans l'économie numérique mondiale.

S1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

Qu'est-ce que la 5G/IMT-2020 ?

La 5G/IMT-2020 apportera des améliorations substantielles aux réseaux haut débit sans fil, allant au-delà d'une version plus rapide de la 4G pour permettre un nouveau type de réseau, prenant en charge une grande diversité d'appareils avec une échelle, une vitesse et une complexité sans précédent. L'introduction de la 5G/IMT-2020 permettra non seulement de répondre aux demandes actuelles du marché, mais aussi de connecter de nouvelles industries et de nouveaux appareils, d'offrir de nouveaux services, d'ouvrir de nouveaux modèles commerciaux et d'atteindre de nouveaux niveaux de réduction des coûts et d'efficacité énergétique.

Le déploiement complet de la 5G/IMT-2020 peut alimenter des applications dans l'ensemble de l'économie et de la société

- dans nos foyers, nos communautés et nos entreprises, et à travers tous les secteurs industriels, comme les transports, la fabrication, l'agriculture et les soins de santé. L'augmentation de la vitesse des données et la réduction de la latence et des coûts des données devraient permettre l'intégration de la technologie sans fil intelligente dans de nouvelles industries et de nouveaux secteurs.

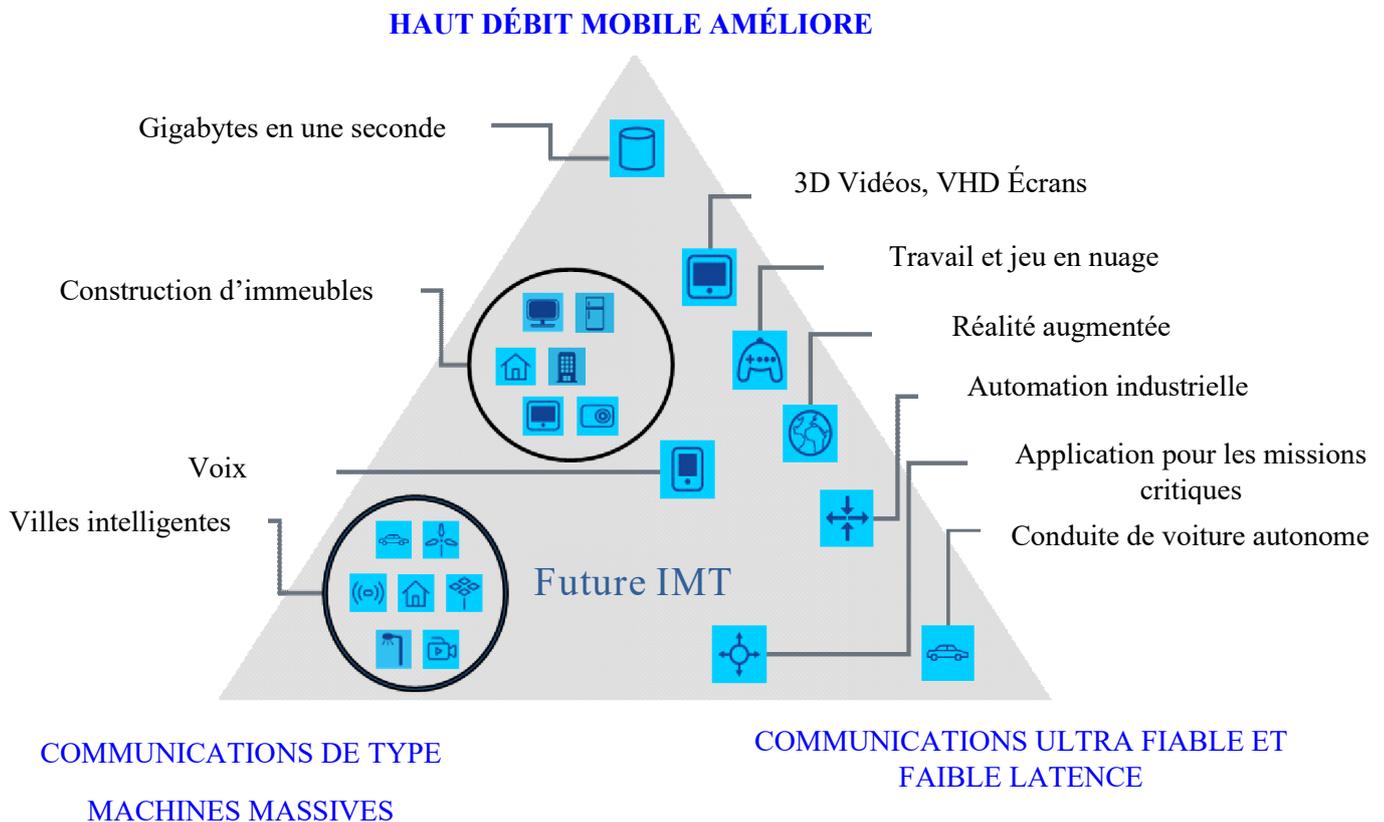
Il est prévu que les IMT pour 2020 et au-delà (IMT-2020) s'étendent et prennent en charge divers scénarios d'utilisation et applications qui se poursuivront au-delà des IMT actuelles. Ces différents scénarios d'utilisation et applications prévus pour les IMT pour 2020 et au-delà ont été définis par l'UIT² (voir la figure 1 ci-dessous) comme suit :

- Haut débit mobile amélioré (eMBB) : la 5G/IMT-2020 offrira un haut débit mobile avancé, apportant l'internet à très haut débit à la maison, au bureau et en déplacement. Elle permettra la mise en œuvre d'applications à forte intensité de données, telles que celles offrant des expériences immersives (réalité virtuelle, réalité augmentée, etc.).
- Communications massives de type machine (mMTC) : les réseaux 5G/IMT-2020 permettront l'échange rapide d'informations à grande échelle, en connectant des capteurs, des infrastructures, des objets à porter et d'autres dispositifs de l'internet des objets (IoT), ainsi qu'en se connectant à d'autres technologies en évolution, telles que le stockage et le traitement de

² Rec. UIT-R [M.2083](#) - Vision des IMT - Cadre et objectifs généraux du développement futur des IMT pour 2020 et au-delà

nuage, et l'intelligence artificielle. Les applications comprennent la maison intelligente, les villes intelligentes et les capteurs.

- Communications ultra-fiables à faible latence (URLLC) : les applications comprennent les communications de type mission critique (par exemple, conduite autonome, automatisation industrielle).



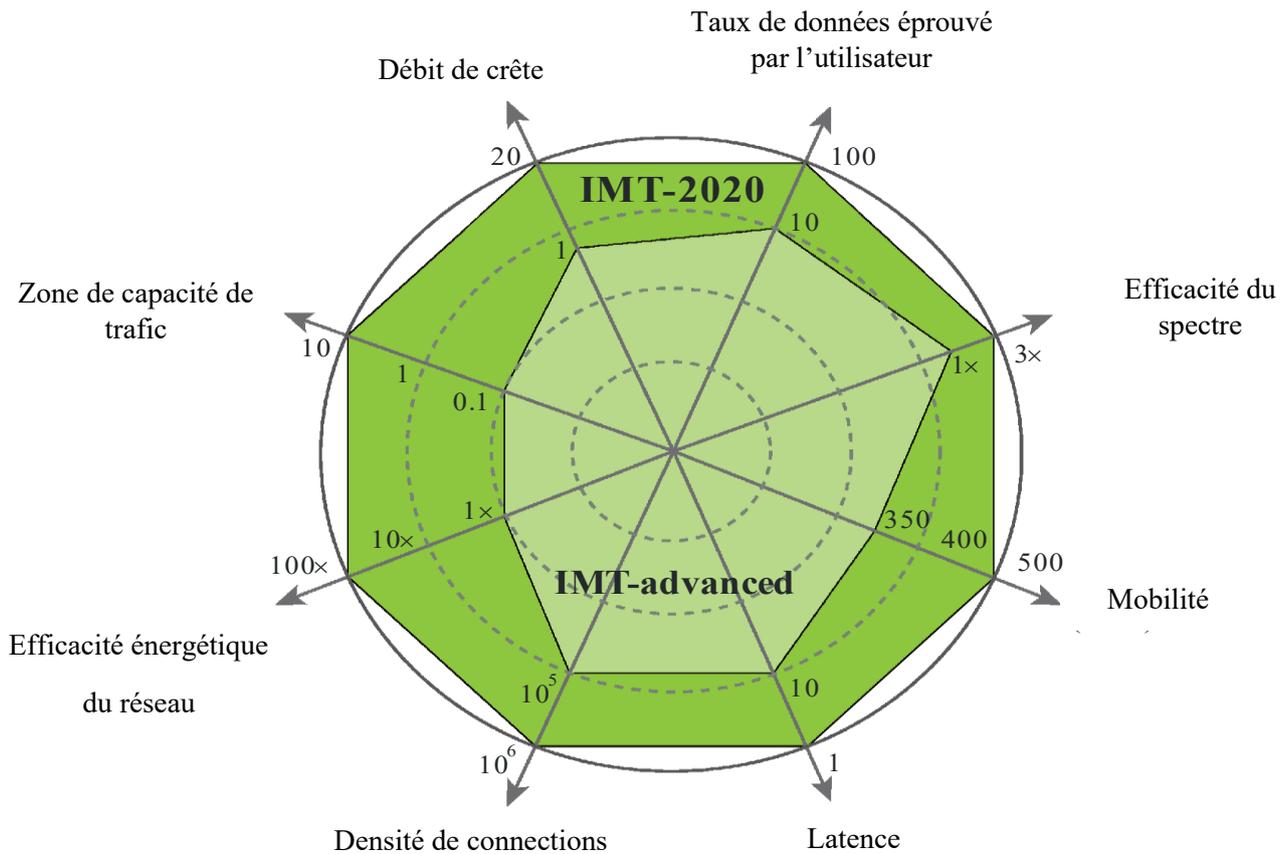
M.2083-02

Figure 1 : Scénarios d'utilisation des IMT pour 2020 et au-delà

Les capacités des technologies IMT-2020 sont améliorées et rétrocompatibles avec celles des IMT-avancées, comme l'indique la figure 2 ci-dessous. Ces capacités IMT-2020 comprennent notamment:

1. Le débit de données maximal pour le haut débit mobile amélioré peut atteindre 20 Gbps³, soit 20 fois plus que les débits de données de l'IMT-Avancée.
2. La capacité de trafic de la zone est 100 fois supérieure à celle de l'IMT-Avancée.
3. Une efficacité spectrale 3x plus efficace que l'IMT-Avancée pour le haut débit mobile amélioré.
4. Un délai de bout en bout inférieur à 1 milliseconde pour les applications à faible latence.

³ https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/asr_5000/21-17_6-11/RCR/21-17_6-11-Change-Reference/21-17_6-11-Change-Reference_chapter_0100.html#:~:text=5G%20NR%20offers%20download%20data,throughput%20up%20to%2010%20Gbps.



M.2083-03

Figure 2 : Amélioration des capacités clés de l'IMT-avancé à l'IMT-2020

2. Cas d'utilisation de la 5G/IMT-2020 en Afrique

La majorité de l'accès à l'internet en Afrique se fait par le biais du mobile⁴, contrairement à d'autres régions. L'une des raisons est que la pénétration et les vitesses du haut débit fixe sur le continent sont faibles⁵. Les réseaux 5G seront utilisés pour soutenir la croissance future du haut débit mobile et de l'accès sans fil fixe. Deux tendances laissent présager une augmentation du trafic haut débit mobile :

- Le coût par bit de la fourniture du haut débit mobile est en baisse^{6,7,8}

⁴ "Connecter l'Afrique grâce au haut débit", un rapport de la Commission du haut débit pour le développement durable, https://broadbandcommission.org/Documents/working-groups/DigitalMoonshotforAfrica_Report.pdf.

⁵ Selon le rapport d'Ovum intitulé : Abonnement au haut débit du consommateur et les Prévisions des revenus : 2017-22, moins de 8 % des ménages africains disposent d'un accès haut débit fixe, et la vitesse moyenne est inférieure à 10 77Mbps. ⁷

⁶ "Étude de cas des consommateurs industriels de la 5G", Ericsson, <https://www.ericsson.com/491c9e/assets/local/networks/documents/the-5g-consumer-business-case.pdf>.

⁷ "Manuel pour l'accélération de la 5G en Europe", Boston Consulting Group, https://image-src.bcg.com/Images/BCG-A-Playbook-for-Accelerating-5G-in-Europe-Sep-2018_tcm9-202394.pdf.

⁷ "Bâtir le Cas industriel de la 5G, Cisco, <https://blogs.cisco.com/sp/building-the-5g-business-case>.

- Les forfaits de données illimités (ou >100 Go) et les réseaux à haut débit se généralisent.⁹

Ces tendances suggèrent que le délestage Wi-Fi pourrait diminuer : avec la baisse du coût par bit dans les réseaux mobiles, l'intérêt commercial du délestage par l'opérateur devient moins attractif¹⁰. Deuxièmement, du point de vue du consommateur, les tracas liés à la connexion à des points d'accès Wi-Fi ne se justifient pas avec un forfait de données illimité et des réseaux 4G/5G. Au lieu du délestage Wi-Fi, on pourrait assister à une augmentation du "Wi-Fi en charge", où une connexion mobile est utilisée pour alimenter un point d'accès Wi-Fi¹¹. Ce mode de connectivité à l'internet est fréquent dans les pays africains.

Au-delà de l'amélioration et de l'accélération du haut débit mobile, les applications possibles qui peuvent être prises en charge par les augmentations de la vitesse de connexion, de la mobilité et de la capacité de la 5G/IMT-2020 sont vastes et peuvent avoir un impact sur tous les secteurs. En Afrique, il existe plusieurs cas d'utilisation et applications de la 5G/IMT-2020 qui présentent un potentiel particulier pour la région (tableau 1).

⁹ De nombreux opérateurs de toutes les régions ont lancé des offres commerciales de données illimitées/élevées. Parmi les exemples, citons Pelephone en Israël, Vodafone au Royaume-Uni, Vodacom en Afrique du Sud (voir les liens ci-dessous), O2 au Royaume-Uni, SK Telecom en Corée du Sud, Sprint et T-Mobile aux États-Unis, NTT DoCoMo au Japon, Swisscom en Suisse et bien d'autres <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/israel-awards-5g-contracts-pelephone-hot-mobile-and-partner-comms/>, <https://www.vodafone.co.uk/unlimited-data-plans/>, <https://www.vodacom.co.za/>

¹⁰ Les données mises à disposition par le ministère des sciences et des technologies de Corée du Sud montrent que le trafic transporté par les ORM coréens est passé de 130 000 To/mois à 640 000 To/mois depuis 2015. Cependant, la proportion de ce trafic que les opérateurs déchargent sur leurs réseaux Wi-Fi a diminué régulièrement au cours de la même période (de 6 % à 2 %). En termes absolus, le trafic déchargé a atteint un maximum en 2019 et a commencé à diminuer lentement alors que le trafic cellulaire est monté en flèche. Source des données : <https://www.msit.go.kr/bbs/list.do?sCode=user&mPid=74&mId=99>

¹¹ "L'opportunité des 6 GHz pour l'IMT", Coleago Consulting, <http://www.coleago.com/keynote-presentations-and-resources/>

Tableau 1 : Impacts de la 5G/IMT-2020 sélectionnés dans les secteurs verticaux en Afrique.

| Application | Cas d'utilisation | Exemples |
|----------------|--|--|
| Communications | <ul style="list-style-type: none"> ● Haut débit à domicile ● Haut débit au bureau | <ul style="list-style-type: none"> ● Amélioration de la connectivité à large bande grâce à des connexions à plus haut débit et à plus faible latence. ● Accès élargi à l'internet en raison de déploiements de réseaux nouveaux ou étendus |
| Agriculture | <ul style="list-style-type: none"> ● Réseaux de suivi stationnaires/quasi-stationnaires ● Robots collaborateurs | <ul style="list-style-type: none"> ● Les capteurs connectés peuvent être déployés rapidement dans les milieux agricoles, ce qui permet de mieux suivre les cultures, les animaux et les équipements. ● Le suivi pourrait également profiter à la gestion et à la protection de la faune ● L'intégration dans les processus agricoles peut accroître l'efficacité et réduire les coûts des industries à forte intensité de main-d'œuvre. |
| Soins de santé | <ul style="list-style-type: none"> ● Réunion virtuelle ● Haut débit à domicile ● Haut débit au bureau ● Manipulation d'objets à distance ● Portables intelligents | <ul style="list-style-type: none"> ● Accès à distance à des professionnels de la santé et à des soins spécialisés grâce à la vidéoconférence, au télédiagnostic et à la chirurgie à distance. ● Collecte et analyse des données des patients à partir de capteurs/moniteurs portables connectés. ● Une médecine personnalisée exploitant les données collectées par les "portables" et un meilleur accès aux prestataires. |
| Éducation | <ul style="list-style-type: none"> ● Haut débit à domicile ● Réunion virtuelle ● Réalité virtuelle ou augmentée ● Manipulation d'objets à distance | <ul style="list-style-type: none"> ● Un enseignement à distance amélioré et plus immersif grâce à la vidéoconférence et un meilleur accès aux riches ressources multimédia. ● Formation industrielle/professionnelle grâce à la vidéoconférence, à la réalité augmentée/virtuelle et à la rétroaction haptique. |

| | | |
|---|--|---|
| Fabrication, exploitation minière et construction | <ul style="list-style-type: none"> ● Robots collaborateurs ● Manipulation d'objets à distance ● Réunion virtuelle ● Réalité virtuelle ou augmentée ● Réseaux à très faible coût | <ul style="list-style-type: none"> ● Usines intelligentes, y compris le remplacement des connexions câblées, l'automatisation des cellules, la vision artificielle et l'amélioration de l'efficacité. ● Assistance en temps réel par vidéoconférence et réalité augmentée ● Télécommande d'équipements industriels |
| Sécurité publique et intervention en cas de catastrophe | <ul style="list-style-type: none"> ● Le haut débit pour les événements spéciaux ● Manipulation d'objets à distance | <ul style="list-style-type: none"> ● Communications améliorées, sécurisées et les missions cruciales ● Extension de la couverture dans les zones hors réseau grâce à de nouveaux modèles de connectivité d'appareils à appareils. ● Véhicules sans pilote pour le sauvetage et la reconnaissance |

3. Contributions économiques de la 5G/IMT-2020

Les technologies 5G/IMT-2020 ont le potentiel d'apporter des changements dans toute une série de secteurs et de contextes. En fonction de leur mise en œuvre, ces changements rendus possibles par la 5G/IMT-2020 peuvent entraîner des impacts qualitatifs et quantitatifs. Par exemple, au niveau qualitatif, l'essor de l'accès aux professionnels de la santé et aux données sur la santé pourrait entraîner une amélioration globale de la santé. L'élargissement de la disponibilité des ressources éducatives et de la formation professionnelle pourrait améliorer les caractéristiques de l'offre globale d'emploi. L'amélioration du cadre industriel pourrait accroître l'efficacité et la productivité, entraînant des changements dans les structures de coûts des produits sous-jacents utilisés dans l'ensemble de l'économie.

Sur le plan quantitatif, les études et les prévisions relatives à la 5G/IMT-2020 indiquent que les cas d'utilisation de la 5G/IMT-2020 se refléteront dans de multiples secteurs ou verticaux, ce qui démontre le large éventail d'impacts potentiels de la technologie et des services 5G/IMT-2020 sur les économies en Afrique et dans le monde¹².

Selon une étude réalisée par IHS Économie et IHS Technologie, d'ici 2035, un large éventail d'industries - du commerce de détail à l'éducation, du transport au divertissement, et tous les secteurs intermédiaires - pourraient produire jusqu'à 12 000 milliards de dollars de biens et de services rendus possibles par la 5G/IMT-2020.¹³

¹² Voir, par exemple, SNS Research (2017), "L'écosystème sans fil 5G : 2017 - 2030 : Technologies, Applications, Verticaux, Stratégies & Prévisions", http://www.snstelecom.com/5g_et_5G_Ameriques (2017), "Services 5G & Cas d'utilisation", http://www.5gamericas.org/files/9615/1217/2471/5G_Service_and_Use_Cases_FINAL.pdf.

¹³ IHS Économies et Technologie IHS, "L'Économie 5G : comment la technologie 5G contribuera à l'Économie mondiale " (janvier 2017), <https://www.qualcomm.com/documents/ihs-5g-economic-impact-study>.

Une étude de 2018 publiée par GSMA et Télécommunications Management Group (TMG) a examiné l'impact économique du déploiement du spectre des ondes millimétriques pour la 5G/IMT-2020, et a constaté que la 5G/IMT-2020 devrait générer 2 200 milliards de dollars de PIB d'ici 2034, le spectre des ondes millimétriques contribuant à hauteur de 565 milliards de dollars, soit environ un quart de ce total.¹⁴

L'étude a en outre examiné l'impact du spectre des ondes millimétriques sur diverses régions, notamment le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord ainsi que l'Afrique subsaharienne. Les résultats de l'étude indiquent que le spectre des ondes millimétriques utilisé pour les services 5G/IMT-2020 permettrait une croissance du PIB de 15,4 milliards USD dans la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord, et de 5,2 milliards USD en Afrique subsaharienne, soit une croissance du PIB de 1,1 % dans la première région et de 0,7 % dans la seconde, comme l'indique la figure 3.

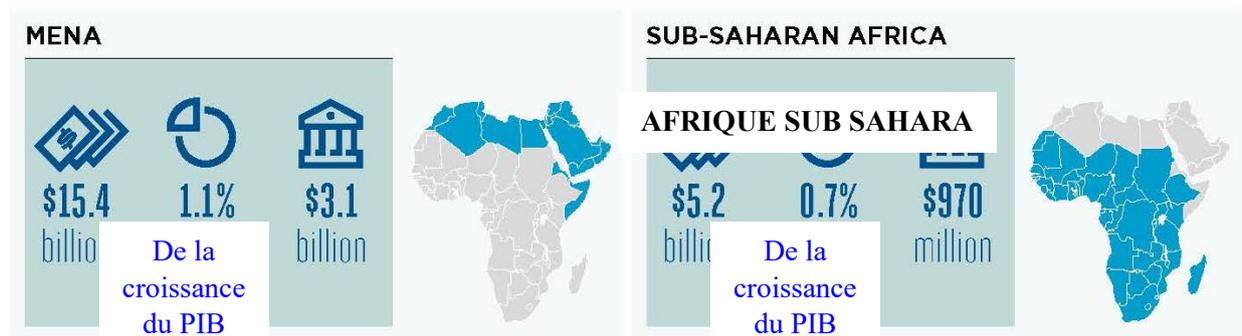


Figure 3 : Impact économique de la 5G/IMT-2020 basée sur les ondes millimétriques en Afrique.¹⁵

Une étude réalisée par la GSMA en 2021 examine les avantages de l'utilisation de la gamme des 3,3-4,2 GHz pour la 5G. Pour l'Afrique subsaharienne, elle conclut qu'une attribution de 500 MHz apporterait des avantages économiques de 3 milliards de dollars sur 15 ans, par rapport à une base de référence consistant à utiliser seulement 200 MHz pour la 5G.¹⁶

Ces estimations tenaient compte de l'impact potentiel de la 5G/IMT-2020 avant la pandémie mondiale qui a frappé l'économie mondiale cette année. Par conséquent, les projections devront peut-être être légèrement révisées pour tenir compte du ralentissement de l'économie dû à la COVID-19. Dans le même temps, la crise a accru la demande de connectivité haut débit de qualité à domicile, soulignant les grandes opportunités qu'offrirait la 5G FWA. Heureusement, l'Afrique en tant que région a connu des baisses moins marquées de la croissance du PIB par rapport à d'autres régions¹⁷ et l'impact économique potentiel de la 5G/IMT-2020 reste important et s'accumulera à mesure que les pays déploieront des réseaux.

¹⁴ GSMA/TMG, " Étude sur les avantages socio-économiques des services 5G fournis dans les bandes d'ondes millimétriques ", (décembre 2018), <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/06/mmWave-5G-benefits.pdf>.

¹⁵ Source : GSMA/TMG, " Étude sur les avantages socio-économiques des services 5G/IMT-2020 fournis dans les bandes d'ondes millimétriques ", (décembre 2018), <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/06/mmWave-5G/IMT2020-benefits.pdf>.

¹⁶ <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2021/03/3.5-GHz-for-5G-Economic-Benefits.pdf>

¹⁷ FMI, Croissance du PIB réel : variation annuelle en pourcentage (2020), https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD.

4. Actions politiques/réglementaires pour soutenir la mise en œuvre de la 5G/-IMT-2020

Pour que la 5G/IMT-2020 et ses cas d'utilisation s'épanouissent en Afrique, il est important que les gouvernements prennent des mesures pour examiner et réviser les lois et réglementations qui pourraient entraver le déploiement et le développement de la 5G/IMT-2020, tout en assurant la compatibilité avec les services existants. Cela devrait inclure l'examen et la mise à jour des stratégies existantes en matière de haut débit et d'économie numérique, ainsi que la modernisation des réglementations existantes pour intégrer les besoins de la 5G/IMT-2020. Bien que les circonstances au sein de chaque État membre puissent différer, il est bénéfique de développer un cadre de réglementations et de lignes directrices à examiner au niveau approprié afin d'identifier les obstacles potentiels à un déploiement réussi de la 5G/IMT-2020.

Cette section contient des recommandations dans trois grands domaines :

- Politiques visant à soutenir l'adoption de la 5G/IMT-2020.
- Politiques spécifiques en matière de spectre.
- Actions au niveau régional et africain.

4.1 Politiques en faveur de l'adoption de la 5G / IMT-2020

1) Examen de la réglementation

Il est recommandé d'examiner et de moderniser les réglementations existantes pour les adapter aux nouveaux développements technologiques (c'est-à-dire 5G/IMT-2020), y compris l'élimination des réglementations **qui ont survécu à leur objectif initial, ou qui créent des fardeaux ayant un impact négatif sur le déploiement et l'adoption.**

2) Soutien aux infrastructures

Les administrations doivent soutenir le déploiement des infrastructures qui faciliteront la 5G/IMT-2020, telles que la fibre optique, le satellite, les centres de données et l'informatique de périphérie. En particulier, le déploiement de la 5G peut être considérablement accéléré et rendu moins coûteux par le déploiement d'une infrastructure majeure de fibre optique. De nombreux pays ont identifié que les coûts des travaux publics entraînent directement un retard de déploiement et que la mutualisation de l'infrastructure physique (gaines, tranchées et fibre noire, poteaux, bâtiments publics) peut considérablement accélérer le déploiement de la 5G.

Par exemple, le raccordement des bâtiments publics à la fibre optique - y compris la fibre noire mise à la disposition des MNO - et la possibilité pour les MNO d'installer des stations de base 5G dans les bâtiments publics accéléreraient considérablement le déploiement de la 5G.

3) Autorisation de nouveaux sites

Les réseaux 5G/-IMT-2020 et l'utilisation du spectre des ondes millimétriques nécessiteront des déploiements de réseaux plus denses, augmentant potentiellement le nombre de stations de base et de tours. Il est crucial pour les régulateurs de développer des processus d'approbation rationalisés pour soutenir le déploiement de la 5G/IMT-2020 et éviter les lourds retards dus aux procédures

réglementaires. Cela pourrait impliquer d'améliorer la coordination entre les gouvernements nationaux, régionaux et locaux, de rationaliser les processus entre les différents niveaux gouvernementaux, de développer une base de données publique des sites de stations disponibles, ou de publier des informations détaillées concernant les processus d'approbation et les instructions pour obtenir une autorisation.

4) Gestion du trafic réseau

Les réseaux 5G/IMT-2020 permettront d'accorder la priorité à différents types de trafic en fonction des besoins des utilisateurs et des cas d'utilisation. Il sera donc important pour les régulateurs de revoir les obligations de "neutralité du réseau" afin de s'assurer que les opérateurs de réseaux mobiles sont en mesure de tirer parti des avantages technologiques de la 5G/IMT-2020.

5) Vie privée

Afin de tirer parti de l'amélioration de la connectivité due aux réseaux et aux appareils 5G/IMT-2020, notamment l'apprentissage à distance, les systèmes de transport intelligents et les appareils de soins de santé intelligents, il convient de revoir les exigences en matière de protection de la vie privée à l'échelle de l'économie et du secteur afin de s'assurer que les cadres juridiques et réglementaires trouvent un équilibre entre la possibilité de partager des informations à partir de nouvelles catégories d'appareils ou d'appareils nouvellement connectés et la protection des données sensibles des particuliers et des entreprises.

6) Rôle des institutions publiques

Il est recommandé d'utiliser la 5G/IMT-2020 pour connecter les institutions publiques. Cette orientation permettra de créer des synergies et de donner un coup de fouet à la 5G/IMT-2020 en fournissant des clients initiaux clés aux opérateurs. Par exemple, la connexion des écoles, des postes de police et des cliniques peut catalyser le déploiement de la 5G/IMT-2020 et contribuer à accélérer l'adoption de cette technologie.

7) Haut débit fixe

Les administrations devraient encourager et faciliter le déploiement de la 5G/IMT-2020 pour l'accès fixe sans fil, qui peut augmenter considérablement la pénétration du haut débit, y compris dans les zones rurales. L'accès fixe sans fil 5G repose sur un dispositif utilisant une liaison 5G et une antenne à haut gain pour connecter la maison à une station de base 5G et y distribue cette connectivité par le biais du WiFi. Cette configuration permet une plus grande portée du haut débit dans les zones rurales et une meilleure efficacité spectrale pour les zones urbaines et suburbaines.

8) Politique des consommateurs

Il convient d'envisager de soutenir l'accès des consommateurs aux services à large bande - en accordant des subventions, des rabais ou des réductions d'impôts pour les CPE aux familles à faibles revenus et aux entreprises et PME afin de les aider à tirer pleinement parti des capacités de la 5G/IMT-2020.

9) Désinformation

Les administrations devraient fournir aux consommateurs des communications claires, crédibles et faisant autorité sur les aspects de sécurité de la 5G/IMT-2020 afin de remédier à la désinformation.

10) Obligations en matière de licence

L'Afrique est un vaste continent, avec des variations importantes dans l'utilisation régionale des services de communication entre les pays. Lors de l'octroi de licences pour des services, les Administrations devraient envisager d'imposer des obligations de couverture aux titulaires de licences, conformément aux objectifs d'accès universel, afin de garantir que les services 5G/IMT-2020 sont fournis dans les zones rurales et pas seulement dans les zones urbaines rentables.

L'administration devrait également envisager de fournir des incitations sous forme de ressources appropriées aux licences afin de faciliter le déploiement dans les zones rurales.

4.2 Politique du spectre

1) Licences du spectre

Les licences doivent être neutres sur le plan technologique, de sorte qu'il soit facile et gratuit pour les titulaires de licences de réaffecter le spectre, si approprié.

- Lors de l'attribution des licences du spectre, les régulateurs doivent délivrer des licences technologiquement neutres qui peuvent s'adapter à l'évolution des circonstances du marché pendant la durée de la licence. Les licences technologiquement neutres permettent aux opérateurs de mettre à niveau leurs réseaux et de déployer les dernières technologies sur les licences existantes, et de bénéficier ainsi d'une efficacité spectrale accrue. Dans le réseau 5G/IMT-2020, l'octroi de licences technologiquement neutres permet aux opérateurs d'exploiter les fréquences mobiles IMT existantes et de les compléter par des bandes de fréquences supplémentaires appropriées.
- Les régulateurs devraient viser la délivrance de licences pour la 5G/IMT-2020 sur une base nationale afin de soutenir le déploiement de réseaux à l'échelle nationale. Rendre le spectre disponible uniquement sur une base régionale compliquerait le processus d'obtention du spectre pour un opérateur national, ce qui pourrait rendre l'investissement dans un réseau national moins attractif. Dans les bandes plus élevées, on pourrait envisager d'octroyer des licences d'exploitation du spectre à des entreprises verticales sur la base de licences locales.
- Permettre l'échange et/ou le partage de spectre dans les conditions de la licence y introduit de la flexibilité et de l'efficacité, et peut aider à équilibrer la demande et l'offre de spectre en permettant aux opérateurs de louer, partager ou de proposer le spectre inexploité à une autre partie qui l'exploitera plus efficacement, ce qui est particulièrement important pour les licences de longues durées.

2) Bandes prioritaires pour le déploiement rapide des IMT-2020

Le lancement réussi des systèmes MFCN NR 5G dans un pays ou une région nécessitera la disponibilité en temps utile d'un spectre suffisant, dans des bandes de fréquences appropriées, pour la prise en charge de la couverture, de la capacité et de la vitesse ciblées du réseau.

De nombreuses Administrations dans le monde se concentrent actuellement sur l'attribution de licences dans la bande 3,5 GHz (3,3/3,4 - 3,6 GHz) et dans la bande 26 GHz (24,25 - 27,5 GHz) pour le déploiement précoce de la 5G/IMT-2020, comme le montrent les exemples fournis à l'annexe 1.

En conséquence, les Administrations sont encouragées à rendre ces deux bandes, la bande **3.3/3.4 - 3.6 GHz** et la bande **24.25 - 27.5 GHz**, disponibles pour le déploiement rapide de la 5G/IMT-2020.

3) Dimensions des canaux

a) 3300 - 3600 MHz

La bande 3300 - 3600 MHz (partie de la bande dite C) s'impose de plus en plus comme la principale bande de fréquences pour les premiers déploiements de la 5G dans le monde, offrant un équilibre optimal entre couverture et capacité pour une mise en œuvre rentable du réseau.

L'industrie de la téléphonie mobile, les régulateurs et les décideurs politiques¹⁸ s'accordent largement sur l'importance d'attribuer de grands blocs contigus de spectre, de préférence de 80 à 100 MHz par réseau 5G, afin de faciliter la fourniture de services abordables, à haut débit, basés sur la 5G NR.

Bien que l'assignation d'un spectre non contigu puisse être prise en compte les Administrations¹⁹ à la lumière des possibilités pour les opérateurs de recourir à l'agrégation de canaux (CA), l'**annexe 2** fournit des raisons et des preuves irréfutables, notamment un coût plus faible de déploiement du réseau, en faveur de l'assignation d'un spectre contigu.

En conséquence, bien que les administrations puissent assigner des largeurs de bande plus petites à leurs opérateurs respectifs en fonction de leur situation particulière, les administrations qui souhaitent mettre en œuvre l'IMT-2020 dans la bande 3,3/3,4 - 3,6 GHz sont encouragées à assigner de grands blocs de spectre contigus, de préférence des largeurs de bande de 80 à 100 MHz, à leurs opérateurs 5G respectifs.

b) 24.25 - 27.5 GHz

Le spectre dans les bandes d'ondes millimétriques est crucial pour les réseaux 5G pour la prise en charge de la très haute capacité et la fourniture de débits de données extrêmement élevés requis par certaines applications eMBB 5G.

¹⁸ Voir la décision [2019/235](#) de la Commission européenne, le [rapport 287 de l'ECC](#), le livre blanc de la GSMA "[3 GHz à l'ère de la 5G](#)", le livre blanc de la GSA "[3300-4200 MHz : une bande clé pour la 5G](#)" et la [feuille de route IMT](#) finale [2019](#) (République d'Afrique du Sud).

¹⁹ Rapport [UIT-R M.2410](#)

Il est admis qu'une largeur de bande contiguë d'environ 1 GHz par réseau MNO sera nécessaire pour permettre la réalisation de certains indicateurs de performance clés de l'IMT-2020, tels que le débit de pointe et la densité de zone.

4) Plafonds de spectre

En conséquence, bien que les administrations puissent attribuer des largeurs de bande plus petites à leurs opérateurs respectifs en fonction de leur situation particulière, les administrations qui souhaitent mettre en œuvre l'IMT-2020 dans la bande 24,25 - 27,5 GHz sont encouragées à attribuer de grands blocs de spectre contigus, de préférence une largeur de bande de 800 à 1 000 MHz, à leurs opérateurs 5G respectifs.

Les seuils d'acquisition du spectre doivent être réexaminés afin de s'assurer qu'ils n'empêchent pas les titulaires potentiels de licences d'accéder aux quantités de spectre qui permettront le déploiement de réseaux 5G/IMT-2020 robustes. Par exemple, les limites globales de détention de spectre qui ont été conçues pour les réseaux 3G ou 4G peuvent empêcher les opérateurs d'obtenir les grands blocs de spectre d'ondes millimétriques qui permettent les vitesses élevées et les faibles latences du haut débit mobile amélioré.

5) Tarification du spectre

Les Administrations devraient envisager la tarification du spectre pour la 5G/IMT-2020 à un niveau qui n'entrave pas les investissements dans les réseaux et n'entraîne pas de prix élevés pour les consommateurs. Les mesures spécifiques pourraient inclure:

1. Permettre une période initiale sans frais de spectre pour permettre au titulaire de licence de se concentrer sur l'investissement dans le déploiement.
2. Étalement du paiement des droits applicables sur la durée de vie de la licence du spectre.

Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de mécanismes innovants d'octroi de licences et de tarification dans des pays du monde entier.

Tableau 2 : Exemples d'incitations à l'octroi de licences pour le déploiement de la 5G/IMT-2020 dans le monde entier

| | |
|-----------|--|
| Thaïlande | <ul style="list-style-type: none"> ● Utilisation des recettes provenant du spectre pour subventionner les entreprises de télécommunications afin qu'elles fournissent gratuitement des données à large bande aux citoyens. ● Le coût du spectre 5G/IMT-2020 par MHz était de 10 % du coût du spectre 4G, ce qui garantit l'accessibilité financière pour les opérateurs. ● Le spectre de 2,6 GHz est payé par tranches pendant 10 ans, aucun paiement n'étant nécessaire de la deuxième à la quatrième année (10 % la première année, puis 15 % par an de la 5^{ème} – 10^{ème} année). ● La Thaïlande a également fixé des obligations, à savoir la couverture géographique de 50 % de la zone CEE (Corridor économique de l'est) en un an et la couverture géographique de 50 % de six grandes villes en quatre ans. |
|-----------|--|

| | |
|------------------------|--|
| Chine | <ul style="list-style-type: none"> ● Le spectre n'encourt pas de frais pour les 3 premières années, puis réduction : 25%, 50% 75% pour la 4-6^{ème} année. ● China Mobile a reçu 160 MHz dans la bande 2,6 GHz et 100 MHz dans la bande 4,9 GHz ; China Telecom et China Unicom ont reçu chacun 100 MHz dans la bande 3,5 GHz. China Broadcasting Network a reçu environ 100 MHz dans la gamme des 700 MHz. |
| Autriche | <ul style="list-style-type: none"> ● L'Autriche a accordé aux opérateurs des subventions pour les sites 5G/IMT-2020 à hauteur de 27 000 € par site. |
| Japon | <ul style="list-style-type: none"> ● 15 % des investissements 5G/IMT-2020 sont exonérés de l'impôt sur les sociétés dans un délai de 2 ans ; les opérateurs ont des objectifs de couverture de la population par la 5G/IMT-2020 allant de 56 % à 90 %. |
| EAU et Arabie Saoudite | <ul style="list-style-type: none"> ● Les deux pays retardent d'un an le paiement du spectre pour permettre un investissement initial. ● Les EAU ont fourni à deux opérateurs un bloc de 100 MHz chacun de spectre dans la bande des 3,6 GHz et vont étendre ce bloc à plus de 200 MHz chacun. |
| Allemagne | <ul style="list-style-type: none"> ● Assignation des obligations 5G/IMT-2020 en matière de couverture et de vitesses pour le nombre et la population. ● Obligation de licence afin que, d'ici 2022, au moins 98 % des ménages par État disposent de 100 Mbps+, et ● Couverture de 18 000 km d'autoroutes avec 100 Mbps+ et 10 ms- d'ici 2022. |
| France | <ul style="list-style-type: none"> ● En 2018, lancement d'un programme de financement ("Cohésion numérique des territoires") pour aider à identifier les zones mal desservies < Bps. ● Les zones FBB doivent bénéficier de services haut débit sans fil d'ici 2020 : un budget de 100 millions d'euros est consacré à l'octroi de subventions CPE de 150 euros par ménage. |
| Malaisie | <ul style="list-style-type: none"> ● L'initiative de subvention des appareils intelligents a été introduite pour la première fois en 2014 en offrant un modèle sélectionné de smartphones aux utilisateurs du groupe B40 dans les zones rurales. Grâce à cette initiative, les utilisateurs éligibles recevront une subvention de 250 RM, y compris un abonnement Internet gratuit d'un an pour l'achat des smartphones sélectionnés. Cette subvention est offerte par les principaux fournisseurs de services, à savoir Celcom, Maxis, DiGi et U Mobile. |
| Royaume-Uni (RU) | <ul style="list-style-type: none"> ● Fournit des bons d'achat de 1 500 livres Sterling pour les foyers et de 3 300 livres Sterling pour les entreprises dans les zones rurales afin de les aider à obtenir le haut débit. |

6) Obligations de licence

Les obligations en matière de spectre pourraient être envisagées pour atténuer la fracture numérique et connecter les réseaux stratégiques, tout en créant un équilibre en veillant à ce que les obligations ne soient pas onéreuses au point de compromettre les investissements dans les réseaux et de contribuer à l'augmentation des prix à la consommation. Les Administrations

devraient mettre en place des politiques de soutien au partage des infrastructures entre les secteurs public et privé, notamment les entreprises de services publics.

Le gouvernement pourrait envisager des obligations de licence en lieu et place des redevances sur le spectre ; apporter un soutien financier pour connecter les institutions publiques, ce qui contribuerait à créer un modèle économique/incitatif fort pour que les opérateurs construisent le réseau 5G/IMT-2020, qui pourra ensuite être utilisé pour desservir également les ménages et les entreprises locales.

La nécessité de réduire les obstacles politiques et réglementaires, de créer des environnements propices aux investissements et d'examiner de nouvelles sources de financement et des modèles de déploiement partagé ne sont que quelques-unes des options qui peuvent avoir un impact durable.

Dans l'ensemble, les régulateurs devraient tirer pleinement parti du dialogue avec les utilisateurs du spectre concernés pour parvenir aux obligations les plus pratiques.

7) Partage, échange et mise en commun du spectre, et accès partagé sous licence (LSA)

Le spectre sous licence doit rester la principale approche de gestion du spectre pour la 5G. Le partage, l'échange et la mise en commun du spectre peuvent jouer un rôle complémentaire. Par conséquent, bien que le spectre pour les IMT soit souvent attribué par le biais de licences individuelles, les régulateurs doivent également envisager de créer le cadre réglementaire nécessaire pour faciliter le partage du spectre et les marchés secondaires du spectre. Les accords d'accès partagé permettent généralement à un nombre limité d'utilisateurs sous licence d'accéder au spectre, sous certaines conditions.

Le partage du spectre permet un déploiement plus local pour des services 5G différenciés (par exemple, la prise en charge de la latence ultra-faible peut être activée pour un réseau local qui n'a pas à se synchroniser avec un cadre national). Le partage du spectre est souvent utilisé lorsque le spectre ne peut pas être libéré partout ou est sous-exploité dans un certain délai, ou si l'utilisation du spectre doit être coordonnée pour atténuer les interférences, et/ou pour faciliter l'atténuation des fossés en matière de couverture.

En outre, certains régulateurs ont délivré des licences partagées pour prendre en charge des réseaux 5G/IMT-2020 locaux/privés, en gérant les interférences par une séparation géographique ou d'autres techniques d'atténuation. La couverture limitée nécessaire aux réseaux privés est bien adaptée à un format d'utilisation partagée dans les bandes d'ondes millimétriques, par exemple, où les interférences peuvent être largement évitées et gérées par le ou les titulaires de licence.

8) Spectre exempt de licence

Le spectre exempt de licence ne nécessite pas de licence et permet une utilisation selon des paramètres techniques d'exploitation définis. Cette approche est idéale pour l'accès local, ou les dispositifs de faible puissance ou de courte portée, où le risque d'interférence est faible. Les approches d'accès partagé dans les bandes de fréquences sans licence peuvent encourager une utilisation efficace du spectre. Elles visent en outre à promouvoir l'innovation et le

développement de nouvelles technologies de suivi de l'exploitation du spectre pour identifier les bandes de fréquences sous-exploitées au niveau régional ou national pour le processus de relocalisation.

4.3 Actions à l'échelle de l'Afrique

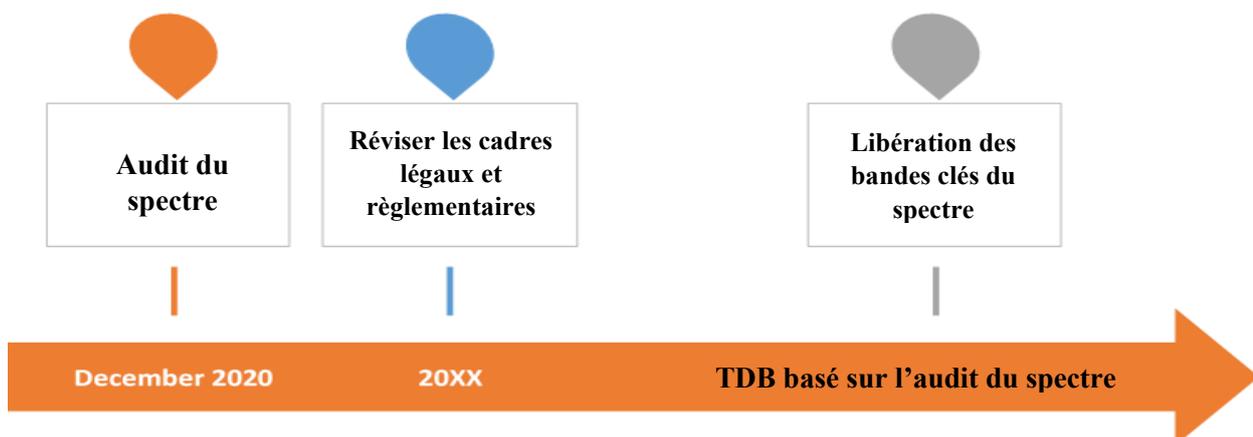
1) Coordination régionale de la 5G/IMT-2020

La coordination et l'harmonisation régionales des cas d'exploitation et des applications 5G/IMT-2020 dans la région africaine contribueront à créer un environnement propice au déploiement et à l'adoption de la technologie 5G/IMT-2020. Les discussions et l'accord sur les questions clés, les meilleures pratiques et les étapes intermédiaires doivent avoir lieu dans un cadre organisationnel établi qui se prête à une coopération multipartite. L'Union africaine des télécommunications (UAT), en étroite consultation avec la Commission de l'Union africaine (CUA), est un véhicule approprié pour ces discussions.

Il est recommandé que les États membres de l'UA conviennent d'un plan et d'objectifs globaux en matière de 5G, les discussions, la compilation et le développement des meilleures pratiques devant être menés sous les auspices de l'UAT/CUA. Les éléments de ce plan pourraient être les suivants :

- a. des consultations afin d'identifier les obstacles potentiels au déploiement réussi de la 5G.
- b. un calendrier coordonné pour indiquer les grandes lignes d'un plan 5G commun, ainsi qu'un calendrier pour sa mise en œuvre.

Alors que les pays verront finalement les déploiements de la 5G selon des calendriers différents, l'adoption d'un plan coordonné pour la libération du spectre pour la 5G signalera un engagement envers le développement de la 5G et fera avancer le processus d'harmonisation du spectre.



2) Interférences transfrontalières

Pour profiter des avantages potentiels de la 5G/IMT-2020 à grande échelle et pour réduire les interférences transfrontalières, les pays doivent se coordonner avec leurs voisins en ce qui concerne les attributions de fréquences 5G/IMT-2020 et, le cas échéant, les structures de trame de synchronisation TDD.

3) Soutien aux normes techniques communes

L'adoption généralisée de normes techniques communes pour les infrastructures et les dispositifs de réseau est l'un des principaux moteurs des économies d'échelle et de l'interopérabilité. Pour que l'Afrique tire le plus grand profit possible de la 5G/IMT-2020, il sera essentiel de veiller à ce que les déploiements de réseaux soient conformes aux normes acceptées au niveau mondial. En revanche, l'adoption d'exigences techniques uniques pour les réseaux mobiles risque de limiter la disponibilité de l'infrastructure de réseau et des appareils des utilisateurs, et de rendre plus coûteux le petit nombre d'équipements disponibles.

3.1) Approches de normalisation 5G/IMT-2020

3.1.1) Normalisation 5G/IMT-2020 - 3GPP

En juin 2018, le 3GPP RAN a achevé la 1^{ère} version de toutes les spécifications 3GPP 5G Nouveau Radio (NR) pour les scénarios de déploiement clés, Non-Autonomes (NSA) et Autonomes (SA), pour les cas d'utilisation du haut débit mobile (MBB) et des communications ultra fiables à faible latence (URLLC). Le calendrier ajusté du 3GPP RAN pour la deuxième vague de spécifications 5G NR est présenté dans la figure 3 ci-dessous. La norme pour la libération 3GPP-15 5G NR, achevée en juin 2018, porte principalement sur les services mobiles haut débit améliorés (eMBB). Des déploiements commerciaux sont déjà disponibles à partir de 2019. La norme de libération 3GPP-16 5G NR, achevée au début du mois de juillet 2020, intègre des fonctionnalités prenant en charge l'Internet des objets (IdO).

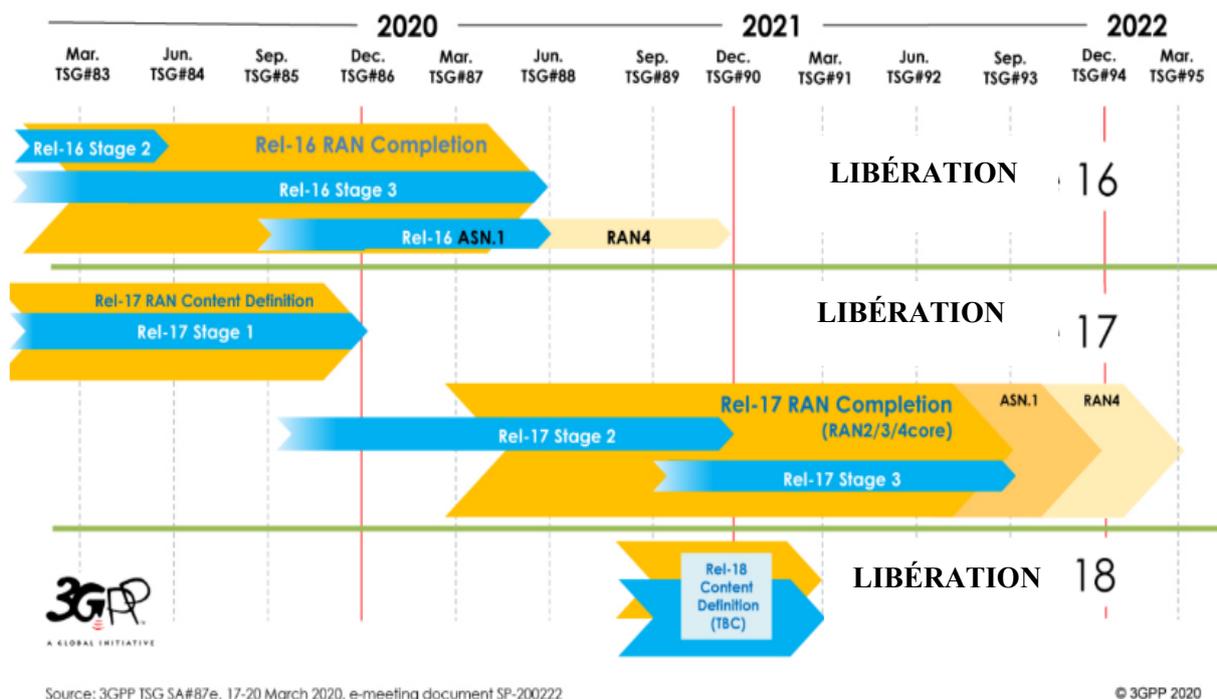


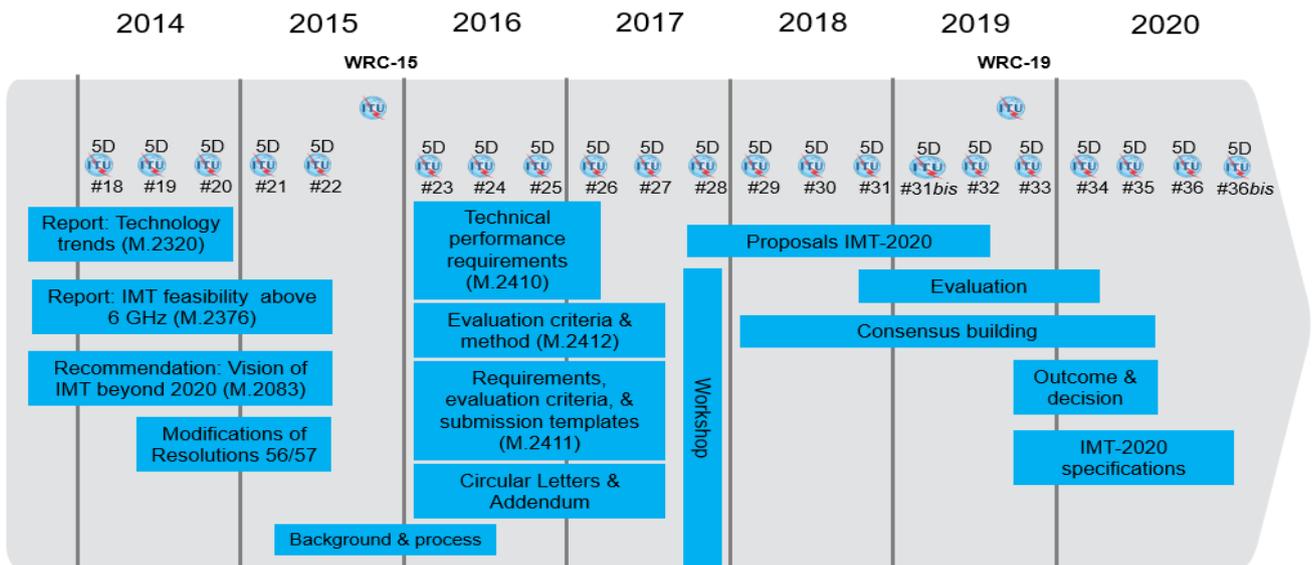
Figure 4: Calendrier global ajusté pour la 2^{ème} vague de spécifications 5G NR

- 3GPP libération 15 (NSA & SA) terminée (2017 - 2019) : axée sur l'eMBB et l'URLLC.
- 3GPP libération 16 (2018 - 2020) : améliorations, URLLC+ & IoT+, V2X, etc..²⁰

3.1.2) Normalisation IMT-2020 - UIT-R

Le processus et les activités identifiés pour l'élaboration des recommandations relatives à l'interface radioélectrique des composantes terrestres de l'IMT-2020 sont décrits dans le Doc. IMT 2020/2(Rev2)

- Soumission, processus d'évaluation et recherche de consensus pour les IMT-2020²¹. Le calendrier et le processus détaillés pour l'élaboration des IMT-2020 au sein de l'UIT-R²² sont présentés dans la figure 4 ci-dessous.



Note : la réunion #36bis est une réunion technologique focalisée destinée à la finalisation de l'étape 8 du processus de l'IMT 2020 et complétant le projet de la nouvelle recommandation de IUT-R (IMT-20.20-SPECS)

Figure 5 : Calendrier et processus détaillés pour les IMT-2020 à l'UIT-R

4) Bandes cibles pour la 5G/IMT-2020

Le spectre à faible bande au-dessous de 1 GHz, le spectre à moyenne bande de 1 à 6 GHz et le spectre à haute bande au-dessus de 24 GHz (voir le tableau 2) sont nécessaires au déploiement réussi de la 5G/IMT-2020.

Les caractéristiques du spectre à bande basse, moyenne et haute diffèrent, les bandes basses offrant de plus grandes distances de propagation et une meilleure pénétration dans les bâtiments avec moins de sites nécessaires, tandis que les bandes moyennes et hautes offrent des largeurs de bande plus importantes et une plus grande capacité sur de plus courtes distances grâce à l'utilisation d'un réseau cellulaire plus dense. Ainsi, les différentes bandes de fréquences qui devraient être utilisées

²⁰ <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases>

²¹ <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/submission-eval.aspx>

²² <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx>

pour les premiers services 5G/IMT-2020, notamment les bandes 3,4-3,6 GHz et 26 GHz, sont toutes bien adaptées à la fourniture de services particuliers.

Tableau 3 : Exemples de bandes de fréquences

| Gamme de fréquences | Exemples de bandes de fréquences | Utilisation prévue |
|---------------------|---|---|
| Bande basse | 700 MHz | Applications à plus longue portée, notamment le haut débit mobile et l'IdO massif. |
| Bande moyenne | 1,5 GHz, 2,3 GHz, 3,3-3,4 GHz 3,4-3,6 GHz, 4,8-4,99 GHz | Des largeurs de bande plus importantes permettant d'améliorer les communications mobiles à large bande et les communications critiques. |
| Bande haute | 24,25-27,5 GHz, GHz, 37-43,5 GHz, 45,5-47 GHz, 47,2-48,2 GHz, 66-71 GHz | Des largeurs de bande extrêmes pour des débits très élevés |

Il est à noter que toutes les bandes existantes identifiées pour les IMT, notamment les 800, 900, 1800 MHz, 2,1 GHz, 2,3 GHz et 2,6 GHz, pourraient être réaménagées pour le déploiement de la 5G/IMT-2020.

5) Sécurité du réseau 5G/IMT 2020

La Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) a publié les dernières lignes directrices sur les champs électromagnétiques de radiofréquences²³ en mars 2020. Les lignes directrices sur la limitation de l'exposition aux champs électromagnétiques visent à protéger les humains exposés aux champs électromagnétiques de radiofréquence (RF) dans la gamme de 100 kHz à 300 GHz. Les lignes directrices couvrent de nombreuses applications telles que les technologies 5G, le WiFi, le Bluetooth, les téléphones mobiles et les stations de base.

Les expositions à la 5G ne causeront aucun dommage si elles respectent les directives de l'ICNIRP (2020).

Les signaux radio utilisés par les technologies mobiles font l'objet d'études approfondies depuis des décennies. Ces preuves scientifiques constituent la base des directives internationales de sécurité pour les signaux radio. Ces directives s'étendent jusqu'à 300 GHz et couvrent toutes les fréquences envisagées pour la 5G, y compris les bandes d'ondes millimétriques. Le consensus des examens d'experts²⁴ est que le respect des limites internationales assure une protection contre tous les risques sanitaires établis.

²³ <https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

²⁴ <https://www.gsma.com/publicpolicy/emf-and-health/expert-reports>
<https://www.gsma.com/publicpolicy/resources/5g-internet-things-iot-wearable-devices>

6) Synchronisation TDD

Pour accroître la flexibilité et rendre l'utilisation du spectre plus efficace, le duplex à répartition dans le temps (TDD) est important. Le TDD utilise la même fréquence pour chaque direction duplex, avec une trame qui comprend différentes périodes de temps et des créneaux pour les communications montantes ou descendantes. En modifiant la durée de ces dernières, les performances du réseau peuvent être adaptées pour répondre à différents besoins et contribuer à fournir la meilleure expérience possible.

Cependant, pour que cela fonctionne, tous les réseaux TDD, qu'ils soient LTE ou 5G, fonctionnant dans la même gamme de fréquences et dans la même zone doivent être synchronisés. Les stations de base doivent émettre aux mêmes périodes de temps fixes et tous les appareils ne doivent émettre que dans des périodes de temps dédiées. Le non-respect de cette règle crée des interférences, ce qui a un impact majeur sur les performances ainsi que sur la couverture.

Les recommandations actuelles se concentrent sur la manière dont le réseau est configuré en ce qui concerne la synchronisation des éléments de téléchargement (D), de créneau spécial (S) et de chargement (U) dans chaque période de temps (la trame). Une approche qui offre un bon compromis entre les vitesses de téléchargement et d'envoi avec une faible latence, pour les besoins de synchronisation de la 5G, consiste à utiliser une structure de trame DDDSU. Cependant, les régulateurs, en consultation avec les utilisateurs du spectre concernés, devraient décider de la structure de trame la plus appropriée, en tenant compte de leurs exigences locales. Par exemple, les réseaux locaux devraient être autorisés à s'en écarter afin de prendre en charge des cas d'utilisation tels que l'URLLC (Communication Ultra fiable/faible Latence), en reconnaissant qu'une distance de séparation peut être nécessaire.

S1(3) : RECOMMANDATIONS

Afin de favoriser une mise en œuvre harmonisée de la 5G/IMT-2020 en Afrique, l'UAT recommande aux États membres de :

1. **Définir et convenir**, sous les auspices de l'Union africaine, d'une feuille de route 5G/IMT-2020, y compris tout plan et un calendrier de mise en œuvre visant à réaliser un déploiement régional 5G/IMT-2020 coordonné et harmonisé.
2. **Revoir les** cadres politiques/réglementaires nationaux d'ici 2022 et **élaborer** un plan/une feuille de route national(e) sur cinq ans pour la libération et l'octroi de licences du spectre pour les IMT. Cette feuille de route quinquennale devrait viser à maximiser les avantages socio-économiques et le nombre d'utilisateurs que le spectre peut desservir, en mettant l'accent sur toutes les bandes identifiées pour les IMT (par exemple 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1 400 MHz, 1 800 MHz, 2 100 MHz, 2 300 MHz, 2 600 MHz, 3 300 - 3 600 MHz, 4800-4990 MHz, 26 GHz et autres bandes d'ondes millimétriques identifiées lors de la CMR-19).
3. **Adopter des** attributions de fréquences harmonisées au niveau régional, en particulier pour les bandes de fréquences centrales 5G/IMT-2020 telles que 3,3/3,4-3,6 GHz, aussi larges que possible, et 26 GHz, comme point de départ pour d'autres bandes d'ondes millimétriques, afin de réduire les interférences transfrontalières et de soutenir des normes techniques communes.
4. **Attribuer le** spectre pour la 5G/IMT 2020 dans les bandes basses, moyennes et hautes en quantité suffisante pour soutenir le déploiement de la 5G/IMT 2020 et les conditions d'octroi de licences qui répondent le mieux aux objectifs politiques, y compris la neutralité technologique et les assignations nationales. À cet égard, les objectifs de 80 à 100 MHz par opérateur dans la bande des 3,5 GHz et de 800 à 1000 MHz par opérateur dans la bande des 26 GHz peuvent être envisagés.
5. **Autoriser le** spectre partagé et exempté de licence afin d'accroître l'accès et l'utilisation efficace du spectre pour la 5G/IMT-2020, tout en donnant la priorité à l'utilisation du spectre sous licence.
6. **Encourager la** synchronisation complète pour les réseaux TDD, le cas échéant.
7. **Envisager l'octroi** de licences locales afin d'offrir une certaine souplesse aux utilisateurs locaux qui souhaitent utiliser les services de l'URLLC.
8. **Réexaminer** la nécessité réelle de plafonner le spectre afin d'équilibrer les objectifs politiques de promotion du déploiement des réseaux et de maintien de la concurrence.
9. **Tirer** parti des possibilités qu'offre la 5G/IMT-2020 pour créer un scénario axé sur le marché et tiré par les investissements, grâce à des politiques ciblées dans le processus global d'octroi de licences.
10. **Appliquer des** régimes complets, sûrs et transparents en matière de confidentialité des données afin de protéger les données substantielles traitées par la 5G/IMT-2020 et envisager l'élaboration d'un cadre régional.
11. **Permettre aux** opérateurs d'utiliser le découpage en réseau pour exploiter efficacement les ressources du spectre afin de répondre aux besoins d'une variété de clients et d'industries.
12. **Mettre en œuvre les** normes mondiales relatives à la 5G/IMT-2020 publiées par l'UIT et le 3GPP.

13. **Communiquer** clairement sur les aspects de sécurité de la 5G/IMT-2020 avec les preuves de divers organismes internationaux d'un point de vue médical et scientifique ainsi que des tests sur le terrain dans le monde entier.
14. **Envisager de** réduire la taxation des appareils à large bande et de l'internet à large bande.
15. **Mettre en place une** procédure standard, simple et unique pour les demandes d'autorisation de passage dans tout le pays, avec des frais de demande d'un niveau raisonnable pour couvrir les coûts de traitement ; et simplifier et accélérer les processus de demande et d'approbation pour d'autres autorisations pertinentes, comme celles des autorités aéronautiques ou environnementales.
16. **Mettre en place des** cadres politiques et réglementaires qui encouragent le partage des infrastructures entre le secteur privé et le secteur public, y compris les services publics, ainsi que la location ou l'utilisation de terrains/infrastructures publics.
17. **Établir des** obligations de licence pour la 5G/IMT-2020 qui soient raisonnables, ciblées, mesurables et applicables, en tenant compte des rabais sur les droits d'utilisation du spectre (le *cas échéant*).
18. **Envisager des** systèmes de tarification du spectre qui permettent aux détenteurs de licences de retarder les paiements initiaux, d'étaler les frais dans le temps, ainsi que des frais de spectre moins onéreux pour les liaisons de retour. En particulier pour la 5G, qui nécessitera des investissements plus importants, les gouvernements et les régulateurs devraient éviter de gonfler (fixer des prix élevés) les prix du spectre pour la 5G (par exemple, en fixant des prix de réserve et des droits annuels élevés, créant ainsi une barrière à l'accès au spectre), car cela pourrait limiter les investissements dans les réseaux et faire augmenter le coût des services.
19. **Soutenir le** déploiement de l'infrastructure qui facilite la mise en œuvre et le déploiement de la 5G/IMT-2020, comme la fibre optique, les centres de données, l'informatique en périphérie et les réseaux transformés.
20. **Octroyer des licences d'utilisation** du spectre sur la base de la neutralité technologique et des services.
21. **Envisager la** mise à disposition du spectre 5G, pour des licences locales ou partagées, afin de répondre aux besoins en spectre des verticaux. En conséquence, les Administrations sont encouragées à élaborer un cadre réglementaire qui facilite l'accès au spectre local et partagé.
22. **Consulter les** parties prenantes de la 5G pour s'assurer que les approches d'attribution du spectre et d'octroi de licences tiennent compte des plans de déploiement technique et commercial.
23. **Contrôler** l'utilisation du spectre pour identifier les bandes de fréquences sous-exploitées au niveau régional ou national pour le processus de relocalisation - y compris l'approche générique "Utilise-le-ou-partage-le" dans les licences du spectre.

S1(4) : ANNEXES

Annexe 1

Examen du déploiement de la 5G/IMT 2020 dans le monde au 02 SEPT 2020

L'état du déploiement de la 5G/IMT 2020 est différent dans presque tous les pays du monde et varie en fonction de plusieurs facteurs. Dans de nombreuses régions, des ventes aux enchères de fréquences 5G/IMT 2020 ont eu lieu, ont été planifiées ou ont donné lieu à des consultations ; cependant, la plupart des pays doivent encore mettre les fréquences à disposition et commencer à déployer des services. Les principales bandes de fréquences pour les services 5G/IMT 2020 sont les bandes 3,5 GHz et 26 GHz. Ainsi, de nombreux pays ont commencé à se préparer à rendre le spectre disponible dans ces bandes avant le déploiement des services 5G/IMT 2020, comme l'indiquent les tableaux ci-dessous. Dans certains cas, les services ont été déployés et sont déjà proposés.

Table 1: Spectre des ondes millimétriques

| Pays | Date l'enchère | Gamme | Spectre total | Titulaires |
|--------------------------------------|---|--------------------------------|---------------|--|
| Australie | Décembre 2020 | 24.7-25.1 GHz et 27.5-29.5 GHz | | Licences locales |
| Australie | Avril 2021 | 25.1–27.5 GHz | 2400 MHz | Dense Air, Mobile jv, Optus Mobile, Pentanet, Telstra |
| Chili | Fév. 21 | 25.9-27.5 GHz | 1600 MHz | Claro, Entel, Wom |
| Danemark | Avr. 21 | 24.65 - 27.5 GHz | 2850 MHz | Hi3G, TDC Net, TT Network |
| Finlande | 8 juin 2020 | 25.1 – 27.5 GHz | 2400 MHz | Elisa, Telia Finland, DNA |
| RAS de Hong Kong | Ouverture des candidatures en juillet 2019 | 27.95–28.35 GHz | | Licences locales |
| RAS de Hong Kong. | Mar 19 | 26.55–27.75 GHz | 1200 MHz | China Mobile Hong Kong, Smartone Mobile, Hong Kong Telecom |
| Grèce | Nov. 20 | 26.5-27.5 GHz | 1000 MHz | Cosmote, Vodafone, Wind |
| Italie ²⁵ | 2 octobre 2018 | 26,5 - 27,5 GHz | 1000 MHz | Telecom Italia, Vodafone, WindTre, FastWeb, Iliad |
| Japon | Ouverture des candidatures en décembre 2019 | 28.2–28.3 GHz | | Local licences |
| Japon | Avril 2019 | 27.0–28.2 GHz, 29.1–29.5 GHz | 1600 MHz | KDDI, NTT Docomo, Softbank, Rakuten |
| La République de Corée ²⁶ | 19 juin 2018 | 26,5 - 28,9 GHz | 2400 MHz | Korea Telecom, SK Telecom, LG Uplus |
| Russie | Juillet 20 | 24.25–24.65 GHz | 400 MHz | MTS |
| Singapour | Juin 20 | 26.3-29.5 GHz | 3200 MHz | M1, Singtel, Starhub, TPG |

²⁵ Ministère du développement économique (MISE), Résolution N. 231/18/CONS (2018), <https://www.mise.gov.it/images/stories/normativa/delibera-AGCOM%20231-18-CONS.pdf>.

²⁶ Cho Mu-Hyun, ZDNet, La Corée du Sud a complété l'audit du spectre 5G (19 juin 2018), <https://www.zdnet.com/article/south-korea-completes-5g-spectrum-auction/>.

| | | | | |
|-------------------------|-----------------|--|----------|---|
| Slovénie | 01/04/2021 | 26.5-27.5 GHz | 1000 MHz | A1, Telemach, Telekom Slovenia |
| Taiwan ²⁷ | 21 février 2020 | 27.9 - 29.3 GHz | 1600 MHz | Chungwa Telecom, Far EasTone, Taiwan Mobile, Asia Pacific Telecom |
| Thaïlande ²⁸ | 16 février 2020 | 26 GHz | 2600 MHz | TUC, TOT, DTAC - TriNet, AWN |
| EAU | Sep 20 | 26.5-27.5 GHz | 1000 MHz | Du, Etisalat (assignations à confirmer) |
| ROYAUME-UNI | Juil. 19 | 24,25-26,6 GHz (usage intérieur uniquement) | | Local licences |
| Uruguay | Mai 19 | 27.5–28.35 | 850 MHz | Antel |
| USA | janv. 19 | 27.500 – 28.350 GHz | 850 MHz | Multiple |
| USA | Mai 19 | 24.25-24.45 et 24.75-25.25 GHz | 700 MHz | Multiple |
| USA | Mars 20 | 37.6-40 GHz | 2400 MHz | Multiple |
| USA | Mars 20 | 47.2-48.2 GHz | 1000 MHz | Multiple |

Tableau 5 : Spectre de la bande C

| Pays | Date de l'enchère | Gamme | Spectre total | Titulaires |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|---------------|---|
| Australie ²⁹ | 20 novembre 2018 | 3575 – 3700 MHz | 125 MHz | Dense Air Australia, Mobile JV, Optus Mobile, Telstra |
| Autriche ³⁰ | 8 mars 2019 | 3.5 GHz | 330 MHz | A1 Telekom Austria AG, Hutchinson Three, T-Mobile |
| Belgique | Juillet 2020 | 3600-3800 MHz | 200 MHz | Assignations temporaires à Cegeka, Orange Belgium, Proxiums and Telenet |
| Bulgarie | Avril 2021 | 3500-3800 MHz | 300 MHz | A1, BTC, Telenor |
| Chili | Fév. 2021 | 3300-3400 MHz plus 3600-3650 MHz | 150 MHz | Entel, Movistar, Wom |
| Chine | Fév. 2020 | 3300-3400 MHz | 100 MHz | China Broadcasting Network China Telecom China Unicom |
| Chine | Licences d'essai déc. | 3.5 GHz | 200 MHz | China Telecom, China Unicom |

²⁷ Commission nationale des communications, Résultats de la mise aux enchères des bandes de fréquences (2018), https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/20022/8_42757_200221_1.pdf.

²⁸ Commission Nationale de la Radiodiffusion et des Télécommunications (NBTC), La vente aux enchères de la 5G est terminée (16 février 2020), <http://www.nbtc.go.th/getattachment/News/Information/40146/NBTC-Press-Release-160263-%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A1%E0%B8%B9%E0%B8%A5-5%E0%B8%88%E0%B8%B5.pdf.aspx>.

²⁹ Autorité australienne des communications et des médias, Résumé des enchères - Bande 3,6 GHz (2018), <https://www.acma.gov.au/auction-summary-36-ghz-band-2018>.

³⁰ Commission de contrôle des télécommunications (TKK), Document d'appel d'offres dans la procédure concernant les assignations de fréquences dans la gamme 3410 à 3800 MHz (19 septembre 2018), https://www.rtr.at/de/tk/5G-Auction-Tender-Documents/Ausschreibungsunterlagen_3_4_-_3_8_GHz_ohne_Anhaenge_DE.pdf.

| | | | | |
|----------------------------------|---|--|------------------|---|
| | 2018, licences d'exploitation commerciale juin 2019 | | | |
| Chypre | janvier 2021 | 3400-3800 MHz | 400 MHz | CYTA, et d'autres à confirmer |
| République tchèque | nov. 2020 | 3400-3600 MHz | 200 MHz | CentroNet, O2, Nordic telecom, T-Mobile, Vodafone |
| République tchèque ³¹ | 11 juillet 2017 | 3600 – 3800 MHz | 200 MHz | O2 Telefonica, Vodafone, PODA, Nordic Telecom |
| Danemark | Avril 2021 | 3410-3800 MHz | 390 MHz | Hi3G, TDC Net, TT Network |
| Finlande ³² | 1er octobre 2018 | 3410 – 3800 MHz | 390 MHz | Telia, Elisa, DNA |
| France | Nov. 2020 | 3490-3800 MHz | 310 MHz | Bouygues Telecom, Free Mobile, Orange, SFR |
| Allemagne ³³ | 12 juin 2019 | 3400 – 3700 MHz | 300 MHz | Vodafone, 1&1 Drillisch, TelefonicaO2, Deutsche Telekom |
| Grèce | Nov. 2020 | 3410-3800 MHz | 390 MHz | Cosmote, Vodafone, Wind |
| RAS Hong Kong ³⁴ | 6 novembre, 2019; 14 octobre 2019 ³⁵ | 3300 – 3400 MHz; 3400 – 3600 MHz | 100 MHz; 200 MHz | Hutchinson, HKT, SmarTone, China Mobile HK; Hutchinson, HKT, SmarTone China Mobile HK |
| Hongrie | Mars 2020 | 3600 MHz | À confirmer | Magyar Telecom |
| Hongrie ³⁶ | 7 juin 2016 | 3410 – 3440 MHz and 3510 – 3540 MHz; 3780 – 3800 MHz | 80 MHz | Vodafone, Digi |
| Islande | Mars 2020 | 3500-3800 MHz | 300 MHz | Nova, Siminn, Vodafone |
| Irlande ³⁷ | 22 mai 2017 | 3.5 GHz | 280 MHz | Vodafone, Three, Meteor |
| Israël ³⁸ | 4 août 2020 | 3500 - 3800 MHz | 300 MHz | Partenaire Hot Mobile, Cellcom Golan Maraton, "Téléphone portable". |

³¹ Office tchèque des télécommunications, Appel d'offres pour l'octroi des droits d'utilisation des fréquences radioélectriques pour la fourniture de services de télécommunications. Réseaux de communications électroniques dans la bande de fréquences 3600-3800 MHz (2017), <https://www.ctu.eu/sites/default/files/obsah/ctu/information-termination-and-results-auction-phase-tender-granting-rights-use-radio-frequencies/obrazky/noticeofterminationandresultsofauctionphase.pdf>.

³² Agence finlandaise des transports et des communications (Traficom), la vente aux enchères du spectre 5G est terminée (10 juin 2018), <https://www.traficom.fi/en/news/5g-spectrum-auction-has-ended>.

³³ BNetzA, résultat de l'enchère de fréquences de 2019 Round 496 (2019), https://www.bundesnetzagentur.de/tools/FrequenzXml/Auktion2019_XML/496.html.

³⁴ Office of the Communications Authority (OFCA) Réussite de la mise aux enchères du spectre 5G dans la bande 3,5 GHz (14 octobre 2019), https://www.ofca.gov.hk/en/media_focus/press_releases/index_id_2005.html.

³⁵ OFCA, Réussite de la mise aux enchères du spectre 5G dans la bande 3,3 GHz (6 novembre 2019), https://www.ofca.gov.hk/en/media_focus/press_releases/index_id_2023.html.

³⁶ NMHH, NMHH : Deux soumissionnaires ont remporté 80 MHz dans la bande 3400 - 3800 MHz (7 juin 2016), http://english.nmhh.hu/article/170832/NMHH_Two_bidders_won_80_MHz_in_the_34003800_MHz_band.

³⁷ Commission de régulation des communications (ComReg), Résultats de l'attribution du spectre de la bande 3,6 GHz (22 mai 2017), https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2017/05/ComReg-1738.pdf.

³⁸ Ministère de la communication, Achèvement de l'appel d'offres pour les fréquences 5G (12 août 2020), https://www.gov.il/he/departments/news/12082020_2.

| | | | | |
|-----------------------------------|------------------|---|-----------------|--|
| Italie ³⁹ | 2 octobre 2018 | 3,5 GHz | 200 MHz | Telecom Italia, Vodafone, WindTre, Iliad |
| Japon | Avril 2019 | 3600-4100 MHz | 500 MHz | KDDI, NTT Docomo, Rakuten, Softbank |
| Koweït | mai 2019 | 3500-3800 MHz | 300 MHz | STC, Ooredoo, Zain |
| Lettonie ⁴⁰ | 11 décembre 2017 | 3400 – 3450 and 3650 – 3700 MHz | 100 MHz | LMT |
| Lettonie | Septembre 2018 | 3550-3600 MHz | 50 MHz | Tele2 |
| Lettonie | Mai 2019 | 3500-3550 MHz (licence extension) | 50 MHz | Tele2 |
| Luxembourg ⁴¹ | 13 juillet 2020 | 3420– 3750 MHz | 330 MHz | Luxembourg Online SA, Orange Communications Luxembourg, Post Luxembourg, Proximus Luxembourg |
| Maurice | 21 juin | 3400-3600 MHz | | À confirmer |
| Mexique | Jan 20 | 3450-3600 MHz | 150 MHz | Renouvellement du spectre FWA |
| Nouvelle-Zélande ⁴² | juin 2020 | 3590 – 3750 MHz | 160 MHz | Dense Air, Spark, 2degrees |
| Norvège | 2016 | 3610-3800 MHz | 190 MHz | Telenor, TeliaSonera |
| Oman | Déc-18 | 3400-3600 MHz attribués, 3600-3800 MHz réservés au nouvel entrant | 200 MHz | Omantel, Ooredoo |
| Philippines | 2019 | 3.3–3.4 GHz | 100 MHz | Dito Telecommunity |
| Qatar | Jan 19 | 3400–3800 MHz | 200 MHz assigné | Ooredoo, Vodafone |
| République de Corée ⁴³ | 19 juin 2018 | 3420 – 3700 MHz | 280 MHz | Korea Telecom, SK Telecom, LG Uplus |
| Arabie Saoudite | Mars 2019 | 3400-3800 MHz | 400 MHz | ITC, Go Telecom, Zain, STC, Mobily |
| Singapour ⁴⁴ | 29 avril 2020 | 3.5 GHz | 200 MHz | Consortium et coentreprises (StarHub and M1), Singtel |

³⁹ Ministère du développement économique (MISE), Résolution N. 231/18/CONS (2018), <https://www.mise.gov.it/images/stories/normativa/delibera-AGCOM%20231-18-CONS.pdf>.

⁴⁰ CommsUpdate, LMT sécurise le spectre compatible avec la 5G (11 décembre 2017), <https://www.commsupdate.com/articles/2017/12/11/lmt-secures-5g-compatible-spectrum/>.

⁴¹ Gouvernement du Luxembourg, Résultats des enchères pour l'attribution des fréquences destinées à la 5G (22 juillet 2020), https://gouvernement.lu/fr/actualites/toutes_actualites/communiqués/2020/07-juillet/22-resultats-5g.html.

⁴² Département de la gestion du spectre radioélectrique (RSM), Préparation de la 5G en Nouvelle-Zélande (juillet 2020), <https://www.rsm.govt.nz/projects-and-auctions/current-projects/preparing-for-5g-in-new-zealand/>.

⁴³ Cho Mu-Hyun, ZDNet, La Corée du Sud achève la mise aux enchères du spectre 5G (19 juin 2018), <https://www.zdnet.com/article/south-korea-completes-5g-spectrum-auction/>.

⁴⁴ Infocomm Media Development Authority (IMDA), Singapour va de l'avant avec le déploiement de la 5G à l'échelle nationale (29 avril 2020), <https://www.imda.gov.sg/news-and-events/Media-Room/Media-Releases/2020/Singapore-Forges-Ahead-with-Nationwide-5G-Rollout#1>.

| | | | | |
|---------------------------|-----------------|-----------------|---------|--|
| Slovaquie | 2017 | 3600–3800 MHz | 200 MHz | AMTEL, O2 Slovakia, Slovak telecom |
| Slovénie | Avr. 21 | 3420–3800 MHz | 380 MHz | A1, Telekom Slovenije, Telemach |
| Espagne | 2016 | 3.5 GHz | | À CONFIRMER |
| Espagne ⁴⁵ | 25 juillet 2018 | 3600 – 3800 MHz | 200 MHz | Orange, Telefonica, Vodafone |
| Espagne | Fév. 2021 | 3580-3600 MHz | 20 MHz | Orange, Telefonica |
| Suède | Jan 21 | 3400-3720 MHz | 320 MHz | Hi3G Access, Net4Mobility, Telia |
| Suisse | Fév. 19 | 3500–3800 MHz | 300 MHz | Salt, Swisscom, Sunrise |
| Taiwan ⁴⁶ | 21 février 2020 | 3300 – 3570 MHz | 270 MHz | Chungwa Telecom, Far Eastone Telecom, Taiwan Mobile, Taiwan Star |
| EAU | 2018 | 3400-3800 MHz | 400 MHz | Etisalat, Du |
| Royaume-Uni ⁴⁷ | 5 avril 2018 | 3410 – 3580 MHz | 150 MHz | O2, Vodafone, EE, Three |
| Royaume-Uni | Avr. 21 | 3680-3800 MHz | 120 MHz | EE, O2, Vodafone |
| Royaume-Uni | 19 juillet | 3800–4200 MHz | 400 MHz | Licences locales |
| États-Unis ⁴⁸ | 23 juillet 2020 | 3550 – 3650 MHz | 100 MHz | Multiple |
| États-Unis | Fév. 2021 | 3700-3980 MHz | 280 MHz | Multiple |

⁴⁵ Ministère de l'économie et des entreprises, Note d'information relative à la mise aux enchères des fréquences 3600 - 3800 MHz (25 juillet 2018), https://www.mineco.gob.es/stfls/mineco/prensa/ficheros/noticias/2018/180725_np_subasta.pdf.

⁴⁶ Commission nationale des communications, Résultats de la mise aux enchères des bandes de fréquences (2018), https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/20022/8_42757_200221_1.pdf.

⁴⁷ Ofcom, Attribution des bandes de fréquences de 2,3 et 3,4 GHz (13 avril 2018), https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0018/112932/Regulation-111-Final-outcome-of-award.pdf.

⁴⁸ Commission fédérale des communications (FCC), La FCC conclut la première mise aux enchères du spectre mi-bande 5G (25 août 2020), <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-366396A1.pdf>.

Annexe 2

Considérations relatives à la largeur de bande pour l'IMT-2020

La 5G-NR est conçue dès le départ pour être déployée avec de grands canaux. La 5G-NR prendra en charge le fonctionnement à large bande par conception, ce qui permettra aux opérateurs de tirer pleinement parti d'allocations plus importantes de spectre contigu pour augmenter les débits de pointe et les expériences des utilisateurs, avec une complexité de terminal gérable et une consommation d'énergie minimale.

La 5G-NR sur les grandes largeurs de bande réduira la complexité de l'entrée du terminal et la consommation d'énergie, par rapport à la LTE qui utilise plusieurs agrégations de porteuses de 5 à 20 MHz pour exploiter une grande largeur de bande similaire.

Les porteuses à large bande et la flexibilité de l'espacement entre les sous-porteuses permettent un traitement RF frontal et en bande de base efficace, ce qui se traduit par une meilleure consommation d'énergie par Mbps et par MHz.

La 5G-NR offrira également la possibilité de "multiplexer" de nouveaux services compatibles avec l'avant, avec un impact limité sur les besoins en capacité des eMBB, et la possibilité de fournir des capacités simultanées de back-hauling et de front-hauling sans fil aux stations de base 5G-NR. Un canal à large bande passante facilitera considérablement l'utilisation de ces capacités.

L'élément clé pour un déploiement réussi de Massive MIMO et des antennes actives est la disponibilité de grandes largeurs de bande contiguës, car cela permettra des gains absolus de Massive MIMO pour soutenir les nouveaux usages liés à l'eMBB.

Les sections suivantes présentent plus en détail les avantages de l'attribution de grands blocs aux opérateurs pour le déploiement de la 5G, et l'importance que les blocs soient contigus.

1) Les avantages d'une large bande passante pour la 5G

La nouvelle interface radio 5G-NR apportera des améliorations en termes d'efficacité spectrale et de bilan de liaison, mais ces améliorations doivent être soutenues par des bandes passantes suffisamment larges pour fournir les débits de données attendus. Le tableau ci-dessous indique les débits théoriques des cellules sur la base des objectifs d'efficacité spectrale de l'UIT pour l'IMT-2020.⁴⁹

⁴⁹ Rapport UIT-R [M.2410](#), Exigences minimales relatives à la performance technique pour les interfaces radio IMT-2020 : Exigence d'efficacité spectrale (SE) de pointe pour l'IMT-2020 : 30 bit/s/Hz en DL, exigence de SE moyenne : 7,8 bit/s/Hz en DL pour le scénario urbain dense, exigence SE du 5^e centile : 0,225 bit/s/Hz en DL pour le scénario urbain dense (utilisateurs en bordure de cellule).

Tableau 6 : débits de données des cellules en fonction des objectifs d'efficacité spectrale de l'IMT-2020

| Largeur de bande du canal RF | Débits de données de pointe (un seul utilisateur dans une cellule) | Débits de données en moyenne | Taux de données du 5e percentile |
|------------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|
| 40 MHz | 1,2 Gbps | 0,312 Gbps | 9 Mbps |
| 100 MHz | 3 Gbps | 0,78 Gbps | 22,5 Mbps |

En raison des contraintes techniques et de la nécessité d'éviter les interférences entre réseaux adjacents, les blocs de ressources n'occupent pas entièrement la largeur de bande du canal et l'utilisation du spectre est inférieure à 100% pour toutes les options de largeur de bande du canal 5G-NR. Toutefois, l'utilisation diminue avec la largeur de bande du canal, comme le montre le tableau ci-dessous pour un espacement des sous-porteuses de 30 kHz.

Tableau 7 : Utilisation de la largeur de bande du canal par la 5G-NR (source : 3GPP, GSA)

| Canal BW | Nombre de blocs de ressources | BW de transmission (MHz) | BW perdu (MHz) | Utilisation |
|----------|-------------------------------|--------------------------|----------------|-------------|
| 100 MHz | 273 | 98.280 | 1.720 | 98.3% |
| 80 MHz | 217 | 78.120 | 1.880 | 97.7% |
| 60 MHz | 162 | 58.320 | 1.680 | 97.2% |
| 50 MHz | 133 | 47.880 | 2.120 | 95.8% |
| 40 MHz | 106 | 38.160 | 1.840 | 95.4% |
| 20 MHz | 51 | 18.360 | 1.640 | 91.8% |

La figure suivante, tirée de la section 5.3.3 de 3GPP TS 38.104, illustre ce point.

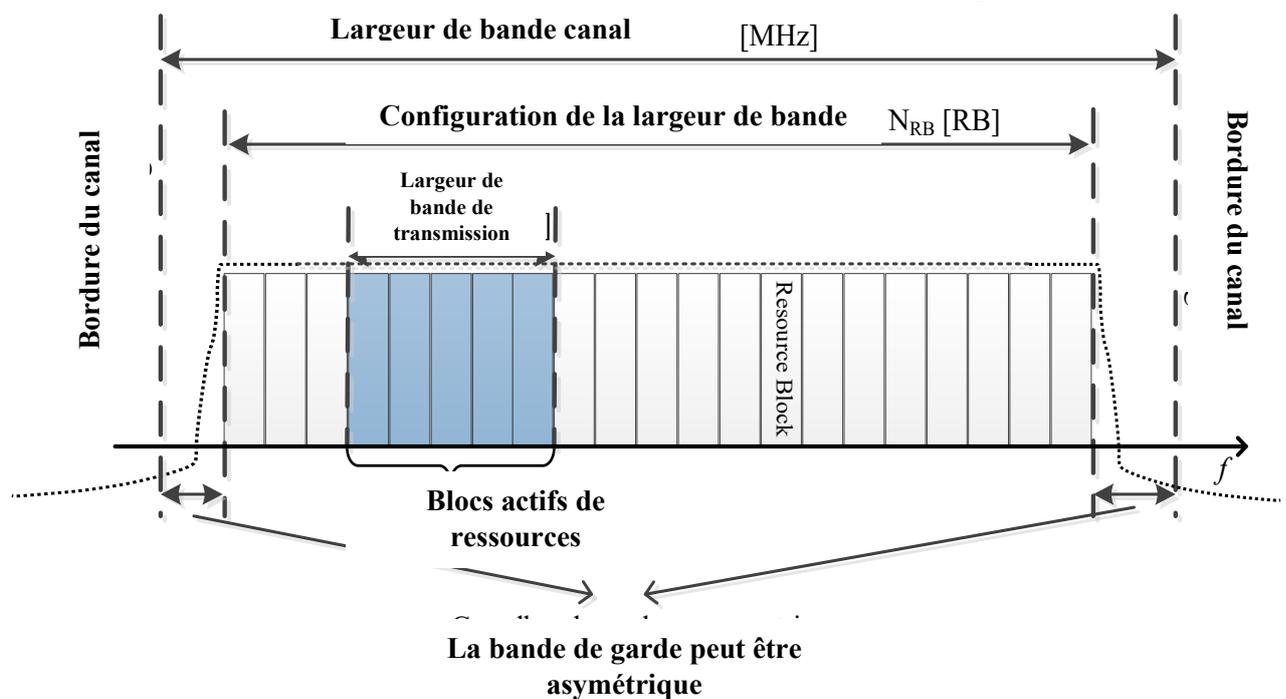


Figure 6 : Utilisation de la largeur de bande du canal 5G NR (source : 3GPP)

Dans la pratique, les gains de capacité par rapport à la taille du canal dépassent la simple règle proportionnelle : le doublement de la largeur de bande permet de doubler considérablement la capacité du système. La figure ci-dessous montre les résultats d'une simulation du débit de l'utilisateur en bordure de cellule (5e centile) pour différentes largeurs de bande de canal : un spectre de 100 MHz permet de multiplier par 2,7 la capacité de la cellule tout en maintenant un débit en bordure de cellule de 100 Mbps.

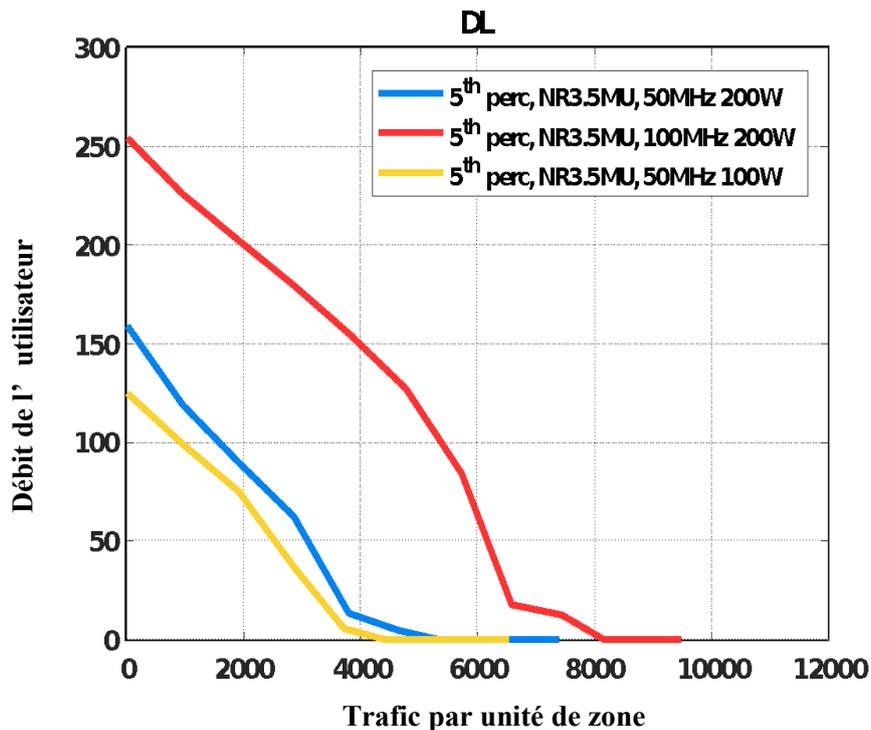


Figure 7 : Augmentation du débit en bordure de cellule associée à des largeurs de bande de canal plus importantes (source : Ericsson)

2) Aspects du déploiement

Une autre évaluation quantitative utile de l'importance d'une large bande passante consiste à examiner l'impact de différentes tailles de blocs d'opérateurs sur le déploiement du réseau (et donc sur le coût du déploiement), pour une hypothèse donnée sur la capacité de trafic de la zone. Dans un scénario urbain dense⁵⁰, un opérateur disposant d'un bloc de 60 MHz devrait déployer 64 % de plus de largeur de bande qu'un opérateur disposant d'un bloc de 100 MHz.

⁵⁰ Scénario urbain dense : exigence d'un débit de données de 750 Gbps/km² (d'après 3GPP 22.261), déploiement de stations de base macro à trois secteurs, CPE intérieurs, affaiblissement de pénétration de 26 dB et débit de pointe de l'utilisateur en liaison descendante de 100 Mbit/s.

Tableau 8 : Impact de différentes tailles de blocs d'opérateurs sur le déploiement du réseau (source : GSA)

| | Distance de couverture DL/site (km) | Zone de couverture/site (km ²) | Nombre de sites/km ² | Taux d'augmentation du site (%) |
|---------|-------------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
| 100 MHz | 0.19 | 0.070395 | 14 | Référence |
| 60 MHz | 0.15 | 0.043875 | 23 | +64% |

3) Prise en charge des applications URLLC

La 5G-NR sur les grandes largeurs de bande permet d'améliorer l'accès à des services ultra-fiables en compensant les besoins de capacité critiques et l'accès à une nouvelle génération de services en offrant une compatibilité native vers l'avant pour des lancements directs, avec un impact limité sur les services existants. La nouvelle conception de la 5G permet d'optimiser les compromis entre capacité, latence et fiabilité (par exemple, en tirant parti de largeurs de bande plus importantes pour compenser les réductions de capacité critiques).

Les efforts déployés pour réduire la latence [par exemple, en utilisant un intervalle de temps de transmission (TTI) plus court] peuvent avoir un impact sur la capacité globale du système (plus d'ACK/NACK⁵¹, donc plus de surdébit) car l'optimisation se fait maintenant sur la méthode de communication pour réduire la latence. En outre, l'utilisation de paquets plus courts signifie que l'optimisation ne porte pas sur la capacité. Pour optimiser la fiabilité, il faut aussi faire un compromis avec la capacité. Par exemple, il peut être nécessaire de sacrifier la capacité pour obtenir un BLER plus faible⁵² (par exemple, plus de retransmissions). Mais pour compenser cela, il serait possible d'utiliser une plus grande largeur de bande, ce qui donnerait au système une plus grande capacité.

Un exemple d'application de ce principe est la réalité virtuelle/réalité augmentée (RV/RA). L'une des principales exigences de la RV/RA est que le délai entre le mouvement de la tête et les changements à l'écran ne peut dépasser un seuil de 20 ms. Cela impose des exigences strictes au réseau lorsque l'image est rendue à distance. Toutefois, l'exigence de latence peut être assouplie si un flux vidéo plus large (contenant par exemple une vidéo à 360 degrés) est transmis à l'affichage monté sur la tête, qui peut alors s'adapter de lui-même aux mouvements soudains de la tête. Dans ce cas, le débit requis serait sensiblement plus élevé, mais l'exigence de latence est relâchée.

4) Impact de l'allocation non contiguë

4.1 Aspects technologiques

Comme expliqué ci-dessus, toute la largeur de bande de canal d'une porteuse 5G NR n'est pas occupée par des blocs de ressources utilisables. Cette caractéristique de la spécification 5G NR signifie également que l'agrégation non contiguë de deux (ou plusieurs) canaux entraînera

⁵¹ ACK/NACK : Accusé de réception / Accusé de réception négatif

⁵² BLER : taux d'erreur de bloc

toujours une perte de spectre utilisable, et donc une dégradation des performances par rapport à un bloc contigu de la même quantité de spectre, comme indiqué ci-dessous.

Tableau 9 : Perte de performance pour une agrégation non contiguë (source : GSA)

| Configuration | Perte de performance par rapport à un bloc contigu |
|--|--|
| 100 MHz contiguës, 273 PRB ⁵³ | Ligne de base |
| CA 50+50 MHz, 133+133 PRBs | 2,52 MHz de moins de spectre disponible par rapport à 100 MHz contigus |
| CA 80+20 MHz, 217+51 PRBs | 1,8 MHz de moins de spectre disponible par rapport à 100 MHz contigus |
| CA 60+40 MHz, 162+106 PRBs | 1,8 MHz de moins de spectre disponible par rapport à 100 MHz contigus |
| 80 MHz contigus, 217 PRBs | Ligne de base |
| CA 40+40 MHz, 106+106 PRBs | 1,8 MHz de plus de spectre disponible par rapport aux 80 MHz contigus |

Au niveau de la couche physique, plusieurs sous-bandes peuvent coexister dans une porteuse ; chaque sous-bande pourrait être configurée avec une numérotation spécifique destinée à une application/un scénario de déploiement particulier. Le fait d'avoir une porteuse continue offre plus de souplesse que deux porteuses non contiguës. En d'autres termes, 100 MHz offre plus de souplesse à l'ORM dans la façon dont il décide de partitionner/attribuer les ressources pour différents services, par rapport aux cas où l'ORM aurait plusieurs porteuses.

En termes de signalisation, le surdébit PDCCH⁵⁴ d'une seule porteuse de 100 MHz est de 6,3%, et ce chiffre serait à peu près doublé à 12 % pour deux porteuses⁵⁵. En outre, une seule porteuse large permet d'économiser plus de 20 % des frais généraux de configuration/addition/suppression de cellules par rapport à une configuration à deux porteuses. Deux porteuses nécessitent également plus de ressources dans la bande de base, car chaque cellule a besoin d'un certain traitement pour construire l'information pour les canaux communs et programmer/traiter les données du plan utilisateur.

En ce qui concerne la latence, une configuration d'agrégation de porteuses augmente le délai pour adapter la bande passante. Le délai d'activation/désactivation de la porteuse est de l'ordre de 10 ms pour une configuration CA, alors qu'une seule porteuse large permet de commuter une partie de la bande passante de la porteuse (BWP) pour le contrôle et les données avec un délai inférieur à 2 ms. En outre, il n'y a pas de délai d'établissement de cellule pour la cellule secondaire en fonctionnement large bande.

⁵³ RB : Bloc de ressources physiques

⁵⁴ PDCCH : Canal de contrôle physique de la liaison descendante

⁵⁵ Ce chiffre est approximatif, car il faut programmer un plus grand nombre d'utilisateurs dans la porteuse à large bande.

4.2 Aspects de la mise en œuvre

Les stations de base RN disponibles dans le commerce et fonctionnant dans la gamme 3400-3800 MHz ont généralement une largeur de bande inférieure à 400 MHz (parfois appelée "largeur de bande instantanée"). Si un opérateur détient des blocs de spectre dont la séparation est supérieure à la largeur de bande instantanée, deux unités radio différentes seront nécessaires.

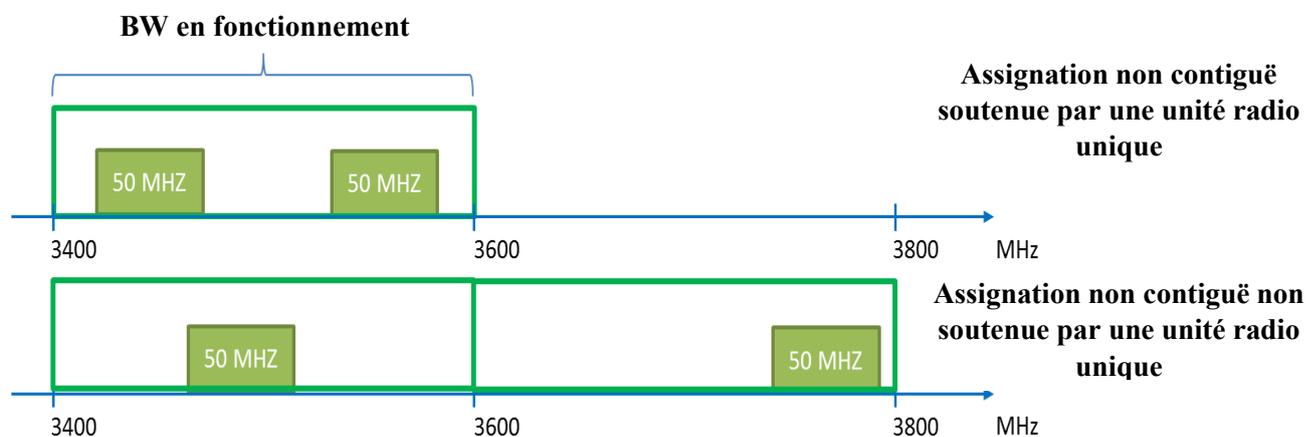
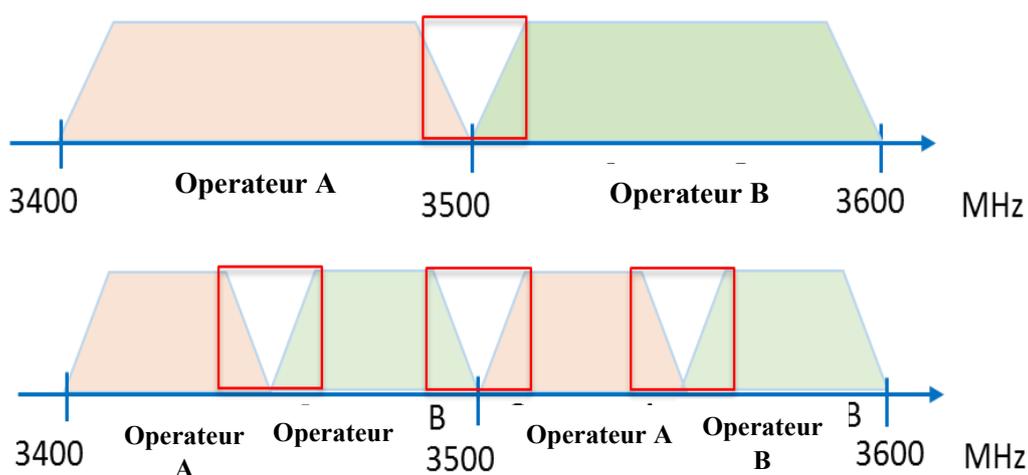


Figure 8 : aspects de la mise en œuvre de la BS

4.3 Aspects de la gestion du spectre

L'attribution de blocs non contigus entraîne des frontières supplémentaires entre les opérateurs. Cela entraînerait un gaspillage de spectre dans le cas d'une exploitation non synchronisée des réseaux (qui nécessiterait des limites de puissance OOB beaucoup plus strictes ainsi que des bandes de garde inter-opérateurs d'au moins 20-25 MHz avec les technologies de filtrage actuellement disponibles). En outre, à mesure que le nombre de frontières entre les ORM augmente, les négociations pour parvenir à un fonctionnement synchronisé deviendront plus complexes.



Figures 9 : l'impact de petits blocs sur les bandes de garde

4.4 Aspects liés aux terminaux

Le CA sur la liaison montante (notamment UL CA non contiguë) est plus complexe et n'est donc généralement pas prise en charge par tous les UE. Dans ce contexte, une largeur de bande de canal plus importante présente des avantages par rapport aux blocs non contigus.

- Un canal plus large n'exige pas que l'UE prenne en charge l'UL CA afin d'utiliser la totalité de la largeur de bande disponible du canal UL.
- Il est possible d'obtenir une plus grande efficacité de la mise en réseau dans un spectre continu que dans un spectre non continu (puisque tous les UE ne prennent pas en charge le CA ou ne sont pas configurés avec elle, et que l'adaptation du CA est lente).

En outre, la consommation d'énergie de l'UE augmente considérablement pour le CA. Le NR permet d'appliquer une BWP réduite pour la surveillance de contrôle dans les périodes de faible activité de trafic et permet également de réduire la signalisation et de s'adapter plus rapidement au trafic en rafale dans une seule porteuse. Pour l'intrabande CA, il pourrait y avoir une augmentation de la consommation d'énergie allant jusqu'à 30 mA pour une porteuse de composant supplémentaire. Cela signifie une augmentation de 50 % à environ 90 % de la consommation d'énergie du bloc RF. Pour l'interbande CA, une porteuse supplémentaire pourrait consommer environ 50 à 60 mA. Même si la deuxième porteuse n'est pas activée, la configuration CA entraîne une consommation supplémentaire de 5 à 10 mA.

Résumé de l'impact des blocs non contigus

Tableau 12 : Comparaison entre 100 MHz et 50 + 50 MHz (source : GSA)

| | 100 MHz | 50 + 50 MHz |
|---|---|--|
| Complexité | Porteuse unique | Nécessite une intra-bande CA |
| Utilisation des canaux | 98.3% | 95.8% |
| Signalisation de la couche physique | 6,3 % de surdébit | Environ 12% de surdébit |
| Configuration de la couche physique | Une seule porteuse de 100 MHz offre plus de souplesse que des porteuses de 2x50 MHz pour configurer des sous-bandes à l'intérieur de la porteuse. | |
| Délai d'activation/désactivation du transporteur | 2 ms | 10 ms |
| Mise en œuvre de la BS | Nécessite une seule unité radio | Peut nécessiter deux unités radio |
| Gestion du spectre | Des bandes de garde peuvent être nécessaires si les réseaux ne sont pas synchronisés. | Deux bandes de garde supplémentaires si les réseaux ne sont pas synchronisés |
| Support UL | Pas de CA requis dans l'UL | La liaison montante CA peut ne pas être prise en charge par tous les UE. |
| Consommation électrique de l'UE | | Consommation supplémentaire de 30 mA pour le deuxième CC (augmentation de la puissance RF de 50 à 90 % par rapport au cas sans CA) |

Section 2

Stations de la plateforme de haute altitude (HAPS)

Contenu de cette section

S2(1) : INTRODUCTION

S2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

1. Exigences en matière de spectre
2. Exigences en matière de licence
3. Homologation du type d'équipement

S2 (3): RECOMMANDATIONS

S2 (1) : INTRODUCTION

Les stations de plate-forme à haute altitude (HAPS) sont des stations faciles à déployer qui fonctionnent dans la stratosphère et qui peuvent fournir une variété de services de connectivité aux utilisateurs finaux au sol. Les HAPS sont suffisamment hautes pour fournir des services à une vaste zone ou pour augmenter la capacité d'autres fournisseurs de services à large bande. Avec l'avantage de la hauteur, une HAPS peut transmettre des services sur une zone 20 à 30 fois plus grande qu'un système mobile terrestre traditionnel, avec un débit plus élevé et une latence plus faible que les satellites. Le développement de la HAPS devrait ouvrir la voie à la connexion d'un plus grand nombre de personnes dans le monde aux avantages de l'économie numérique actuelle, en particulier dans les communautés mal desservies et dans les zones rurales et éloignées.⁵⁶

Les HAPS peuvent prendre différentes formes, comme des ballons légers alimentés par l'énergie solaire, des avions à voilure fixe ou des dirigeables évoluant dans la stratosphère. Ces plateformes s'appuient sur les progrès réalisés en matière d'efficacité des panneaux solaires, de densité énergétique des batteries, de matériaux composites légers, d'avionique autonome et d'antennes, qui ont fait des HAPS une technologie viable dont le déploiement commercial a déjà commencé en Afrique. Aujourd'hui, les HAPS peuvent rester en altitude pendant plusieurs mois, ont fonctionné pendant plus d'un million d'heures et 40 millions de kilomètres dans la stratosphère, et ont connecté des centaines de milliers d'utilisateurs dans des situations commerciales et de préparation aux catastrophes.⁵⁷

Les HAPS utilisent une combinaison de techniques d'évitement des interférences pour coexister avec les utilisateurs fixes, mobiles et satellites. Ces techniques peuvent inclure la séparation physique des équipements au sol, la séparation angulaire des antennes et les techniques traditionnelles de planification des fréquences telles que la discrimination entre les pôles. En outre, les HAPS qui utilisent des systèmes d'orchestration de réseau tels que le Réseautage Défini par Logiciel Spatio-Temporel (SDN), peuvent éviter par programmation les événements en ligne avec les réseaux en place.⁵⁸

Les HAPS présentent un certain nombre de cas d'utilisation importants. Tout d'abord, parce qu'elles s'appuient sur une infrastructure de réseau terrestre minimale, la technologie HAPS peut contribuer à étendre les réseaux mobiles à large bande à des zones qui ne sont pas connectées, notamment les zones éloignées et difficiles à desservir (par exemple, les montagnes, les déserts, les jungles et les îles) où il n'y a pas d'accès terrestre à la zone de service. Les services IMT fournis directement aux appareils des utilisateurs finaux par des

⁵⁶ Voir le livre blanc, "La stratosphère : Haute Altitude, Hautes Ambitions" (2020), *disponible* - à <https://www.loon.co/resources/content-library/>.

⁵⁷ Voir Salvatore Candido, "312 jours dans la Stratosphère", Loon Blog (28 octobre 2020), *disponible* à <https://medium.com/loon-for-all/312-days-in-the-stratosphere-5c50bd233ec5>.

⁵⁸ Voir Alliance Dynamique sur le Spectre, " Spectre dynamique pour les réseaux aérospatiaux " (24 novembre 2020), *disponible* à <http://dynamicspectrumalliance.org/dynamic-spectrum-aerospace-networks/>; Brian Barritt et Vint Cerf, " Loon SDN : Applicabilité à l'Architecture de communications aérospatiales de nouvelle génération de la NASA ", 2018 IEEE Conférence aérospatiale, *disponible* à [https://research.google/pubs/pub47138/...](https://research.google/pubs/pub47138/)

stations de base fonctionnant dans la stratosphère sont connus sous le nom de stations de base IMT de haute altitude ou HIBS. Les HAPS sont également testées pour la connectivité 5G aux utilisateurs finaux.

- Le système HAPS peut potentiellement permettre de réduire le coût de la connectivité et d'accélérer le déploiement dans des zones longtemps laissées du mauvais côté de la fracture numérique.
- Deuxièmement, les HAPS peuvent être utilisées pour assurer la préparation aux catastrophes lorsque les réseaux terrestres ont été touchés ou qu'une capacité supplémentaire est nécessaire. Les HAPS ont déjà été utilisées pour connecter des centaines de milliers de personnes touchées après des inondations, des ouragans, des tremblements de terre et pendant la pandémie de COVID-19.
- Troisièmement, le système HAPS peut également être utilisé pour fournir une liaison fixe sans fil pour des cas d'utilisation industrielle, comme la liaison à haut débit ou la connectivité à l'Internet des objets dans les secteurs de l'énergie et de l'agriculture.

La technologie HAPS devrait contribuer à accélérer la réduction de la fracture numérique entre l'Afrique rurale et l'Afrique urbaine et à soutenir les situations d'urgence dans la région africaine.

S2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

1. Exigence du spectre

Conformément au numéro **4.23** du RR, les transmissions à destination ou en provenance de stations de plate-forme à haute altitude doivent être limitées aux bandes spécifiquement identifiées dans l'Article 5. (CMR-12). Les bandes de fréquences identifiées pour les HAPS dans la Région 1 ou dans les pays africains sont énumérées dans le **tableau** ci-dessous.

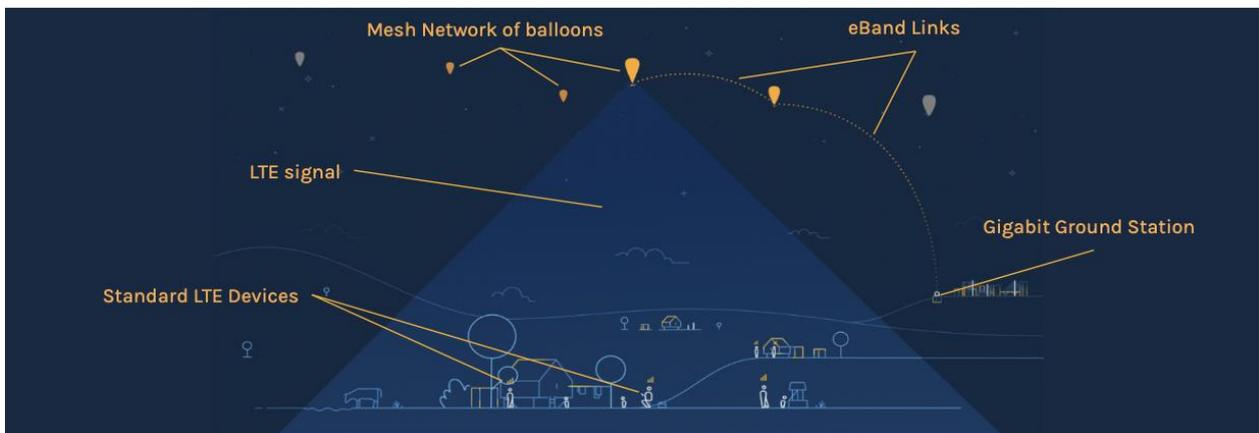
Tableau 13 : Les bandes de fréquences identifiées pour les HAPS dans la Région 1 ou les pays africains

| Gamme de fréquences (MHz) | Service | Zone géographique | Direction | Référence |
|---------------------------|---------|-----------------------------------|----------------------------|--|
| 1 885 - 1 980 | Mobile | Le monde entier | Liaison montante | RR n° 5.388A , Résolution 221 (Rév.CMR-07) |
| 2 010 - 2 025 | Mobile | Régions 1 et 3 | Liaison montante | RR n° 5.388A , Résolution 221 (Rév.CMR-07) |
| 2 110- 2 170 | Mobile | Régions 1 et 3 | Liaisons bidirectionnelles | RR n° 5.388A , Résolution 221 (Rév.CMR-07) |
| 6 440 - 6 520 | Fixe | Pays dans le RR No. 5.457 | Liaison descendante | RR n° 5.457 , Résolution 150 (CMR-12) |
| 6 560 - 6 640 | Fixe | Pays dans le RR No. 5.457 | Liaison montante | RR n° 5.457 , Résolution 150 (CMR-12) |
| 27 900 - 28 200 | Fixe | Pays dans le RR No. 5.537A | Liaison descendante | RR n° 5.537A , Résolution 145 (Rév.CMR-19) |

| Gamme de fréquences (MHz) | Service | Zone géographique | Direction | Référence |
|------------------------------------|---------|-------------------|----------------------------|--|
| 31 000 - 31 300 | Fixe | Le monde entier | Liaisons bidirectionnelles | RR n° 5.543B , Résolution 167 (CMR-19) |
| 38 000 - 39 500 | Fixe | Le monde entier | Liaisons bidirectionnelles | RR n° 5.550D , Résolution 168 (CMR-19) |
| 47 200 - 47 500 et 47 900 - 48 200 | Fixe | Le monde entier | Liaisons bidirectionnelles | RR n° 5.552A , Résolution 122 (Rév.CMR-19) |

En outre, la CMR-23 a examiné et permis de définir, au titre du point 1.4 de l'ordre du jour, les conditions d'utilisation des HAPS comme IMT (HIBS) dans le service mobile dans certaines bandes de fréquences inférieures à 2,7 GHz déjà identifiées pour les IMT au niveau mondial ou régional.

Afin de fournir une capacité adéquate aux utilisateurs finaux, le système HAPS doit avoir accès à la liaison terrestre (*liaison secondaire / de raccordement*) et au spectre d'accès. Cette figure décrit un réseau HAPS actuellement déployé en Afrique qui utilise la bande E pour la liaison de retour et le LTE pour le spectre d'accès :



Source : Loon

Avant 2021, des essais de HAPS ont été réalisés dans certaines régions d'Afrique en utilisant la bande E (71-76 GHz/81-86 GHz) pour des connexions de liaisons terrestres point à point - à la fois entre les stations HAPS aéroportées, et entre une station HAPS aéroportée et une station terrestre. -. Ces systèmes utilisent la liaison montante 81-86 GHz, couplée à la liaison descendante 71-76 GHz, avec une largeur de bande de canal de 2 x 750 MHz pour assurer une capacité suffisante. L'utilisation de liaisons à "faisceau crayon" dans la bande E garantit que ces liaisons de raccordement stratosphériques peuvent coexister avec les utilisateurs actuels et futurs de la bande avec un faible risque d'interférence. Il convient toutefois de noter que les bandes 71-76 GHz/81-86 GHz ne sont pas identifiées pour une utilisation HAPS dans le Règlement des radiocommunications de l'UIT. À l'avenir, les HAPS pourront être déployées en utilisant d'autres bandes de fréquences pour les services fixes par liaisons terrestres, telles que 31-31.3 GHz, 42.2-47.5 GHz/47.9-48.2 GHz,.

En ce qui concerne l'accès, les systèmes HAPS peuvent utiliser le spectre LTE en dessous de 2,7 GHz (par exemple, les bandes de fréquences de 700 et 900 MHz comme identifiés par la CMR-23 , qui sont sous licence d'opérateurs locaux partenaires pour assurer la connectivité entre les plateformes aériennes et l'équipement utilisateur (c'est-à-dire les smartphones

4G/LTE traditionnels). L'utilisation d'un spectre déjà concédé sous licence permet aux opérateurs de réseaux mobiles d'utiliser le système HAPS pour étendre leurs réseaux rapidement et à moindre coût dans des zones où l'infrastructure au sol est soit trop chère, soit trop difficile à déployer. Les tests et les propositions de recherche actuels explorent également l'utilisation du spectre IMT 5G pour fournir un accès aux utilisateurs finaux, afin de s'assurer que les populations rurales et éloignées ne soient pas laissées du mauvais côté de la fracture numérique.

2. Exigence de la licence

Cette section donne un aperçu de haut niveau du cadre d'octroi de licences recommandé pour permettre un déploiement rapide des HAPS dans toute l'Afrique. Pour obtenir le spectre nécessaire, un fournisseur HAPS ou son partenaire opérateur de réseau (par exemple, un MNO ou un opérateur de réseau de fibres) utilisera sa licence existante ou fera une demande auprès d'un régulateur national pour obtenir l'autorisation de spectre mobile nécessaire, selon les circonstances.

2.1 Licence d'utilisation du spectre pour des liaisons terrestres

- a. Intégrer les liaisons terrestres HAPS dans le cadre actuel des licences pour les systèmes fixes point à point

L'UIT a reconnu que les liaisons terrestres HAPS relèvent du service fixe. Étant donné que les liaisons HAPS point à point présentent les mêmes caractéristiques techniques générales que les liaisons terrestres point à point et sont généralement utilisées pour étendre les réseaux terrestres, il est préférable de considérer les HAPS comme faisant partie du service terrestres. Pour prendre en compte les HAPS dans le cadre des services fixes, les modèles traditionnels d'octroi de licences pour les liaisons point à point peuvent être modifiés pour inclure des paramètres techniques permettant l'enregistrement des liaisons entre une station au sol et une plate-forme stratosphérique. Ces paramètres techniques supplémentaires comprendraient la portée en élévation et la portée en azimuth de la liaison sol-air pour créer un cône inversé tridimensionnel autour de la station au sol qui pourrait être utilisé pour la coordination des interférences. L'utilisation de ces paramètres supplémentaires permettra aux régulateurs d'intégrer efficacement le système HAPS dans les cadres d'autorisation existants sans avoir à créer un cadre HAPS distinct.

- b. Adopter l'octroi de licences de lumière auto coordonnées pour le spectre de liaison terrestre

Afin de promouvoir le déploiement rapide des HAPS, nous recommandons l'adoption d'un cadre d'auto-coordination des licences pour les liaisons de service fixe dans les bandes de fréquences où les réseaux HAPS fonctionnent aujourd'hui ou fonctionneront à l'avenir. Par exemple, l'auto-coordination du spectre des ondes millimétriques, comme la bande E, est un modèle éprouvé qui favorise l'innovation et l'utilisation efficace du spectre, et qui a été

adopté par un certain nombre d'administrations, notamment aux États-Unis, pour coordonner les liaisons fixes point à point à faisceau étroit.⁵⁹

Les approches de gestion auto-coordonnée sont soutenues par des bases de données d'enregistrement des liaisons en ligne et des mécanismes de coordination automatisés pour la gestion des interférences que les titulaires de licence utilisent pour télécharger les demandes de licence et obtenir des informations sur les emplacements des liaisons disponibles, ainsi que des détails sur les utilisations existantes du spectre qui doivent être protégées des interférences.⁶⁰ Il est important de noter que ces bases de données peuvent être étendues pour incorporer d'autres services nouveaux et émergents, tels que le mobile et le satellite, avec des changements minimes pour maximiser l'efficacité et promouvoir la coexistence. Ces bases de données peuvent être gérées par une administration ou un gestionnaire de base de données tiers, et mises à disposition en ligne.

Un processus typique pour l'octroi de licences de lumière auto-coordonnée (en utilisant la bande E comme modèle) est le suivant :

1. Le demandeur sollicite une licence non exclusive, pluriannuelle et nationale, qui autorise le titulaire de la licence à enregistrer des liaisons sans fil point à point sur une base nationale.
2. Lorsque la licence nationale est accordée, le titulaire de la licence peut enregistrer des liaisons individuelles en bande E, ainsi que leurs caractéristiques techniques, dans une base de données de liaisons automatisée d'un tiers pour obtenir l'autorisation de procéder. Lorsqu'il soumet une liaison, le demandeur doit effectuer une coordination automatisée, qui soit approuvera la liaison proposée, soit exigera du demandeur qu'il déplace la liaison afin qu'elle n'interfère pas avec les liaisons existantes.
3. Lorsque la demande est approuvée, le lien est enregistré dans la base de données selon le principe du premier arrivé, premier servi.

Cette approche présente un certain nombre d'avantages pour les administrations comme pour les fournisseurs, notamment une planification des réseaux et une utilisation du spectre plus efficaces et la possibilité d'un partage dynamique du spectre dans les bandes d'ondes millimétriques.

- c. Adopter un barème de redevances forfaitaires par liaison pour le spectre de liaison terrestre HAPS

Afin de promouvoir le déploiement des HAPS, les frais de spectre doivent être prévisibles et raisonnables. Diverses juridictions ont adopté des cadres d'octroi de licences pour le spectre

⁵⁹ David Abecassis, Janette Stewart, and Alex Reichl, "Review of Spectrum Management Approaches for E-Band (70/80GHz) in Selected Markets," Analysys Mason (Jan. 5, 2016) (noting that the FCC was "the first regulator to implement a self-coordinated, light licensed regime in E-Band," which has "led the way for other regulators worldwide to adopt similar approaches," including India, New Zealand, Nigeria, Sweden, and the United Kingdom).

⁶⁰ Alliance pour le spectre dynamique, "Coordination automatisée des fréquences : Un outil établi pour la gestion moderne du spectre", 18-20 (mars 2019), disponible à http://dynamicspectrumalliance.org/wp-content/uploads/2019/03/DSA_DB-Report_Final_03122019.pdf.

des ondes millimétriques avec des frais forfaitaires raisonnables par liaison, comme dans la bande E. Une redevance forfaitaire permet aux fournisseurs de prévoir les coûts et de déployer efficacement les liaisons de raccordement de la plateforme Internet stratosphérique, et ce cadre de redevance du spectre s'aligne sur le cadre que d'autres régulateurs nationaux ont utilisé pour les liaisons sol-plateforme.

2.2 Spectre mobile pour la connectivité basée sur HAPS

Les HAPS ont également besoin d'un accès rapide au spectre mobile pour fournir des services aux utilisateurs finaux, que ce soit pour la connectivité rurale, en réponse à des situations d'urgence ou pour démontrer les capacités de la technologie. Conformément au Règlement des radiocommunications, dans la Région 1, les bandes de fréquences 1 885 - 1 980 MHz, 2 010 - 2 025 MHz, 2 110 - 2 170 MHz sont actuellement identifiées comme spectre mobile pour les HAPS.

Pour faciliter le déploiement rapide des services IMT dans les zones rurales actuellement dépourvues de connectivité, les administrations peuvent autoriser les opérateurs de réseaux mobiles à utiliser leurs licences d'accès au spectre existantes pour fournir des services aux utilisateurs finaux via des plateformes en haute altitude.

Les licences spéciales (c'est-à-dire temporaires) constituent un autre exemple d'octroi de licences d'utilisation du spectre mobile pour promouvoir le déploiement HAPS. Elles peuvent faciliter l'accès rapide au spectre LTE pour les interventions d'urgence et le rétablissement. Si de nombreux États membres de l'UAT ont déjà mis en place une procédure d'obtention de licences spéciales (temporaires), celles-ci ne permettent généralement qu'une autorisation temporaire pour un nombre limité de jours non extensibles, ce qui est souvent insuffisant pour la connectivité d'urgence.

Pour tenir compte du cas unique de la préparation aux catastrophes, nous recommandons un modèle harmonisé de licence spéciale (c'est-à-dire temporaire) qui prévoit :

1. Une licence temporaire d'une durée maximale de 12 mois, prolongeable pour la même période, afin de limiter la charge administrative et de garantir que les licences sont en place bien avant une catastrophe ;
2. L'autorité réglementaire doit accorder rapidement la licence pour les communications en cas de catastrophe ;
3. Dans la mesure du possible, une licence conforme au tableau national d'attribution des fréquences ;
4. Priorité aux radiocommunications liées aux catastrophes par rapport aux autres services fournis par les utilisateurs des fréquences nécessaires.

3. Homologation du type d'équipement

L'acceptation de la déclaration de conformité des fournisseurs (SDOC) a fonctionné dans de nombreuses régions pour l'autorisation des équipements dans le but d'une approbation rapide du type d'équipement. Cela facilitera le déploiement des réseaux et la préparation aux situations d'urgence en permettant aux fournisseurs de déployer plus rapidement les infrastructures terrestres nécessaires.

S2(3) : RECOMMANDATIONS

L'harmonisation des cadres réglementaires dans les États membres de l'UAT permettrait aux fournisseurs de services innovants de déployer rapidement des équipements et des services pour faciliter la connectivité d'urgence et non urgente en Afrique. Avant tout, les politiques en matière de spectre devraient être flexibles afin que les HAPS ne soient pas empêchés d'accéder au spectre ou de le partager avec d'autres plateformes.

Afin de favoriser une mise en œuvre harmonisée des HAPS en Afrique, l'UAT recommande aux États membres de :

1. **Adopter**, sous les auspices de l'UAT, une approche harmonisée, souple et rationalisée de l'octroi de licences d'utilisation du spectre qui tienne compte des plates-formes Internet stratosphériques dans les cadres de services fixes existants pour les bandes où les HAPS fonctionnent ou pourraient fonctionner à l'avenir ;
2. **Adopter** un cadre d'octroi de licences d'utilisation du spectre auto-coordonné pour le spectre utilisé pour les liaisons terrestres de la plate-forme Internet stratosphérique en tenant compte des exigences techniques et opérationnelles indiquées dans le Règlement des radiocommunications;
3. **Envisager d'**appliquer un tarif forfaitaire par lien ;
4. **Accepter la** déclaration de conformité des fournisseurs (SDOC) pour une homologation rapide du type d'équipement ;
5. **Envisager de** développer/adopter des pré-homologations d'importation et un dédouanement simplifié ;
6. **Envisager la** fabrication et l'assemblage de la HAPS et de ses dispositifs connexes sur le continent ;
7. **Envisager d'**autoriser les opérateurs de réseaux mobiles à utiliser leurs licences d'accès au spectre existantes pour fournir des services aux utilisateurs finaux par le biais de HAPS, afin de soutenir le principe de neutralité technologique des licences d'accès au spectre et sous réserve du respect des conditions techniques ;
8. **Adopter** une licence spéciale (temporaire) pour permettre l'accès rapide au spectre mobile et fixe afin de pouvoir fournir des services aux utilisateurs finaux en cas d'urgence, et pour les essais de réseaux commerciaux ;
9. **Effectuer des** examens réguliers des technologies, environ tous les cinq ans, qui analysent l'environnement pour connaître les tendances d'utilisation des technologies existantes afin de déterminer si elles disposent de suffisamment ou de trop de spectre, tout en libérant du spectre pour l'innovation et les nouvelles technologies.

Section 3

LES APPLICATIONS SATELLITAIRES :

**Stations terrestres en mouvement dans
le cadre du service fixe par satellite**

(SFS ESIM)

et

**Applications du service mobile par
satellite**

(SMS)

et

**Terminaux à très petite ouverture et
autres applications dans le cadre du
service fixe par satellite**

(SFS VSAT et autres applications)

Introduction

1. Pour permettre l'introduction en temps opportun de nouvelles technologies satellitaires, il est utile d'harmoniser et de rationaliser au niveau régional les dispositions réglementaires applicables à certains types de terminaux d'utilisateurs de satellites, destinés à des applications fixes ou mobiles et présentant des caractéristiques techniques et opérationnelles similaires (par exemple, les ESIM/ VSAT). Une façon d'encourager l'expansion des technologies satellitaires existantes et le déploiement de nouvelles technologies est d'encourager l'octroi de licences globales ou par catégorie, ainsi que la libre circulation des ESIM étrangers en visite. Il s'agit également de permettre une disponibilité plus rapide des applications à large bande/largeur de bande élevée pour répondre à la demande, y compris les services à haute capacité alimentés par satellite qui soutiennent les utilisateurs finaux (par exemple, les liaisons de retour pour les communications terrestres).
2. Voici quelques exemples de pratiques d'octroi de licences qui contribuent à rationaliser le processus d'autorisation et, par conséquent, la fourniture de nouveaux services :
 - Le processus d'octroi de licences doit être harmonisé, dans la mesure du possible, entre les pays membres.
 - Licences pour les terminaux d'utilisateurs nationaux sans qu'il soit nécessaire d'obtenir une autorisation individuelle pour chaque terminal (par exemple, sur la base d'une licence globale).
 - Libre circulation des ESIM étrangères en visite, sur la base de la reconnaissance mutuelle des autorisations délivrées par d'autres pays
 - Les administrations doivent prendre les mesures appropriées pour publier en temps utile les procédures d'autorisation d'exploitation des terminaux d'utilisateurs dans leur pays.
 - Désignation des fréquences pertinentes à utiliser par les terminaux d'utilisateurs de satellites sur une base nationale, régionale ou internationale.
 - Des droits d'utilisation du spectre raisonnables, tenant également compte de la grande quantité de bande passante utilisée par les systèmes fonctionnant dans les bandes de fréquences supérieures
3. Par ailleurs, les opérateurs de satellites doivent veiller à ce que l'exploitation de services par satellite et de stations terrestres de transmission sur le territoire d'une administration ne soit effectuée que si elle est autorisée par cette administration et, lorsqu'une administration identifie la présence d'une exploitation non autorisée sur son territoire, les opérateurs de satellites et/ou les fournisseurs de services doivent prendre toutes les mesures appropriées pour mettre fin à ces transmissions non autorisées, conformément à l'article 18 du RR et à la Résolution 22 (CMR-19).
4. Le titulaire de la licence (par exemple, le fournisseur de services) et l'opérateur de satellites doivent également s'assurer qu'ils ont la capacité de limiter l'exploitation de ces stations

terriennes au territoire ou aux territoires des administrations ayant autorisé ces stations terriennes et de se conformer à l'article 18 du Règlement des radiocommunications de l'UIT.

Sous-section 3-1

Stations terriennes en mouvement dans le cadre du service fixe par satellite (SFS ESIM)

Contenu de la présente sous-section

SS3-1(1) : INTRODUCTION

SS3-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

- a. Services et aspects technologiques
- b. Aspects techniques et opérationnels
- c. ESIM en bande Ka dans un OSG SFS
- d. ESIM en bande Ka fonctionnant avec des réseaux non-OSG SFS
- e. ESIM en bande Ku fonctionnant avec des réseaux OSG SFS
- f. ESIM en bande Ku dans un non-OSG SFS
- g. Cadres réglementaires existants

SS3-1(3): RECOMMANDATIONS

- a. Aspects généraux
- b. Aspects liés à l'autorisation
- c. Aspects du spectre
- d. Exigences techniques et opérationnelles
- e. Impact socio-économique

SS3-1(1): INTRODUCTION

1. Il existe aujourd'hui une demande mondiale et une croissance prévue pour les communications à large bande, y compris les exigences de connectivité pour les utilisateurs à bord d'avions, de navires et de véhicules en mouvement. Les terminaux utilisateurs par satellite fournissent la connectivité à l'Internet pour répondre à cette demande, à la fois sur des sites fixes et en mouvement, dans des zones urbaines, suburbaines, rurales et éloignées du monde entier.
2. Les Stations terriennes en mouvement (ESIM) sont des terminaux d'utilisateurs de satellites fonctionnant avec des Réseaux du service fixe par satellite (SFS) utilisant certaines des bandes de fréquences attribuées au SFS, avec de petites antennes directionnelles, qui fournissent des services de communication à large bande. Les terminaux peuvent être montés sur des avions, des navires ou des véhicules terrestres en mouvement.
3. Par conséquent, l'expression (ESIM) se réfère à la désignation collective des stations terriennes fonctionnant dans différents environnements que les administrations autorisent déjà à transmettre en mouvement. Ces stations terriennes fournissent une connectivité à large bande omniprésente sur terre (ESIM terrestre), d'un quai à l'autre pour le secteur maritime (ESIM maritime) et d'une porte à l'autre pour l'aviation (ESIM aéronautique), tout en communiquant avec des stations spatiales sur la base des autorisations des administrations nationales et des conditions locales d'octroi de licences. Notant que les stations terriennes en mouvement qui utilisent la bande Ku sont également appelées stations terriennes montées sur véhicule (VMES), stations terriennes sur navire (ESV) et stations terriennes aéronautiques (AES).
4. Aujourd'hui, toutes les stations terriennes utilisées en mouvement utilisent les bandes de fréquences Ku et Ka, cependant, les règles et les régimes d'utilisation du spectre pour la bande Ka et la bande Ku sont différents. Le présent document maintient la séparation des deux bandes afin d'expliquer les différences et d'éviter toute confusion. Il traite en outre uniquement de l'utilisation des fréquences attribuées aux parties du SFS dans le cadre desquelles l'exploitation des ESIM est autorisée par le Règlement des radiocommunications.
5. En outre, l'utilisation de l'ESIM dans les bandes Q/V est en étude dans le cycle d'étude de la CMR-27 à travers le point 1.1 de l'ordre du jour conformément à la [Résolution 176](#) (CMR 23).
6. Les ESIM étaient initialement appelées stations terriennes sur plates-formes mobiles (ESOMP). La CMR-15 a renommé les ESOMP en ESIM, car ce terme décrit mieux le fonctionnement de ce type de stations terriennes.
7. Divers types de terminaux satellitaires sont utilisés à bord des navires et des avions depuis les années 1980. Fonctionnant initialement sur des systèmes de service mobile par satellite (SMS) dans la bande L, ces terminaux fournissaient des services à bande étroite modestes (voix et faibles débits de données). De nouvelles capacités technologiques, adoptées par les

concepteurs de satellites et les fabricants d'équipements terminaux, ont permis le développement de petits terminaux plus efficaces sur le plan spectral, capables de fournir des communications à large bande pour prendre en charge la voix, la vidéo, les données à haut débit et l'accès à l'Internet.

8. Les ESIM permettent de fournir des communications à large bande à haut débit de données à des plateformes mobiles qui ne peuvent souvent pas être desservies par d'autres technologies de communication par satellite. Les ESIM sont utilisés pour fournir une connectivité à large bande aux avions, aux navires, aux trains et aux véhicules en mouvement en utilisant les mêmes bandes de fréquences, satellites, faisceaux et stations de contrôle que ceux utilisés pour fournir des services à large bande via des stations terriennes fixes. En particulier, la connectivité via ESIM fournit des services Internet à large bande aux exploitants de navires et d'avions, aux fournisseurs de services, aux équipages, aux passagers et aux premiers intervenants.
9. L'ESIM permet aux gouvernements, aux médias, aux entreprises et aux autres utilisateurs finaux de s'appuyer sur des communications mobiles mondiales, avec une flexibilité et une fiabilité accrue, y compris dans les régions reculées du globe. Cela présente un intérêt particulier pour l'industrie maritime (commerce, croisière, pêche) ainsi que pour les utilisateurs aéronautiques (affaires, transport et passagers), qui ne disposaient traditionnellement que d'options de connectivité limitées. Les opérations de transport bénéficieront de l'amélioration des services qu'elles peuvent offrir à leurs clients, par exemple la diffusion de vidéos en continu, la connectivité internet aux appareils électroniques personnels, la numérisation de la flotte, les mises à jour de logiciels et de micro logiciels, ainsi que la réduction de l'empreinte carbone de l'avion, du navire ou du véhicule. L'ESIM facilitera également les applications liées aux infrastructures critiques, aux communications en cas de catastrophe, aux communications d'entreprise, à la télémédecine, à la collecte de nouvelles par satellite et à d'autres communications à distance qui ont une incidence positive sur l'efficacité et la qualité de vie des utilisateurs.
10. Selon la bande de fréquences et le type de réseau satellitaire, la nature de la fourniture d'une connectivité satellitaire à des plates-formes mobiles nécessite une réglementation minutieuse pour garantir la protection des services en place (terrestres-satellites) dans les pays voisins ou survolés, ainsi que celle des autres services spatiaux qui partagent la même bande de fréquences. Par conséquent, les opérations ESIM doivent se conformer aux exigences techniques et opérationnelles des pays dans lesquels elles se déroulent.
11. Les réseaux SFS en bande Ka qui utilisent une technologie avancée sont disponibles et capables de répondre aux exigences de connectivité de l'ESIM, y compris les applications à très haut débit (VHT) et à ultra haut débit (UHT). Ces systèmes SFS fonctionnent au sein de réseaux de satellites géostationnaires (OSG) et non géostationnaires (non-OSG). La bande Ku offre également des avantages similaires et propose des services de connectivité similaires dans le monde entier depuis des décennies.

12. Les administrations africaines doivent rationaliser le cadre réglementaire de ces opérations, en particulier pour le déploiement national et pour les ESIM qui circulent en utilisant la reconnaissance mutuelle des certifications des équipements ESIM d'autres régions, y compris l'homologation de type. La rationalisation de ces processus facilite l'introduction de l'ESIM au niveau national et permet un déplacement sans heurts de l'ESIM au sein de la région en tenant compte de la souveraineté nationale des administrations.
13. La présente recommandation n'aborde pas les aspects liés au spectre pour la mise en œuvre et l'utilisation de l'ESIM dans les bandes de fréquences envisagées pour les futures CMR (bande Q/V étudiée pour la CMR-27 au titre du point 1.1 de l'ordre du jour). Les éléments sur les bandes de fréquences concernées fournis dans certaines parties du document, le sont uniquement à titre d'information.

SS3-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

a. Services et aspects technologiques

1. La figure ci-dessous illustre certains des cas d'utilisation de l'ESIM.

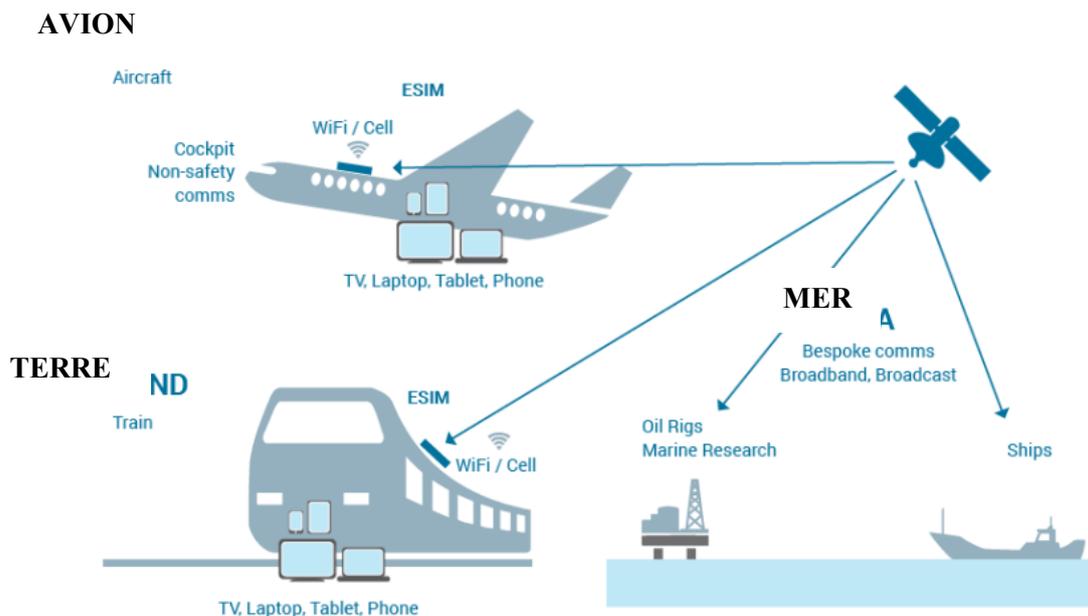


Figure 10 : Quelques cas d'usage de l'ESIM

2. De plus en plus, les ESIM à bord des avions sont utilisés pour connecter certaines fonctions des compagnies aériennes, par exemple, le sac de vol électronique, les capteurs de la flotte d'avions et autres. Cette tendance s'observe également pour les applications mobiles maritimes et terrestres.
3. Les progrès de la technologie des antennes de satellite, notamment la mise au point d'antennes stabilisées capables de maintenir un haut degré de précision de pointage même en cas de déplacement rapide, ont permis le développement de terminaux d'utilisateur présentant des caractéristiques de pointage très stables, même en mouvement. En outre,

des antennes hautement directionnelles permettent aux ESIM se déplaçant jusqu'à 1 000 km/h d'envoyer avec précision des informations aux réseaux GSO et NGSO sans interférer avec d'autres services dûment autorisés, tout en offrant une connectivité à large bande.

4. Les ESIM sont conçus pour fonctionner dans le même environnement de brouillage et respecter des exigences techniques d'exploitation et des contraintes réglementaires similaires à celles des stations terriennes non coordonnées du SFS. Les ESIM peuvent fonctionner dans certaines bandes où il existe également des services terrestres. Ces opérations sont soumises aux exigences définies dans le Règlement des Radiocommunications et à une méthodologie actuellement élaborée par le groupe de travail de l'UIT-R compétent (par exemple, les limites de la puissance surfacique au sol pour les ESIM aéronautiques sur les aéronefs à différentes altitudes au-dessus de la Terre ; la puissance surfacique à terre ou la distance minimale au large des côtes pour les ESIM sur les navires et la p.i.r.e. d'émission maximale pour les ESIM maritimes).

b. Aspects techniques et opérationnels

5. Les exigences techniques et opérationnelles pour l'exploitation de l'ESIM avec les réseaux du SFS OSG sont basées sur les caractéristiques définies dans le Règlement des Radiocommunications. En outre, certains cadres régionaux tels que la CEPT, l'EACO et la CRASA définissent également les réglementations ESIM. Ces caractéristiques techniques et opérationnelles couvrent des aspects tels que les techniques permettant de suivre les satellites SFS prévus, d'éviter les interférences avec les satellites adjacents et de respecter la limite de p.i.r.e. hors axe. En se conformant à ces dispositions, l'ESIM peut réutiliser efficacement le spectre qui est simultanément utilisé par d'autres réseaux SFS.

c. ESIM en bande Ka dans un SFS OSG

6. Plusieurs CMR ont envisagé des réglementations internationales pour l'ESIM en bande Ka pour la fourniture de services à large bande par satellite :
 - La CMR-15 a validé le cadre technique pour les opérations OSG ESIM, dans les bandes 19,7-20,2 GHz et 29,5-30 GHz⁶¹.
 - La CMR-19 a encore élargi le cadre de la CMR-15 et a validé l'utilisation de l'ESIM avec les réseaux du SFS OSG dans les bandes 27,5-29,5 GHz et 17,7-19,7 GHz.⁶² Le renvoi 5.517A et la Résolution 169 (CMR-19) établissent les conditions techniques et réglementaires dans lesquelles l'ESIM doit fonctionner.

⁶¹ Voir le Règlement des Radiocommunications de l'UIT, note de bas de page 5.527A et la Résolution 156 (CMR-15, Genève) "Utilisation des bandes de fréquences 19,7-20,2 GHz et 29,5-30 GHz par les stations terriennes en mouvement communiquant avec des stations spatiales géostationnaires du service fixe par satellite", considérant e), point 1.1 du décide.

⁶² Voir le Règlement des Radiocommunications de l'UIT, note de bas de page 5.517A et la Résolution 169 (CMR-19, Charm el-Cheikh) "Utilisation des bandes de fréquences 17,7-19,7 GHz et 27,5-29,5 GHz par les stations terriennes en mouvement communiquant avec des stations spatiales géostationnaires du service fixe par satellite", décide 6.

7. Les principales caractéristiques techniques et opérationnelles de l'ESIM qui ont été développées concernent entre autres :

- la petite taille des antennes utilisées et la nécessité de maintenir le faisceau de l'antenne dans le masque de densité de la p.i.r.e. hors axe et d'inhiber les transmissions si le pointage de l'antenne dépasse le seuil opérationnel requis ;
- le système de poursuite qui est nécessaire pour maintenir en permanence la précision de pointage à $\pm 0,2$ degrés par rapport au satellite visé ;
- la coordination entre les satellites et les constellations de satellites, et
- fonctionnement sous le contrôle d'un système de gestion de réseau.

d. ESIM en bande Ka fonctionnant avec des réseaux SFS NON-OSG

8. En termes d'aspects techniques et opérationnels, les NON-OSG ESIM en bande Ka se caractérisent également par de petites antennes, des systèmes de poursuite, un fonctionnement sous le contrôle d'un système de gestion de réseau et une coordination du réseau de satellites.

9. La CMR-23 a validé le cadre technique pour les opérations NGSO ESIM, dans la bande Ka63. La note de bas de page 5.517B et la Résolution 123 (CMR-23) établissent les conditions techniques et réglementaires dans lesquelles les ESIM doivent fonctionner.

10. Le cadre réglementaire couvrant le NON-OSG ESIM en bande Ka existe déjà dans d'autres juridictions. Plus de détails au point 18 ci-dessous.

e. ESIM en bande Ku fonctionnant avec des réseaux OSG SFS

11. Les principaux aspects techniques et opérationnels de l'utilisation de stations terriennes sur des navires (ESV)/ESIM dans la bande 14-14,5 GHz (Terre-espace) (Bande Ku) sont les suivants :

- la distance minimale de la laisse de basse mer officiellement reconnue par l'État côtier au-delà de laquelle l'ESV peut opérer sans l'accord préalable d'une administration est de 125 Km dans la bande 14-14,5 GHz.
- le diamètre minimal de l'antenne de l'ESV est de 0,6 m.
- la précision de pointage est maintenue à $\pm 0,2$ degrés par rapport au satellite cible à tout moment, et
- la p.i.r.e maximale de l'ESIM vers l'horizon est de 16,3 dBW.

12. Les prescriptions techniques et opérationnelles applicables aux stations terriennes d'aéronef (AES) utilisant les réseaux SFS dans la bande 14-14,5 GHz (Terre vers espace) sont spécifiées dans la Recommandation UIT-R M.1643.

⁶³ Voir la note de bas de page 5.517B du Règlement des Radiocommunications de l'UIT et la résolution 123 (CMR-23, Dubaï) « Utilisation des bandes de fréquences 17,7-18,6 GHz, 18,8-19,3 GHz et 19,7-20,2 GHz (espace vers Terre) et 27,5-29,1 GHz et 29,5-30 GHz (Terre vers espace) par les stations terriennes aéronautiques et maritimes en mouvement communiquant avec des stations spatiales non géostationnaires du service fixe par satellite ».

13. La CMR-23 a validé le cadre technique de fonctionnement des ESIM OSG dans la bande 12,75-13,25 GHz dans la bande Ku⁶⁴.

f. ESIM en bande Ku dans un SFS NON-OSG

14. Il n'existe actuellement aucune réglementation mondiale/UIT régissant l'exploitation de l'ESIM dans le SFS NON-OSG en bande Ku. Au sein de la CEPT, des rapports ont été élaborés sur les conditions techniques et opérationnelles de l'exploitation de l'ESIM pour les systèmes SFS NON-OSG dans les bandes de fréquences 10,7 - 12,75 GHz (espace vers Terre) et 14 - 14,5 GHz (Terre vers espace). De plus amples détails sont fournis au point 17 ci-dessous.

15. La CMR-23 a inclus un point préliminaire à l'ordre du jour de la CMR-31 sur l'« Étude de l'utilisation possible de la bande de fréquences 12,75-13,25 GHz par les stations terriennes aéronautiques et maritimes en mouvement communiquant avec les stations spatiales non géostationnaires du service fixe par satellite (Terre vers espace) », conformément à la Résolution 133.

g. Cadres réglementaires existants

16. Dans l'ensemble, le cadre d'exploitation technique existant de l'UIT-R, ainsi que ceux des autorités réglementaires régionales et nationales, présentent des exemples de la manière dont les ESIM peuvent fonctionner dans les environnements où ils peuvent se déplacer et protéger les autres opérateurs et services, le cas échéant.

17. Le corpus existant de documents réglementaires de l'UIT sur l'ESIM comprend :

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|---|--|---|
| Résolution 22 de l'UIT-R (CMR-19) | Mesures visant à limiter les transmissions non autorisées sur les liaisons montantes à partir des stations terriennes | - |
| Bande Ku | | |
| Résolution 902 de l'UIT-R (CMR-03) | Dispositions relatives aux stations terriennes situées à bord des navires qui fonctionnent dans les réseaux du service fixe par satellite dans les bandes de liaison montante 5 925-6 425 MHz et 14-14,5 GHz | 5 925-6 425 MHz 14-14,5 GHz (Terre-Espace) |
| Renvoi 5.496A Résolution 121 (CMR-23) | Utilisation de la bande de fréquences 12,75-13,25 GHz par les stations terriennes en mouvement à bord d'aéronefs et de navires communiquant avec des stations spatiales géostationnaires du service fixe par satellite | 12,75 – 13,25 GHz (Terre vers espace) |
| Recommandation UIT-R M.1643 | Prescriptions techniques et opérationnelles applicables aux stations terriennes d'aéronef du service mobile aéronautique par satellite, y | 14-14,5 GHz (Terre-Espace) |

⁶⁴ Voir la note de bas de page 5.496A du Règlement des Radiocommunications de l'UIT et la Résolution (CMR 23, Dubaï) « Utilisation de la bande de fréquences 12,75-13,25 GHz par les stations terriennes en mouvement à bord d'aéronefs et de navires communiquant avec des stations spatiales géostationnaires du service fixe par satellite ».

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|--|--|---|
| | compris celles utilisant les transpondeurs du réseau du service fixe par satellite dans la bande 14-14,5 GHz (Terre vers espace) | |
| <u>Recommandation UIT-R S.1587</u> | Caractéristiques techniques provisoires des stations terriennes à bord des navires fonctionnant dans les bandes de fréquences 5925-6425 MHz et 14-14,5 GHz qui sont attribuées au service fixe par satellite | 5925 - 6425 MHz 14.0 - 14.5 GHz (Terre-Espace) |
| <u>Recommandation UIT-R S.1857</u> | Méthodes d'estimation des niveaux de densité de p.i.r.e. hors axe et d'évaluation du brouillage causé aux satellites adjacents par les erreurs de pointage des stations terriennes montées sur véhicule dans la bande de fréquences de 14 GHz | |
| Bande Ka | | |
| <u>Règlement des radiocommunications, note de bas de page 5.527A</u> <u>Résolution 156 (CMR-15)</u> | Utilisation des bandes de fréquences 19,7-20,2 GHz et 29,5-30,0 GHz par des stations terriennes en mouvement communiquant avec des stations spatiales géostationnaires du service fixe par satellite | 19,7 - 20,2 GHz (Espace-Terre) 29.5 - 30.0 GHz (Terre-espace) |
| <u>Règlement des radiocommunications, note de bas de page 5.517A</u> <u>Résolution 169 (CMR-19)</u> | Utilisation des bandes de fréquences 17,7-19,7 GHz et 27,5-29,5 GHz par des stations terriennes en mouvement communiquant avec des stations spatiales géostationnaires du service fixe par satellite | 17,7 - 19,7 GHz (Espace vers Terre) 27,5 - 29,5 GHz (Terre vers Espace) |
| <u>Note de bas de page 5.517B du Règlement des Radiocommunications</u> <u>Résolution 123 (CMR-23)</u> | Utilisation des bandes de fréquences 17,7-18,6 GHz, 18,8-19,3 GHz et 19,7-20,2 GHz (espace vers Terre) et 27,5-29,1 GHz et 29,5-30 GHz (Terre vers espace) par les stations terriennes aéronautiques et maritimes en mouvement communiquant avec les stations spatiales non géostationnaires du service fixe par satellite | 17,7-18,6 GHz, 18,8-19,3 GHz et 19,7-20,2 GHz (espace vers Terre) et 27,5-29,1 GHz et 29,5-30 GHz (Terre vers espace) |
| <u>Rapport UIT-R S.2223-1</u> | Exigences techniques et opérationnelles pour les stations terriennes du SFS OSG sur des plates-formes mobiles dans les bandes de 17,3 à 30,0 GHz | 17,3-20,2 (Espace vers Terre) et 27,5-30,0 GHz (Terre vers espace) |
| <u>Rapport UIT-R S.2261</u> | Exigences techniques et opérationnelles pour les stations terriennes sur des plates-formes mobiles fonctionnant dans des systèmes du | 17,3 - 19,3, 19,7-20,2 GHz (espace vers |

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|---|---|---|
| | SFS non OSG dans les bandes de fréquences de 17,3 à 19,3, 19,7 à 20,2, 27 à 29,1 et de 29,5 à 30,0 GHz | Terre) 27- 29,1, 29,5 -30,0 GHz (Terre vers espace) |
| Règlement en cours d'élaboration | | |
| Bande Ku | | |
| Point préliminaire 2.3 de l'ordre du jour de la CMR-31/ Résolution 133 (CMR-23) | Etude de l'utilisation possible de la bande de fréquences 12,75-13,25 GHz par les stations terriennes aéronautiques et maritimes en mouvement communiquant avec les stations spatiales non géostationnaires du service fixe par satellite (Terre vers espace) | 12,75 – 13,25 GHz (Terre-espace) |

Bande Q/V CMR-27 Point 1.1/ de l'ordre du jour Résolution 176 (CMR-23) Études sur l'utilisation des bandes de fréquences 47,2-50,2 GHz (Terre vers espace) et 50,4-51,4 GHz (Terre vers espace), ou de parties de ces bandes, par les stations terriennes aéronautiques et maritimes en mouvement du service fixe par satellite 47,2-50,2 GHz (Terre vers espace) et 50,4-51,4 GHz (Terre vers espace)

18. La CEPT a élaboré les décisions et rapports CCE suivantes afin de fournir un cadre harmonisé pour l'ESIM.

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|-------------------------------|--|--|
| Bande Ku | | |
| <u>Décision du CCE (05)10</u> | La libre circulation et l'utilisation de stations terriennes à bord de navires fonctionnant dans des réseaux de services fixes par satellite dans les bandes de fréquences 14-14,5 GHz | 10,7 - 11,7 GHz (Espace vers Terre) 12,5 - 12,75 GHz (Espace vers Terre) 14,0 - 14,5 GHz (Terre vers Espace) |
| <u>Décision du CCE (05)11</u> | La libre circulation et l'utilisation de stations terriennes d'aéronefs (AES) dans les bandes de fréquences 14,0-14,5 GHz (Terre vers espace), 10,7-11,7 GHz (espace vers Terre) et 12,5-12,75 GHz (espace vers Terre). | 10,7 - 11,7 GHz (espace vers Terre) 12,5 - 12,75 GHz (espace vers Terre) 14,0 - 14,5 GHz (Terre vers Espace) |
| <u>Décision du CCE (18)04</u> | L'utilisation harmonisée, l'exemption de licences individuelles et la libre circulation et l'utilisation des stations terriennes en mouvement (ESIM) fonctionnant avec des systèmes satellitaires SFS de l'OSG dans les bandes de fréquences 10,7-12,75 GHz et 14,0-14,5 GHz. | 10,7 - 12,75 GHz (Espace vers Terre) 14,0 - 14,5 GHz (Terre vers Espace) |
| <u>Décision du CCE (19)04</u> | L'utilisation harmonisée du spectre, la libre circulation et l'utilisation de stations terriennes à bord d'aéronefs fonctionnant avec des réseaux du SFS OSG et des systèmes du SFS NON-OSG dans les bandes de fréquences 12,75-13,25 GHz (Terre vers Espace) et 10,7-12,75 GHz (Espace vers Terre). | 10,7 - 12,75 GHz (Espace vers Terre) 12,75 - 13,25 GHz (Terre vers Espace) |

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|-------------------------------|--|---|
| <u>Rapport CCE 279</u> | L'utilisation de stations terriennes en mouvement (ESIM) fonctionnant avec des systèmes satellitaires NON-OSG | 10,7 - 12,75 GHz (Espace vers Terre) 14 - 14,5 GHz (Terre vers Espace) |
| <u>Rapport CCE 271</u> | Études de compatibilité et de partage relatives aux systèmes satellitaires NON-OSG fonctionnant dans les bandes SFS. | 10,7-12,75 GHz (Espace-Terre) 14-14,5 GHz (Terre-Espace) |
| Bande Ka | | |
| <u>Décision du CCE (13)01</u> | L'utilisation harmonisée, la libre circulation et l'exemption de licences individuelles des stations terriennes sur plates-formes mobiles (ESOMP) dans les bandes de fréquences 17,3-20,2 GHz et 27,5-30,0 GHz. | 17,3 - 20,2 GHz (Espace vers Terre) 27,5 - 30,0 GHz (Terre vers Espace) |
| <u>Décision CCE (15)04</u> | L'utilisation harmonisée, la libre circulation et l'exemption de licences individuelles des stations terriennes sur plates-formes mobiles (ESOMP) terrestres, maritimes et aéronautiques fonctionnant avec des systèmes satellitaires du SFS de l'NON-OSG dans les gammes de fréquences suivantes 17,3-20,2 GHz, 27,5-29,1 GHz et 29,5-30,0 GHz | 17,3 - 20,2 GHz (espace vers Terre) 27,5 - 29,1 et 29,5-30,0 GHz (Terre vers Espace) |
| Rapport CCE 217 | Utilisation de stations terriennes terrestres, maritimes et aéronautiques sur des plates-formes mobiles fonctionnant avec des systèmes satellitaires OSNG du SFS dans la gamme de fréquences 17,3-20,2 GHz, 27,5-29,1 GHz et 29,5-30,0 GHz | 17,3 - 20,2 GHz (espace vers Terre) 27,5 - 29,1 et 29,5-30,0 GHz (Terre vers espace) |

19. L'ETSI a développé un certain nombre de normes techniques applicables à l'ESIM. Il s'agit notamment de :

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|------------------------|---|---|
| <u>ETSI EN 303 978</u> | Stations terriennes et systèmes satellitaires (SES) ; Norme harmonisée pour stations terriennes sur plates-formes mobiles (ESOMP) transmettant vers des satellites en orbite géostationnaire dans les bandes de fréquences 27,5 GHz à 30,0 GHz, couvrant les exigences essentielles de l'article 3.2 de la directive R&TTE 2014/53/EU | 17,3 - 20,2 GHz (Espace vers Terre) 27,5 - 30,0 GHz (Terre vers Espace) |
| <u>ETSI EN 303 979</u> | Stations terriennes et systèmes satellitaires (SES) ; Norme harmonisée pour les stations terriennes sur plates-formes mobiles (ESOMP) émettant vers des satellites en orbite non géostationnaire, fonctionnant dans les bandes de fréquences 27,5 GHz à 29,1 GHz et 29,5 GHz à 30,0 GHz, couvrant | 17,3 - 20,2 GHz (Espace vers Terre) 27,5 - 29,1 et 29,5-30,0 GHz (Terre vers Espace) |

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|------------------------------------|---|---|
| | les exigences essentielles de l'article 3.2 de la directive 2014/53/UE. | |
| <u>EN 302 186 V2.1.0 (2016-02)</u> | Stations terriennes et systèmes à satellites (SES) ; Norme harmonisée pour les stations terriennes d'aéronefs (AES) fonctionnant dans les bandes de fréquences 11/12/14 GHz, couvrant l'exigence essentielle de l'article 3.2 de la directive 2014/53/UE. | 10,70 - 11,70 GHz & 12,50 - 12,75 GHz (Espace-Terre) 14,00 - 14,50 GHz (Terre vers Espace) |

SS3-1(3) : RECOMMANDATIONS

Afin de favoriser une mise en œuvre harmonisée des stations terriennes en mouvement (ESIM) dans le cadre du service fixe par satellite (SFS) en Afrique, l'UAT recommande aux États membres de :

a. Aspects généraux

1. **Soutenir**, sous les auspices de l'UAT, l'élaboration d'une approche africaine rationalisée et harmonisée en matière de politique, de réglementation, de technique et d'exploitation, afin de faire bénéficier les citoyens des avantages de la connectivité ESIM, de faciliter le déploiement rapide des services par satellite en Afrique et de garantir l'absence d'interférences inacceptables. Cette approche devrait, entre autres, permettre de
 - a. Traiter de l'utilisation actuelle et de plus en plus répandue des services OSG et Non OSG ESIM dans la bande Ku (12,75 – 13,25 GHz et 14-14,5 GHz) et dans les bandes Ka (17,7-20,2/27,5-30 GHz).
 - b. Cadres réglementaires, techniques et opérationnels pour permettre les opérations ESIM NON-OSG.
 - c. Tenir compte de l'approche simplifiée sur l'ESIM fonctionnant dans les réseaux SFS (OSG et Non OSG) à la fois dans les bandes Ku (12,75 – 13,25 GHz et 14 – 14,5 GHz) et Ka (17,7 – 20,2/27,5 – 30 GHz).
 - d. Contribuer à étendre la connectivité à large bande par satellite à travers le continent pour le bénéfice ultime des utilisateurs.
 2. **Veiller** à ce que la réglementation et les conditions d'octroi de licences favorisent l'utilisation de toutes les technologies émergentes qui contribuent à éliminer la fracture numérique et à promouvoir la neutralité technologique. Cela inclut les technologies satellitaires qui permettent des solutions de connectivité multiples à travers l'Afrique et contribuent à réduire la fracture numérique entre les États membres de l'UAT et les autres parties du monde.
- #### b. Aspects liés à l'autorisation
3. **Établir** des cadres en matière d'octroi de licences qui visent à faciliter l'utilisation des ESIM communiquant avec les réseaux à satellites géostationnaires et non géostationnaires dans la bande Ka du SFS (17,7-20,2/27,5-30 GHz) et les satellites géostationnaires de la bande Ku du SFS (12,75 – 13,25 GHz et 14-14,5 GHz) afin d'accélérer leur déploiement dans la région, en tenant compte de la souveraineté nationale des administrations.
 4. **Prendre** toutes les mesures appropriées pour rendre publiques et facilement accessibles les procédures d'autorisation d'exploitation de services par satellite pour fournir des services à large bande sur leurs territoires afin d'éliminer la fracture numérique et de réduire l'écart entre les pays africains et les autres parties.
 5. **Envisager** d'inclure, dans leur réglementation nationale, les éléments suivants :

- a. Les opérateurs de satellites doivent veiller à ce que l'exploitation de services par satellite et de stations terriennes d'émission sur le territoire d'une administration ne soit effectuée que si elle est autorisée par cette administration et, lorsqu'une administration identifie la présence d'une exploitation non autorisée sur son territoire, les opérateurs de satellites et/ou les fournisseurs de services doivent prendre toutes les mesures appropriées pour faire cesser ces transmissions non autorisées⁶⁵ conformément à l'article 18 du RR et à la Résolution 22 (CMR-19).
 - b. Le titulaire de la licence et l'exploitant du satellite doivent s'assurer qu'ils ont la capacité de limiter l'exploitation de ces stations terriennes au territoire ou aux territoires des administrations ayant autorisé ces stations terriennes et de se conformer à l'article 18 du Règlement des radiocommunications de l'UIT.
 - c. Tout avion, navire ou véhicule équipé et utilisant l'ESIM (aéronautique, maritime ou terrestre) doit être autorisé pour les communications radio utilisant l'ESIM, par l'administration du pays dans lequel l'aéronef, le bateau ou le véhicule est immatriculé.
 - d. L'exploitation de l'ESIM (terrestre, maritime et aéronautique) sur le(s) territoire(s), les eaux territoriales et l'espace aérien sous la juridiction d'une administration, ne peut être effectuée que si elle est autorisée par l'administration.
 - e. Pour opérer sur le territoire d'un pays, le fournisseur de services ESIM et l'opérateur de réseau doivent être autorisés par l'administration de ce pays.
 - f. Les ESIM doivent fonctionner dans l'enveloppe technique, opérationnelle et coordonnée des stations terriennes typiques du réseau à satellite avec lequel elles fonctionnent.
 - g. Exigences en matière d'autorisation des ESIM aéronautiques et maritimes étrangères en visite, car il s'agit d'un aspect fondamental pour permettre des opérations mondiales basées sur les autorisations délivrées par les administrations du monde entier conformément aux traités internationaux.
 - h. Simplification de l'octroi de licences par le biais d'exigences d'autorisation visant à faciliter l'utilisation d'exigences simplifiées pour faciliter les services innovants fournis par l'ESIM au profit des citoyens et des Africains en général, tout en protégeant les services existants et opérationnels dans la région.
6. **Envisager**, pour les ESIM nationaux et lorsqu'une autorisation est requise, une licence de classe ou globale comme meilleure pratique pour de multiples unités ayant des caractéristiques techniques similaires, ce qui simplifie grandement la tâche des administrations et des opérateurs/fournisseurs de services.
7. **Tenir compte du** fait que de nombreux pays dans le monde, y compris en Afrique, adoptent une approche d'autorisation générale pour l'octroi de licences, ce qui permet une approche de licence de classe, "parapluie" ou "globale" sur leur territoire, sans avoir besoin de licences individuelles lourdes terminal par terminal. Une approche plus rationalisée de l'octroi de licences globales nationales pour les ESIM et de la reconnaissance mutuelle des licences

⁶⁵ Voir également la résolution 22 de l'UIT-R (CMR-19).

(y compris l'homologation) pour les ESIM maritimes et aéronautiques pourrait être utile. La rationalisation de ces processus d'autorisation permet de s'assurer que les services satellitaires à large bande sont adoptés comme une option compétitive pour les solutions de connectivité et sur une base technologiquement neutre.

8. **S'assurer** que le cadre technique et opérationnel national aborde :
 - a. Désignation des fréquences pertinentes à utiliser par l'ESIM.
 - b. Mise en place d'un cadre technique régissant l'exploitation de l'ESIM dans les bandes de fréquences associées, tout en assurant la protection des services co-fréquence ou bande adjacente en visibilité directe, de même statut, sur le territoire national et dans les pays voisins, le cas échéant.
 - c. Permettre une circulation transfrontalière sans faille des terminaux ESIM entre les États membres. Pour les terminaux ESIM installés sur terre, l'autorisation est gérée par chaque administration pendant que les services sont fournis sur son territoire. Dans le cas des ESIM sur des plates-formes maritimes ou aéronautiques, un processus basé sur la reconnaissance mutuelle des licences et la libre circulation peut être envisagé.
 - d. Prise en compte des normes techniques internationalement reconnues.
 - e. L'examen des principes d'octroi de licences simplifiées par les administrations pour les systèmes ESIM fonctionnant à la fois avec des systèmes OSG et NON-OSG, lorsque cela est possible et conformément au tableau national d'attribution des fréquences (par exemple dans les bandes de fréquences où il n'y a pas de risque d'interférence avec d'autres services terrestres historiques fonctionnant dans la même bande de fréquences)
- c. **Aspects du spectre**
9. **Veiller à** ce qu'un spectre adéquat soit mis à disposition dans la bande Ku (14GHz) et la bande Ka (28 GHz) pour l'ESIM, étant donné qu'un spectre adéquat est nécessaire. Les réseaux commerciaux à large bande par satellite utilisent actuellement les gammes de fréquences existantes des bandes Ku et Ka pour fournir un accès Internet à large bande. Les besoins en spectre pour la large bande par satellite augmentent au fur et à mesure que la demande des utilisateurs croît.
10. **Mettre en œuvre** les résultats de la CMR-15, CMR - 19 et de la CMR-23 dans leurs réglementations nationales, y compris la mise en œuvre des notes de bas de page **5.517A**, **5.527A**, **5.496A** et **5.517B** du RR. En conséquence, les États membres sont encouragés à attribuer les bandes de fréquences 12,75 – 13,25 GHz, ainsi que 27,5-30 GHz et 17,7-20,2 GHz au SFS et à autoriser les opérations SFS des ESIM dans ces mêmes bandes. En particulier, les ESIM sont en mode réception dans la bande 17,7-19,7 GHz, sans risque d'interférence avec d'autres services en place. Une telle décision faciliterait la fourniture de services ESIM dans toute l'Afrique. Il est donc recommandé de procéder à des attributions exclusives de

fréquences satellitaires dans la bande des 28 GHz au niveau national/régional (voir également le **paragraphe 5.516B du RR**).

11. **Tenir compte** du fait que les systèmes avancés de satellites à haut débit de la prochaine génération (OSG et NON-OSG) peuvent utiliser le spectre de manière flexible et efficace, sur plusieurs GHz, et donc prendre en considération les frais de spectre lors de l'autorisation de ces systèmes, afin que les frais ne deviennent pas une barrière à l'entrée - rendant de façon potentielle le projet financièrement non viable au niveau national.

d. Exigences techniques et opérationnelles

12. **Mettre en œuvre les** exigences techniques et opérationnelles des ESIM reconnues au niveau international, telles qu'elles figurent au **paragraphe 17 de la SS3-1(2)** ci-dessus, tout en reconnaissant pleinement le droit souverain de chaque État membre d'ajouter des exigences techniques supplémentaires/différentes pour les opérations nationales.
13. **Mettre en œuvre** les exigences techniques et d'exploitation existantes de l'UIT-R, afin de garantir que les ESIM aéronautiques, maritimes et mobiles terrestres puissent fonctionner tout en assurant la protection des services historiques à cofréquence et dans la bande adjacente, lorsqu'ils sont autorisés et exploités à l'intérieur des frontières des Administrations ainsi que de celles des pays voisins ou des pays de survol.

e. Impact socio-économique

14. **Tenir compte des** éléments suivants lors de l'élaboration de la politique nationale en matière d'ESIM :
 - a. L'ESIM et la connectivité Internet par satellite, en général, sont essentiels aux plans de développement du continent africain et à la croissance des différents pays d'Afrique.
 - b. La fracture numérique est un problème socio-économique complexe qui s'étend au-delà des contraintes financières jusqu'au manque de renforcement des capacités au tout premier niveau ; et les administrations africaines sont confrontées à d'énormes défis pour relier les deux afin de combler le fossé numérique.
 - c. L'accès au haut débit contribue à accélérer la croissance et la maturité d'un pays ; il s'agit d'un écosystème technologique et l'industrie des satellites aide à intégrer l'innovation TIC dans cet écosystème et crée de nouvelles entreprises et de nouveaux emplois, ce qui a pour effet de transformer l'économie dans tous les secteurs verticaux : éducation, soins de santé, finances, gouvernement ; ce qui, à son tour, entraîne la création de nouveaux emplois, augmentant le PIB du pays.
 - d. Les progrès rapides des technologies terrestres et spatiales permettront de répondre aux besoins de communication pour le développement socio-économique et d'améliorer l'accès aux régions urbaines et éloignées, ainsi que de répondre aux

besoins de sécurité nationale, de communications stratégiques, de surveillance et de transactions économiques critiques.

Sous-section 3-2

Applications du service mobile par satellite (SMS)

Contenu de la présente sous-section

SS3-2(1) : INTRODUCTION

SS3-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

- a. Définition de l'internet des objets (IdO)
- b. IdO/M2M utilisant SMS
- c. Typologie des services IdO par satellite
- d. Service mobile par satellite et urgences
- e. Service mobile par satellite avec une composante terrestre complémentaire
- f. Avantages du SMS/CGC
- g. Cadres réglementaires existants dans la bande S

SS3-2(3): RECOMMANDATIONS

- a. Aspects liés à l'octroi de licences
- b. Aspects du spectre

SS3-2(1): INTRODUCTION

1. Le marché mondial des services mobiles par satellite devrait enregistrer une croissance phénoménale dans les années à venir, principalement en raison de l'augmentation de la demande de mobilité et des développements des technologies numériques. En outre, les progrès des technologies satellitaires ont donné lieu à de nouveaux services mobiles par satellite qui changent la donne, comme l'explosion de l'Internet des objets (IdO) et la composante terrestre complémentaire (CGC) du service mobile par satellite⁶⁶ qui contribueront à stimuler la demande.
2. Les services mobiles par satellite fournissent des données bidirectionnelles ainsi que des communications vocales à des utilisateurs situés dans des endroits éloignés à travers le monde grâce à des satellites géostationnaires ou non géostationnaires. Traditionnellement, ils ont fourni des services essentiels aux secteurs de la marine, de l'aviation, de l'énergie, des transports et de la sécurité publique, avec une capacité extraordinaire à fournir des services vitaux lors de catastrophes naturelles ou causées par l'homme, quel que soit l'endroit où elles se produisent.
3. Le continent africain a rapporté 2 810 événements de catastrophes d'origine naturelle et technologique de 1968 à 2017. Lors de ces catastrophes, 587 403 personnes ont perdu la vie et près de 435 millions ont été affectées. Les pertes économiques produites par ces urgences ont atteint un total de 27,3 milliards USD (en dollars de 2017). D'après les données examinées, les catastrophes climatologiques, hydrologiques et technologiques telles que les sécheresses, les inondations et les accidents de transport représentent la plus grande vulnérabilité pour les pays d'Afrique en termes de fréquence, de décès et de nombre total de personnes touchées.
4. L'intégration des services mobiles par satellite à l'IdO a créé une nouvelle opportunité de marché mondial pour connecter les non-connectés. L'IdO est un système de dispositifs informatiques, de machines mécaniques et numériques, d'objets, d'animaux ou de personnes interconnectés, dotés d'identifiants uniques (UID) et capables de transférer des données sur un réseau sans nécessiter d'interaction entre humains ou entre humains et ordinateurs.
5. Les satellites peuvent être utilisés pour prendre en charge la connectivité IdO mondiale, ce qui contribuera à améliorer la surveillance de l'environnement, l'agriculture, la gestion de la chaîne d'approvisionnement, les véhicules autonomes, la gestion des ressources naturelles et des infrastructures publiques et d'autres activités bénéficiant de la télédétection à grande échelle. À mesure que la disponibilité de la connectivité mondiale à faible coût et à faible puissance augmente, le nombre total de capteurs connectés collectant des données pour une variété d'applications environnementales, sociétales, industrielles, agricoles et

⁶⁶ La composante terrestre complémentaire (CGC) est également appelée composante terrestre auxiliaire (ATC) ou composante terrestre complémentaire (CTC) par certaines administrations.

logistiques mondiales augmentera également, améliorant ainsi la précision des prévisions et des tendances.

6. Les systèmes de satellites mobiles traditionnels comme Inmarsat, Thuraya, Iridium, Globalstar ont été dominants sur le marché du M2M/IdO, en utilisant leur spectre en bande L avec un accent sur les applications mobiles et maritimes. Au cours des dix dernières années, ils ont déployé 3,5 à 4 millions de terminaux IdO par satellite sur le terrain.
7. Le marché mondial des services satellitaires axés sur l'IdO, basé sur le matériel de connectivité des appareils finaux et les frais de connectivité annuels, devrait atteindre 5,9 milliards de dollars US en 2025. Au cours de la période 2021-2022, de nouvelles constellations de satellites NON-OSG seront lancées pour fournir des SMS et ajouter des opportunités pour la technologie IdO, facilitant ainsi les communications avec tout ce qui se déplace.
8. Cela implique un triplement ou un quadruplement massif des dispositifs et applications IdO/M2M par satellite au cours des cinq prochaines années. D'ici 2025, quelque 30,3 millions de dispositifs IdO par satellite devraient être déployés dans le monde. Il est donc clair que l'IdO par satellite apportera des changements massifs dans les années à venir au monde en général, à l'industrie de l'IdO et à l'industrie des satellites en particulier.
9. Le SMS/CGC est une plateforme bien établie et efficace sur le plan spectral pour la fourniture de communications mondiales instantanées et fiables partout sur la planète, offrant des avantages sociaux, économiques, de sécurité publique et humanitaires aux gouvernements, aux entreprises et aux consommateurs. La disponibilité de dispositifs interopérables, parallèlement à l'élargissement de la gamme d'applications basées sur le cloud, ainsi que la voix et les données, continuent d'élargir la diversité des cas d'utilisation et créent donc une demande croissante pour le spectre SMS. Diverses administrations ont accordé des licences de services mobiles par satellite avec une composante terrestre complémentaire dans les bandes L- et S-.

SS3-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

a. Définition de l'internet des objets (IdO)

L'**internet des objets (IdO)** est défini dans la recommandation [UIT-T Y.2060](#) comme une infrastructure mondiale pour la société de l'information, permettant des services avancés en interconnectant des objets (physiques et virtuels) sur la base de technologies de l'information et de la communication interopérables existantes et en évolution. La valeur n'est pas dans le réseau (collecte et connectivité) mais elle est dans les données elles-mêmes. L'IdO est une opportunité pour les pays et les personnes de mieux utiliser les données et surtout de fournir des informations et des données locales précieuses en temps réel ou quasi réel.

b. IdO/M2M utilisant SMS

La gamme 1,5 - 4 GHz offre un spectre optimal pour faciliter le déploiement de systèmes SMS IdO et M2M. Les opérateurs se sont récemment intéressés à l'utilisation des bandes SMS pour le déploiement de réseaux IdO/M2M par satellite. Certains de ces dépôts par satellite concernent des systèmes qui utilisent une architecture satellitaire connue sous le nom de satellites cubiques. De tels réseaux peuvent être construits et déployés rapidement, à un coût moindre par rapport aux satellites traditionnels plus grands.

c. Typologie des services IdO par satellite

L'industrie des satellites répond à la demande du marché de l'IdO en proposant deux types de service de connectivité IdO par satellite dans le service de liaison retour IdO du SMS. Comparable au service de liaison GSM ou Wifi, la liaison de la passerelle IdO par satellite émerge comme un nouveau segment d'application SATCOM. Le marché de l'IdO connaît actuellement l'avènement de normes de transmission radio terrestre à très faible coût pour l'IdO, telles que LoRa™, Sigfox™, LTE-M ou NB-IoT visant moins de 5 dollars US par émetteur radio. Ces réseaux s'accompagnent de passerelles localisées à faible coût permettant de concentrer un plus grand nombre, voire des milliers, d'appareils IdO à proximité. Pour l'industrie des satellites, la fourniture de connectivité à ces passerelles conduit à un nouveau segment d'applications satellitaires.

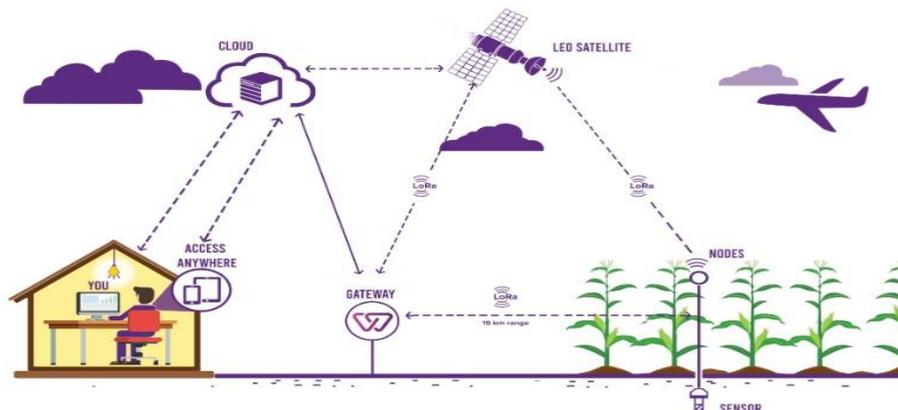


Figure 11: Exemple de liaisons terrestre de passerelle IdO par satellite

L'autre type de service IdO qui se développe est le service direct par satellite, en particulier le service à faible coût et à faible puissance fourni par certains des acteurs de l'IdO par satellite, qui est idéal pour les réseaux de capteurs à grande surface avec des capteurs dispersés sur un vaste territoire géographique.

La faible consommation d'énergie est importante, car ils se déploient principalement dans des zones reculées, et le faible coût permettra de créer des réseaux massifs avec de nouveaux points de données dans le monde entier pour alimenter les serveurs d'analyse de données dans un large éventail d'industries.

d. Service mobile par satellite et urgences

Les systèmes du service mobile par satellite (SMS) peuvent fournir la Radiocommunication de secours en cas de catastrophe. En outre, il fournit des descriptions des systèmes SMS en exploitation et en projet, qui peuvent assurer de telles opérations. La large zone de couverture d'un système SMS est particulièrement utile, car le lieu et le moment où se produit une catastrophe sont imprévisibles et comme le fonctionnement d'un système SMS est généralement indépendant de l'infrastructure locale de télécommunications qui peut être perdue par la catastrophe, et étant donné que les systèmes SMS ont une large couverture terrestre, ils peuvent assurer les télécommunications de secours en cas de catastrophe. En outre, la plupart des stations terriennes mobiles (MES) sont alimentées par des batteries et peuvent donc fonctionner pendant un certain temps même si l'alimentation électrique locale ne fonctionne pas et, de plus, certaines MES sont équipées de chargeurs solaires et/ou éoliens.

Les systèmes SMS offrant des zones de couverture très étendues, la coordination du spectre s'effectue sur une base régionale ou mondiale. Chaque système est contraint de fonctionner sur les fréquences autorisées par les administrations, telles qu'identifiées dans la recommandation UIT-R M.1854.



Figure 12: Exemple d'utilisation du SMS en cas de catastrophe ou d'urgence nationale

e. Service mobile par satellite avec une composante terrestre complémentaire

Le SMS/CGC est reconnu par de nombreuses administrations et organismes de normalisation comme une composante essentielle de l'infrastructure du réseau 5G soutenant une couverture omniprésente dans toute l'empreinte du satellite tout en facilitant simultanément la connectivité locale à large bande là où elle est nécessaire. Des normes techniques harmonisées et des cadres réglementaires nationaux sont en cours d'élaboration pour gérer efficacement l'utilisation du spectre pour différentes technologies et maximiser l'efficacité du spectre. Les SMS/CGC constituent une utilisation extrêmement efficace du spectre tout en apportant les avantages d'une couverture SMS omniprésente combinée à la qualité supérieure des services terrestres obtenus par les opérations CGC. Conscientes des pressions

croissantes sur les ressources du spectre, les autorités réglementaires nationales peuvent adopter des cadres réglementaires nationaux facilitant le déploiement des SMS/CGC dans leur pays. Les réseaux SMS/CGC sont employés comme solution de connectivité pour une variété de services, notamment l'Internet des objets (IdO), le Machine-à-Machine (M2M), les MVNO, les drones et les véhicules autonomes.

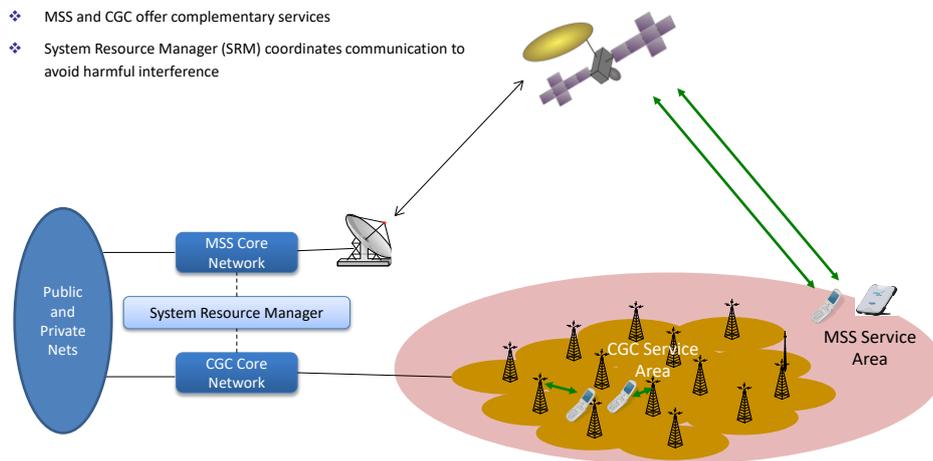


Figure 13 - SMS / CGC intégré

Le 3GPP a élaboré des normes harmonisant les caractéristiques techniques des stations de base et des équipements d'utilisateur LTE et 5G, ce qui permet de réaliser des économies d'échelle dans les équipements réseau et radio et les terminaux d'utilisateur, toutes choses impossibles auparavant. Le déploiement de ces normes est en cours dans plusieurs pays.

f. Avantages de SMS/CGC

Les réseaux SMS/CGC conservent tous les avantages des SMS découlant de leur couverture géographique étendue et de leur résilience, mais offrent également une valeur ajoutée aux gouvernements, aux entreprises et aux consommateurs, notamment :

- Amélioration de la couverture, en éliminant les blocages de ligne de visée entre les utilisateurs et le satellite.
- La possibilité de développer des capacités de dispositif pour chaque composante ainsi qu'un dispositif unique avec des capacités pour les deux composantes afin de répondre aux besoins des utilisateurs ;
- Une efficacité accrue du spectre en utilisant la composante CCG pour fournir une connectivité à large bande sans sacrifier les avantages omniprésents fournis par la composante satellite ;
- Un réseau de communication terrestre et par satellite interopérable, renforçant la résilience du réseau et permettant l'utilisation de la technologie la plus appropriée pour une application donnée ;
- Accessibilité immédiate et capacité de déployer des infrastructures satellitaires et terrestres essentielles lors de catastrophes naturelles ou d'origine humaine ;

- Les investissements dans l'infrastructure et l'innovation des opérateurs intéressés par le déploiement de réseaux sans fil de classe mondiale utilisant les dernières technologies ; et

La disponibilité de ces avantages pour soutenir les communications dans les zones rurales et/ou éloignées afin d'améliorer l'efficacité dans une multitude de secteurs tels que le pétrole et le gaz, les mines, la santé, l'agriculture, l'éducation, la logistique et les marchés verticaux.

g. Cadres réglementaires existants dans la bande S

Dans l'ensemble, le cadre d'exploitation technique existant de l'UIT-R, ainsi que ceux des autorités réglementaires régionales et nationales, présentent des exemples de la manière dont les SMS/CGC peuvent fonctionner dans divers environnements tout en protégeant les autres opérateurs et services, le cas échéant.

Le corpus existant de documents réglementaires de l'UIT comprend :

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|--|--|--|
| <u>Résolution 212 (Rév. CMR-19)</u> | Mise en œuvre des télécommunications mobiles internationales dans les bandes de fréquences 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz | <u>1885-2025 MHz</u> <u>2110-2200 MHz</u> |
| <u>Recommandation UIT-R M.2047-0 (12/2013)</u> | Spécifications détaillées du satellite les interfaces radio des télécommunications mobiles internationales avancées (IMT Advanced) | N/A |
| <u>Rapport UIT-R M.2398-0 (10/2016)</u> | Scénarios et performances d'un système SMS intégré fonctionnant en fréquence Bandes inférieures à 3 GHz | Bandes inférieures à 3 GHz |

La Commission européenne (CE) et la CEPT ont élaboré les décisions et rapports suivants de la CE et de l'ECC afin de fournir un cadre harmonisé pour les SMS/CGC.

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|-----------------------------|---|--------------------------------|
| <u>Décision 2007/98/CE</u> | Sur l'utilisation harmonisée du spectre radioélectrique dans les bandes de fréquences de 2 GHz pour la mise en œuvre de systèmes fournissant des services mobiles par satellite | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>Décision 626/2008/CE</u> | Sur la sélection et l'autorisation des systèmes fournissant des services mobiles par satellite (SMS) | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>Décision 2009/449/CE</u> | Sur la sélection des opérateurs de systèmes européens fournissant des services mobiles par satellite (SMS) dans chaque État membre | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>Décision 2011/667/UE</u> | Sur les modalités d'application coordonnée des règles d'exécution en ce | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|------------------------------|---|--|
| <u>CCE/DEC/(06)09</u> | qui concerne les services mobiles par satellite (SMS) Relative à la désignation des bandes 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz pour être utilisées par les systèmes du service mobile par satellite, y compris ceux qui sont complétés par une composante terrestre complémentaire (CCG) | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>CCE/DEC/(06)10</u> | Relative aux dispositions transitoires applicables au service fixe et aux systèmes de faisceaux hertziens tactiques dans les bandes 1980 2010 MHz et 2170 2200 MHz afin de faciliter L'introduction et le développement harmonisés de systèmes dans le service mobile par satellite, y compris ceux qui sont complétés par une composante terrestre complémentaire, modifiée le 3 mars 201. | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>CCE/DEC/(12)/01</u> | Exemption des licences individuelles et libre circulation, et utilisation des terminaux mobiles terrestres et satellitaires fonctionnant sous le contrôle des réseaux | Bande L et bande S |
| <u>Rapport 13 de la CEPT</u> | Rapport de la CEPT à la Commission européenne en réponse au Mandat sur : Conditions techniques harmonisées pour l'utilisation des bandes de 2 GHz pour les services mobiles par satellite dans l'Union européenne. | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>Rapport CCE 233</u> | Études de compatibilité dans la bande adjacente pour les systèmes CGC aéronautiques fonctionnant dans les bandes 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>Rapport CCE 065</u> | Compatibilité de la bande adjacente entre l'UMTS et d'autres services dans la bande de 2 GHz | 1900-1980 MHz, 2010-2025 MHz, 2110-2170 MHz |
| <u>Rapport du CCE 197</u> | Études de compatibilité - Terminaux SMS émettant vers un satellite dans la bande 1980-2010 MHz et services UMTS en canal adjacent | 1920-1980 MHz (IMT), 1980-2010 MHz (stations terrestres du SMS), 2010-2025 MHz (IMT), 2170-2200 MHz (stations terrestres du SMS) |

L'ETSI a élaboré un certain nombre de normes techniques applicables. Il s'agit notamment de:

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|------------------------|---|--------------------------------|
| <u>ETSI EN 302 574</u> | Station terrienne de satellite pour le SMS fonctionnant dans les bandes de fréquences 1980-2010 MHz (E/s) et 2170-2200 MHz (s/E) | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |
| <u>ETSI EN 301 442</u> | Stations terriennes portables, pour les réseaux de communications personnelles par satellite (S-PCN) dans les bandes de 2,0 GHz dans le cadre du service mobile par satellite (SMS) | 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz |

SS3-2(3): RECOMMANDATIONS

Afin de faciliter l'utilisation de la technologie du service mobile par satellite, y compris la mise en œuvre de l'IdO et de la composante terrestre complémentaire à l'aide des satellites mobiles OSG/NON-OSG, l'UAT recommande aux États membres de :

Aspects liés à l'octroi de licences

1. **Encourager les** prestataires de services à fournir leurs services sur le continent africain en introduisant des facteurs d'environnement réglementaire pertinents afin que les pays africains puissent suivre sans délai la révolution technologique à venir.
2. **Établir** un cadre réglementaire facile et simple pour les fournisseurs de services mobiles par satellite qui prennent en charge les applications IdO et CGC tout en fixant des contrôles pour chaque administration afin de garantir la préservation de la souveraineté nationale sans complication.
3. **Appliquer le** principe d'égalité et de libre concurrence en accordant des licences à plus d'un fournisseur de services au sein de l'État pour garantir la qualité du service.
4. **Envisager de** les inclure dans leurs cadres réglementaires nationaux :
 - a. définir la CCG comme une composante intégrée du SMS ;
 - b. licence globale pour les terminaux des utilisateurs SMS ;
 - c. offrir une certaine souplesse au titulaire de la licence en ce qui concerne la conception du réseau si les exigences du SMS sont satisfaites et si le réseau du titulaire de la licence est intégré au service ;
 - d. une exigence selon laquelle la CCG ne peut être déployée que dans les mêmes zones géographiques où les stations terrestres mobiles du réseau SMS associé sont autorisées à fonctionner ;
 - e. un ou plusieurs titulaires de licence communs pour le SMS et le CGC dans le même segment de bande apparié ; une autorisation de préférence de 2 x 15 MHz pour chaque titulaire de licence ; et la garantie de la même direction de transmission pour le SMS et le CGC.

Aspects du spectre:

5. **Tenir compte** de la diversité des exigences des applications IdO (exigences variables en matière de bande passante⁶⁷, longue portée par rapport à courte portée, longue durée de vie des batteries, diverses exigences de qualité de service) lors de la détermination de la quantité de spectre à mettre à disposition dans une gamme de bandes de fréquences.
6. **Mettre en œuvre les** résultats du point 1.2 de l'ordre du jour de la CMR-19 pour les limites de puissance dans les bandes de fréquences 401-403 MHz et 399,9-400,05 MHz dans le but de protéger les opérations des systèmes de collecte de données (DCS) des systèmes à

⁶⁷ La quantité d'informations envoyées.

satellites géostationnaires (OSG) et non géostationnaires (NON-OSG) du service d'exploration de la Terre par satellite (SETS) et de MetSat.

Sous-section 3-3

Terminaux à très petite ouverture et autres applications dans le cadre du service fixe par satellite

(SFS, VSAT et autres applications)

Contenu de la présente sous-section

SS3-3(1) : INTRODUCTION

SS3-3(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

- a. Aspects liés aux services et aux applications
- b. Spectre et aspects technologiques
- c. La connectivité par satellite dans l'écosystème 5G
- d. Questions réglementaires

SS3-3(3): RECOMMANDATIONS

- a. Aspects liés à l'octroi de licences
- b. Aspects du spectre

SS3-3(1): INTRODUCTION

1. Selon l'article 1 du RR, le SFS est *"un service de radiocommunication entre des stations terriennes situées à des positions données, lorsqu'un ou plusieurs satellites sont utilisés ; la position donnée peut être un point fixe spécifié ou tout point fixe à l'intérieur de zones spécifiées ; dans certains cas, ce service comprend des liaisons de satellite à satellite, qui peuvent également être exploitées dans le service inter satellitaire ; le service fixe par satellite peut également comprendre des liaisons de connexion pour d'autres services de radiocommunication spatiale"*.
2. Les satellites ont desservi avec succès les marchés traditionnels, à savoir la téléphonie et la radiodiffusion, en couvrant de vastes zones géographiques à l'aide d'un seul faisceau/transmission. Il existe une demande d'accès bidirectionnel à large bande sur de vastes zones géographiques non desservies par les infrastructures de télécommunications terrestres.
3. La technologie des télécommunications par satellite peut accélérer la mise à disposition de services Internet à haut débit dans les pays en développement, notamment les pays les moins avancés, les pays enclavés et insulaires, et les économies en transition. Il existe un lien étroit entre la disponibilité d'une infrastructure à large bande à grande échelle et la fourniture de services publics d'éducation, de santé et de commerce, ainsi que l'accès en ligne à des informations sur l'administration et le commerce en ligne. L'utilisation des TIC a contribué à stimuler la croissance économique en Afrique.
4. L'efficacité du haut débit par satellite est plus prononcée lorsqu'il dessert de vastes zones avec une couverture mondiale, régionale ou nationale ; les satellites sont par nature très fiables et offrent une très grande disponibilité (temps de fonctionnement) par rapport aux solutions terrestres comme la fibre/câble en cuivre ou le sans-fil terrestre - en particulier dans les pays en développement où de longues distances inhabitées doivent être couvertes.
5. Alors que les systèmes VSAT SFS traditionnels ne sont pas nouveaux, les systèmes innovants de satellites SFS OSG et NON-OSG, grâce aux nouvelles technologies disponibles, offrent une capacité supplémentaire aux utilisateurs et permettent de nouvelles applications. Les nouveaux systèmes devraient être moins coûteux que les générations précédentes.
6. Les systèmes innovants du SFS seront complémentaires des systèmes terrestres et pourront contribuer à fournir une connectivité à large bande dans les zones les plus reculées. Les systèmes NON-OSG présenteront, en plus d'autres caractéristiques, l'avantage d'une latence plus faible que le OSG.
7. La demande de services haut débit, y compris les services de cloud, a augmenté sur tous les marchés où l'adoption est encore faible et, en parallèle, il y a eu un besoin urgent de travail à distance en raison de la pandémie de COVID-19. L'écosystème 5G (en tant que réseau de réseaux), qui comprend les services satellitaires, et d'autres applications de nouvelle génération suscitent également des demandes de performances de réseau dans des secteurs tels que l'exploitation minière, l'énergie et les services financiers, où la connectivité aux opérations dans les zones mal desservies était auparavant impossible.

SS3-3(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

a. Aspects liés aux services et aux applications

1. Les réseaux satellitaires font partie de la solution de connectivité et peuvent fournir les mêmes services que les réseaux câblés terrestres et sous-marins, et améliorer l'écosystème de fourniture de la large bande. Les fournisseurs de services africains utilisent une combinaison de réseaux de transmission et d'accès terrestres et satellitaires afin de fournir des services à large bande de manière optimale et rentable.
2. Le haut débit par satellite est un moyen de réaliser l'accès aux zones rurales et peut donc soutenir le développement socio-économique. Contrairement aux câbles sous-marins ou aux réseaux terrestres à fibre optique, la bande passante par satellite peut être fournie à n'importe quel endroit en Afrique. Les avantages socio-économiques de la fourniture de la large bande par satellite dans les zones rurales comprennent la contribution à la réduction de la fracture urbaine/rurale dans l'accès à la large bande, et les implications pour la croissance économique associée à la large bande.
3. Les satellites fournissent déjà une connectivité directe à large bande à 100 Mbit/s aux citoyens, au-delà de la portée géographique des autres technologies ; ils permettent également de fournir des services aux entreprises et aux gouvernements. Les satellites à haut débit de nouvelle génération sont capables de fournir une connectivité de Gbps aux utilisateurs finaux.
4. Des technologies innovantes telles que le traitement à bord et les liaisons inter satellites, entre autres, augmenteront la flexibilité et l'efficacité des réseaux de satellites, également au profit des utilisateurs. Les satellites peuvent fournir une couverture omniprésente et connecter des endroits éloignés à la large bande, ce qui permet d'atteindre des débits élevés de 100 Mbps et plus.
5. La connectivité par satellite et à large bande peut aider pour les services suivants :
 - fournir une couverture dans les zones rurales/éloignées qui ne font pas partie de l'empreinte terrestre ;
 - pour connecter les solutions de centres de données mobiles ;
 - pour connecter des endroits éloignés où les réseaux terrestres ne sont pas disponibles ;
 - comme solution de secours pour assurer la continuité des activités en cas de défaillance des connexions terrestres ;
 - pour connecter rapidement des endroits où les délais de mise en place de la fibre optique sont longs.
6. La connectivité à large bande peut favoriser la création et le fonctionnement des petites entreprises, stimuler la croissance et l'emploi et, en définitive, profiter aux populations au travail ou à la maison. Lorsque le haut débit par satellite est économiquement réalisable pour

ces entreprises, il peut aider à soutenir une plus grande connectivité en dehors des réseaux terrestres.

7. La virtualisation du spectre radioélectrique des fonctions du réseau de communication par satellite a amélioré les services à large bande par satellite.
8. Outre les systèmes satellitaires GEO et MEO, des investissements importants sont réalisés dans les constellations LEO et les petits satellites. Les solutions GEO+MEO+LEO existantes sont capables de :
 - fournir des services à large bande dans les zones urbaines, suburbaines et rurales
 - envoyer et recevoir de grands volumes de données en temps réel à travers des zones géographiques ;
 - assurer la connectivité en mer ou à bord de plateformes mobiles (voitures, trains, bateaux, vols) ;
 - fournir du contenu vidéo aux plateformes de diffusion et de VOD dans le monde entier ;
 - fournir une connexion privée et dédiée allant jusqu'à 2 Gbps, ou un accès distant par VPN via le cloud public allant jusqu'à 500 Mbps.

b. Spectre et aspects technologiques

1. Les services fixes à large bande par satellite sont proposés dans cinq grandes gammes de fréquences :
 - Bande C (4/6 GHz)
 - Bande Ku (11/14 GHz)
 - Bande Ka (17/30 GHz)
 - Et récemment dans les bandes Q/V (40/50 GHz).
2. L'industrie des communications par satellite a évolué de façon spectaculaire grâce à de nombreuses innovations technologiques, comme par exemple :
 - Des satellites de plus en plus puissants.
 - Technologie de charge utile améliorée : antennes multifaisceaux avec un grand nombre de faisceaux (jusqu'à quelques centaines sur un seul satellite).
 - Développement des liaisons radiofréquences : meilleure caractérisation des canaux de propagation grâce à des modèles de canaux améliorés.
 - Techniques de communication numérique améliorées.
 - Amélioration des bornes terrestres.
3. La demande d'une plus grande largeur de bande augmentera avec la planification de la technologie d'accès radio multiple (Multi-RAT) pour la 5G qui s'appuiera sur divers réseaux hétérogènes pour une disponibilité de plus de 99 % tels que Wi Gig, 4G, 100G Ethernet et les réseaux satellitaires.
4. L'une des principales tendances du SFS est celle des satellites à haut débit qui offrent des vitesses bien supérieures à celles des satellites traditionnels. Cependant, la demande

croissante pour ces services nécessite également un spectre supplémentaire pour répondre à cette demande, comme pour les services terrestres.

5. Au lieu d'utiliser un faisceau unique pour couvrir le plus grand nombre d'utilisateurs possible, de multiples petits faisceaux (faisceaux ponctuels) sont mis en œuvre de manière à permettre une grande réutilisation des fréquences, ce qui peut être réalisé en modifiant les fréquences et la polarisation du signal.
6. Les satellites à haut débit (HTS), dont le débit est près de 20 fois supérieur à celui des satellites à service fixe (SFS), peuvent permettre de connecter les utilisateurs finaux à de multiples technologies avec une baisse significative du coût par bit par rapport aux SFS traditionnels. D'où la nécessité de disposer d'émetteurs très efficaces avec amplificateurs de puissance à semi-conducteurs (SSPA), de récepteurs très sensibles et d'antennes réseau à commande de phase reconfigurables pour plus de flexibilité.



7. Les services en nuage sont une application innovante qui peut être fournie par le satellite. À mesure que les demandes de services en nuage et de services de périphérie augmentent, le satellite peut nouvellement aider les petites et moyennes organisations dont les opérations sont géographiquement dispersées ou dont les effectifs sont isolés pour bénéficier d'une connectivité fiable et sécurisée en fonction des besoins, et ce, à l'avenir. Cela peut profiter aux entités gouvernementales locales, aux hôpitaux, aux écoles mais aussi aux PME ou à toute autre communauté privée équipée d'antennes satellites (VSAT) de nouvelle génération.
8. Les réseaux intelligents par satellite peuvent fournir un accès à large bande dans leurs empreintes, ce qui permettra, entre autres, de se connecter aux services en nuage.
9. Les services à large bande par satellite deviennent plus abordables. Cela est dû en partie à l'augmentation de l'offre : l'introduction récente de satellites OSG en bande Ka en plus des constellations MEO et LEO a apporté beaucoup plus de capacité satellitaire dans la région, et

la baisse des coûts des unités permet de réduire considérablement les prix de détail des services à large bande par satellite.

10. L'industrie des satellites a connu une évolution majeure, passant de la fabrication de satellites traditionnels massifs de plusieurs centaines de millions de dollars (>5000 kg) à la production de petits satellites de quelques millions de dollars (<500 kg).
11. Ces dernières années, le nombre de commandes de satellites GEO a connu une forte tendance à la baisse.
12. La possibilité d'activer une capacité supplémentaire de manière dynamique, en fonction des besoins, offre aux clients la flexibilité d'offrir des services supplémentaires pendant des périodes limitées, plutôt que de devoir commander un forfait de bande passante plus coûteux et fixe basé uniquement sur les pics de demande.
13. Les réseaux satellitaires sont nouvellement conçus pour permettre aux utilisateurs d'allouer dynamiquement un service à faible latence et à large bande passante en tout lieu. Ceci est rendu possible grâce à:
 - Lancement de plates-formes de communication par satellite à haut débit, très flexibles et évolutives, avec une couverture complète du continent africain.
 - Développement d'une nouvelle génération d'antennes de terminaux clients de type VSAT, multi-orbites et multifréquences.
 - Adoption et mise en œuvre de systèmes logiciels de contrôle adaptatif des ressources pour les gérer en fonction de la demande de clients, synchroniser les ressources des satellites et des systèmes au sol, contrôler dynamiquement les niveaux de puissance, le débit et l'attribution des fréquences afin de respecter de manière fiable des accords de niveau de service solides. Ces systèmes permettent le contrôle dynamique et l'optimisation de la puissance, du débit, des faisceaux et également de l'attribution des fréquences sur l'ensemble des ressources spatiales et terrestres du système satellitaire. La capacité d'allocation dynamique des fréquences peut également être exploitée pour atténuer les interférences et se conformer aux exigences réglementaires.

c. La connectivité par satellite dans l'écosystème 5G⁶⁸

1. Les communications par satellite sont en cours d'intégration dans l'écosystème 5G, ce qui permet aux services autonomes alimentés par satellite d'étendre et d'accélérer la connectivité 5G partout et peut également être complémentaire aux réseaux terrestres.

⁶⁸ Le texte de cette sous-section sur la 5G NR et la 5G NTN, ainsi que sur les solutions hybrides, s'applique à d'autres systèmes tels que les systèmes MSS et FSS.

Plusieurs cas d'utilisation ont été identifiés⁶⁹ et sont reconnus comme pouvant bénéficier de la contribution des satellites dans l'écosystème 5G. Il s'agit notamment de:

- Les communications en mouvement ;
- Connectivité directe avec les locaux ;
- Connectivité directe aux appareils de l'utilisateur final ;
- Liaisons terrestres et alimentation des tours (Liaisons terrestres des sites cellulaires et distribution de contenu) ; et
- Liaison et alimentation de tête de réseau (collecte mobile agrégée et distribution de contenu).

2. Les spécifications des réseaux satellitaires et les développements visant à intégrer les réseaux non terrestres (NTN) dans l'écosystème 5G sont en cours pour accélérer le déploiement des cas d'utilisation génériques IMT 2020 (voir le [Rapport UIT-R M. 2460](#)⁷⁰ et les versions 17 et 18 du 3GPP⁷¹) :

- communications massives de type machine (mMTC),
- le haut débit mobile amélioré (eMBB),
- et les communications ultra-fiables à faible latence (URLLC).

3. Une couverture véritablement omniprésente est l'un des moteurs de la 5G, et cela peut être soutenu par l'utilisation de réseaux satellitaires dans le cadre de l'écosystème 5G et au-delà.

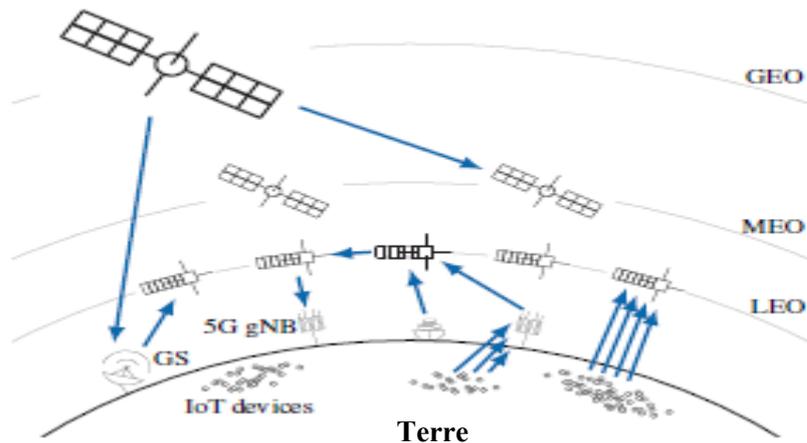
4. Les cas d'utilisation des réseaux satellitaires dans le cadre de l'écosystème 5G se divisent en trois catégories :

- Continuité du service : couverture continue pour les terminaux mobiles terrestres auxquels l'accès aux services 5G a été préalablement accordé, tels que les véhicules terrestres, les navires et les plateformes aéroportées.
- Omniprésence du service : accès à la 5G dans les zones dépourvues de couverture terrestre de haute qualité, y compris dans les zones où la couverture terrestre est interrompue par une catastrophe naturelle, comme un tremblement de terre ou une inondation.
- Évolutivité des services : prise en charge de l'écosystème 5G avec des applications de multidiffusion massive (liaison descendante) ou d'IdO (liaison montante), comme dans les déploiements de télévision à ultra-haute définition et d'IdO à ultra-densité.

⁶⁹ Voir 3GPP « Study on using Satellite Access in 5G », TR22.822 V16.0.0

⁷⁰ <https://www.itu.int/en/ITU-R/space/workshops/2019-SatSymp/PublishingImages/Pages/Programme/R-REP-M.2460-2019-PDF-E.pdf>

⁷¹ <https://www.3gpp.org/release-17> and <https://www.3gpp.org/release18>



5. Pendant de nombreuses années, les dispositifs non terrestres ont été considérés comme des supports de services tels que la livraison de colis, la météorologie, la vidéosurveillance, la télédiffusion, la télédétection et la navigation. Cependant, les récents développements technologiques dans l'industrie aérienne/ spatiale ont ouvert la voie à l'intégration entre les technologies terrestres et non terrestres pour permettre des cas d'utilisation plus avancés.
6. Le satellite peut jouer un rôle dans l'amélioration de la résilience des réseaux sur les sites cellulaires, ce qui implique un déploiement auprès des opérateurs de réseaux terrestres pour fournir des connexions de liaison retour de grande capacité.
7. Le développement de réseaux non terrestres (NTN) pour promouvoir une connectivité mondiale omniprésente et de grande capacité dans laquelle les infrastructures terrestres sont complétées par des stations non terrestres, notamment des satellites.
8. Caractéristiques des systèmes non terrestres :
 - Terminal terrestre.
 - Station aérienne/ spatiale, qui peut fonctionner de manière similaire à une station de base terrestre.
 - Liaison de service entre le terminal terrestre et la station spatiale.
 - Passerelle qui relie le réseau d'accès non terrestre au réseau central par l'intermédiaire d'une liaison de raccordement.
9. Les solutions hybrides peuvent abaisser le coût total de possession pour les clients, en réduisant le coût par bit à mesure que leurs besoins en capacité augmentent. Les terminaux des clients, de différentes tailles, sont également moins chers qu'auparavant. En réduisant la taille des antennes, les opérateurs les ont rendues plus faciles à installer.
10. Les solutions de connectivité basées sur un réseau hybride combinant des services satellitaires et terrestres peuvent prendre en charge un réseau supplémentaire plus large. L'écosystème 5G peut s'appuyer sur un mélange de technologies.

d. Questions réglementaires

1. Les opérateurs de satellites doivent s'assurer que leurs services sont fournis conformément aux règles fixées par chaque administration (licence, autorisation, etc.).
2. Les procédures d'autorisation et de licence permettant aux prestataires de services d'opérer doivent être rationalisées et ne pas être indûment compliquées.
3. Ces mesures permettraient une concurrence internationale efficace, une baisse des prix, des avantages significatifs pour l'utilisateur final et une forte impulsion pour l'innovation.
4. La CEPT a élaboré plusieurs décisions ECC afin de fournir un cadre harmonisé pour les VSAT. Il s'agit notamment des décisions suivantes

Tableau 14 : Décisions ECC pour une utilisation harmonisée au sein de la CEPT pour les services par satellite

| Référence du document | Titre | Gamme de fréquences |
|-----------------------|--|--|
| <u>ECC/DEC/03)04</u> | Exemption de licence individuelle pour les terminaux à très petite ouverture (VSAT) fonctionnant dans les bandes de fréquences 14,25 - 14,50 GHz Terre vers espace et 10,70-11,70 GHz espace vers Terre. | 14.25 - 14.50 GHz Terre-espace 10.70-11.70 GHz Espace-Terre |
| <u>ECC/DEC/06)02</u> | Exemption de licence individuelle pour les terminaux de satellite à faible p.i.r.e. (LEST) fonctionnant dans les bandes de fréquences 10,70-12,75 GHz ou 19,70-20,20 GHz espace vers Terre et 14,00-14,25 GHz ou 29,50-30,00 GHz Terre vers Espace. | 10.70-12.75 GHz Espace-Terre 19.70-20.20 GHz Espace-Terre 14.00-14.25 GHz Terre-Espace 29.50-30.00 GHz Terre-Espace |
| <u>ECC/DEC/06)03</u> | Exemption de licence individuelle pour les terminaux satellitaires à p.i.r.e. élevée (HEST) dont la p.i.r.e. est supérieure à 34 dBW et qui fonctionnent dans les bandes de fréquences 10,70 - 12,75 GHz ou 19,70 - 20,20 GHz espace vers Terre et 14,00 - 14,25 GHz ou 29,50 - 30,00 GHz Terre vers espace, | 10.70 - 12.75 GHz Espace-Terre 19.70 - 20.20 GHz Espace-Terre 14.00 - 14.25 GHz Terre-Espace 29.50 - 30.00 GHz Terre-Espace |

SS3-3(3) : RECOMMANDATIONS

Afin de favoriser une mise en œuvre harmonisée des terminaux à très petite ouverture (VSAT) et d'autres applications dans le cadre du service fixe par satellite (SFS), l'UAT recommande aux États membres :

a. Aspects liés à l'octroi de licences

1. **Envisager de** les inclure dans leurs cadres réglementaires nationaux :
 - a. Une obligation pour les opérateurs de satellites de s'engager à ce que l'exploitation de services par satellite sur le territoire d'une administration ne soit effectuée que si elle est autorisée par cette administration et que, lorsqu'une administration identifie la présence d'une exploitation non autorisée sur son territoire, les opérateurs de satellites et/ou les fournisseurs de services prennent toutes les mesures appropriées pour faire cesser ces transmissions non autorisées.
 - b. Les dispositions du Règlement des radiocommunications relatives à l'exploitation de VSAT OSG et NON-OSG dans les bandes du SFS.
 - c. Des principes généraux pour l'octroi de licences et les aspects du spectre applicables aux VSAT du SFS ubiquitaires. En particulier, l'octroi de licences pour les VSAT ubiquitaires bénéficiera grandement d'un régime simplifié de licences par classe pour les aspects du spectre. De tels régimes d'octroi de licences sont déjà mis en œuvre dans plusieurs pays du monde, y compris en Afrique (par exemple au Nigeria).
2. **Prendre** toutes les mesures appropriées pour rendre publiques et facilement accessibles les procédures d'octroi de licences/autorisation d'exploitation de services par satellite sur leur territoire.
3. **Veiller à ce** que la réglementation et les conditions d'octroi de licences favorisent l'utilisation de toutes les technologies émergentes qui contribuent à éliminer la fracture numérique, conformément au principe de neutralité technologique. Cela inclut les satellites OSG et NON-OSG qui permettent des solutions de connectivité multiples à travers l'Afrique et contribuent à réduire le fossé entre les États membres de l'UAT et les autres parties du monde.
4. **Mettre en place un système d'**octroi de licences simplifié en ayant des exigences d'autorisation qui se concentrent sur la facilitation d'exigences simplifiées pour promouvoir les services fournis par les réseaux VSAT du SFS omniprésents. Plus précisément, envisager de mettre en œuvre l'approche de l'autorisation générale en matière d'octroi de licences, qui permet une approche de licence par classe, "parapluie" ou "globale" sur leur territoire, sans qu'il ne soit nécessaire d'obtenir de lourdes licences individuelles terminal par terminal.

b. Aspects du spectre

5. **Adopter** une approche équilibrée de l'attribution du spectre, en faisant un usage optimal de toutes les bandes, en considérant qu'un spectre suffisant pour répondre aux besoins des utilisateurs est une exigence pour tous les systèmes sans fil, qu'ils soient terrestres ou spatiaux.

6. **Veiller à** ce que l'exploitation des services spatiaux sur le territoire national se fasse de manière efficace, sans interférence avec d'autres services.
 7. **Examiner la** meilleure façon de mettre en œuvre le numéro **5.516B du** RR qui indique l'identification pour les services fixes par satellite à haute densité (HD-SFS).
-

Section 4

Wi-Fi dans la bande des 6 GHz
(5 925 - 6 425 MHz)

et

RLANs (WiGig et 5G NR-U)
dans la bande
60GHz(57 - 66 GHz)

Section 4-1

Wi-Fi dans la bande de 6 GHz (5 925 - 6 425 MHz)

Contenu de la présente sous-section

SS4-1(1) : INTRODUCTION

SS4-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

1. Points forts de la Question
2. Les arguments en faveur d'un accès exempt de licence à la bande des 6 GHz
3. Collation des pratiques

SS4-1(3): RECOMMANDATIONS

SS4-1(1): INTRODUCTION

1. L'accès à la connectivité est un moteur important de la croissance économique et du développement sociétal. Aujourd'hui, près de la moitié de la population mondiale n'est toujours pas connectée à l'internet. Parmi ceux qui sont connectés, beaucoup sont sous-connectés. L'accès à la connectivité pour tous nécessitera un ensemble de solutions techniques abordables.
2. Les technologies émergentes nécessitent toutes l'accès au spectre, ce qui rend la politique du spectre extrêmement importante pour apporter des solutions de connectivité innovantes aux nations membres de l'UAT.
3. En raison de la pandémie de COVID-19, les gens font moins la navette et travaillent davantage à domicile, ce qui signifie que les opérateurs de télécommunications constatent une plus grande demande d'accès Internet à large bande à domicile.
4. Les technologies sans fil, qu'elles soient sous licence ou exemptées de licence, seront probablement nécessaires pour assurer la connectivité à large bande.
5. Les réseaux locaux radio (RLAN) sont largement utilisés pour connecter une variété d'appareils, des tablettes aux téléviseurs en passant par les caméras et les haut-parleurs, sans l'inconvénient de relier les appareils par des fils. Les RLAN ont largement remplacé le câble LAN pour les travailleurs dans les entreprises et les personnes à la maison. Toutefois, les réseaux locaux câblés sont encore préférés dans certains cas pour des raisons de sécurité du réseau.
6. Les RLANs⁷² fournissent le réseau d'accès pour se connecter aux appareils des consommateurs. Les solutions sous licence et exemptes de licence nécessitent un backhaul. Une connexion à large bande vers les locaux (par fibre, cuivre, FWA, 5G ou satellite) est nécessaire pour fournir le service. Un spectre suffisant exempt de licence est alors nécessaire pour exploiter la vitesse de transmission des données de la connexion à large bande. Les dispositifs RLAN fonctionnent dans un certain nombre de bandes, notamment 2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz et 60 GHz.
7. Le présent document porte uniquement sur la partie inférieure de la bande des 6 GHz (5 925 - 6 425 MHz) tel qu'adopté par l'Afrique pour les RLANs.

SS4-1(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

1. Points forts de la Question

1. Les technologies basées sur l'IEEE (Wi-Fi 6 basé sur 802.11ax et au-delà, et WiGig basé sur IEEE 802.11ad/ay) complètent la 5G/IMT-2020 (normes 3GPP, c'est-à-dire la version 15 et au-delà).
2. La 3GPP 5G NR- exempte de licences peut coexister avec les technologies Wi-Fi et WiGig dans un spectre exempt de licence, comme c'est déjà le cas pour la 4G IMT-Advanced avec LAA (Accès-Assistée-par une Licence).

⁷² Les RLAN comprennent des technologies exemptes de licence telles que Wi-Fi et Wi-Fi 6, 3GPP 5G NR-U

3. Aujourd'hui, le Wi-Fi prend en charge le streaming vidéo haute résolution, les appels Wi-Fi, la surveillance des maisons intelligentes, l'accès aux hotspots, l'automatisation des services à l'échelle de la ville, la connectivité résidentielle, les applications de réalité augmentée (AR) et de réalité virtuelle (VR) et l'itinérance transparente.
4. Les technologies RLAN devraient jouer un rôle important dans la prise en charge des réseaux 5G, avec des connexions ultra-denses et à haut débit aux réseaux sans fil et filaires. Par exemple, la 5G FWA devrait fournir une connectivité domestique aux appareils CPE distribuant la connexion dans toute la maison et à tous les utilisateurs de la maison via le Wi-Fi.
5. Wi-Fi 6, basé sur la norme IEEE 802.11ax, permet de réduire la latence grâce à des capacités accrues telles qu'un débit plus élevé et un meilleur déchargement du trafic. Wi-Fi et WiGig sont harmonisés par les recommandations UIT-R [M.1450](#), [M.1801](#) et [M.2003](#).
6. Les produits certifiés Wi-Fi multi bande sont capables de basculer de manière intelligente et transparente entre les fréquences de 2,4, 5 et 60 GHz, en fonction de l'environnement de connectivité.
7. Il existe des solutions tri-bandes qui utilisent à la fois les normes 802.11ac et 802.11 ad et fonctionnent dans les bandes 2,4 GHz, 5 GHz et 60 GHz.
8. La norme 5G NR-U a été développée par le 3GPP (voir les spécifications de la version 16). Elle permet le fonctionnement autonome et non autonome des transmissions 5G NR dans les bandes 5 GHz et 6 GHz exemptes de licence.
9. La partie inférieure de la bande des 6 GHz (5 925 - 6 425 MHz) est envisagée pour répondre à la demande de technologies de systèmes d'accès sans fil (WAS)/réseaux d'accès local radio (RLAN) exemptées de licence, notamment Wi-Fi 6E et 5G NR-U.
10. Wi-Fi 6 est conçu pour fournir une capacité sans fil pour les applications à large bande passante. Il peut prendre en charge des canaux de 160 MHz et utilise des techniques de modulation avancées.
11. L'ouverture de la partie inférieure de la bande des 6 GHz (5 925 - 6 425 MHz) permettra aux technologies exemptes de licence de fournir des applications à large bande passante aux consommateurs et aux entreprises du continent africain. Les RLAN utilisant les bandes de fréquences existantes sont limités à une largeur de bande de canal plus faible, mais offrent néanmoins des vitesses de plusieurs centaines de Mbps.
12. L'élargissement du spectre disponible pour les RLAN permettra d'augmenter la capacité des réseaux locaux qui, à l'échelle mondiale, fournissent un pourcentage important du trafic acheminé vers les appareils mobiles des utilisateurs. Cisco estime qu'à l'échelle mondiale, 59 % du trafic de données mobiles sera déchargé sur le Wi-Fi d'ici 2022, contre 54 % de ce trafic en 2017.⁷³
13. Cette augmentation compense une hausse prévue de l'utilisation des données mobiles qui entraînerait une augmentation du trafic sur les réseaux mobiles à grande échelle.

⁷³ <https://s3.amazonaws.com/media.mediapost.com/uploads/CiscoForecast.pdf>

14. Le rapport annuel⁷⁴ sur l'internet de Cisco indique que, au Moyen-Orient et en Afrique, d'ici 2023, 75 % des appareils se connecteront à l'internet par mobile et 25 % par Wi-Fi, comme le montre le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Prévisions régionales de la connectivité Wi-Fi et mobile d'ici 2023

| | Région | % 2023 connectivité des appareils connectés en Wi-Fi |
|---|-----------------|--|
| 1 | APAC | 51% |
| 2 | C.E. Europe | 52% |
| 3 | Amérique Latine | 51% |
| 4 | MEA | 25% |
| 5 | Nord Amérique | 75% |
| 6 | Ouest. Europe | 69% |

15. Les bandes de 2,4 GHz et de 5 GHz utilisées dans le monde entier pour le Wi-Fi sont de plus en plus utilisées dans les zones où l'infrastructure en fibre optique est suffisante.
16. Le spectre de 6 GHz peut être utilisé par Wi-Fi 6E pour augmenter la réactivité des applications sensibles à la latence.

2. Les arguments en faveur d'un accès exempt de licence à la bande des 6 GHz

a) Valeur économique du Wi-Fi

1. La valeur du Wi-Fi pour l'économie et la société devrait augmenter avec l'introduction de produits et de déploiements de nouvelle génération.
2. Le Wi-Fi a généré une valeur mondiale de 1,73 trillion d'euros en 2018, un chiffre qui devrait atteindre 3,06 trillions d'euros en 2023, selon *Telecom Advisory Services* (Services consultatifs en matière de télécommunications)⁷⁵.

b) Le Wi-Fi complète la 4G et la 5G

3. Le Wi-Fi complète la connectivité 4G et 5G. À l'échelle mondiale, le délestage Wi-Fi restera important.
Les estimations de Cisco montrent que le Wi-Fi prend en charge le délestage de 54% du trafic de données mobiles à l'échelle mondiale et ce chiffre devrait passer à 71% avec la 5G d'ici 2022 au niveau mondial (voir Figure 1). Les prévisions de Cisco VNI pour l'Afrique montrent que la part du trafic mobile déchargé vers le Wi-Fi en Afrique serait de 33% en 2022, contre 31% en 2017.
4. La 5G devrait permettre d'offrir le FWA aux zones rurales d'Afrique. Dans les zones où les lignes fixes sont rares, les technologies IMT (4G/5G) peuvent fournir un accès haut débit à la maison. Le FWA relie généralement un CPE et une BS par le biais de la 5G, et le CPE distribue la connectivité dans toute la maison et à tous les utilisateurs qui s'y trouvent, grâce au Wi-Fi.

⁷⁴ <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>

⁷⁵ https://morningconsult.com/wp-content/uploads/2018/10/Economic_Value_of_Wi-Fi_2018.pdf

- Lorsqu'il existe des réseaux fixes ou à fibres optiques, le déchargement Wi-Fi peut réduire la charge de données sur les réseaux mobiles.

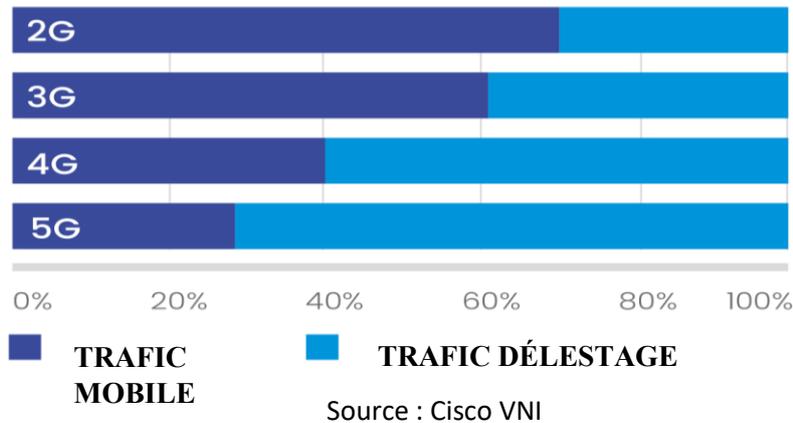


Figure 14 : Délestage du Wi-Fi au niveau mondial

- Le délestage Wi-Fi peut être déclenché par l'utilisateur final (par exemple, lorsque l'utilisateur se connecte manuellement à un hotspot Wi-Fi dans un magasin ou au point d'accès Wi-Fi à la maison) ou par l'opérateur de réseau (qui peut avoir déployé son propre réseau Wi-Fi ou conclu des accords avec d'autres opérateurs).

c) Soutien à l'innovation

- Les technologies utilisant le spectre exempté de licence offrent de très faibles barrières à l'entrée. Le Wi-Fi sert de plateforme pour la création de modèles commerciaux innovants qui sous-tendent des services uniques, tout en permettant à un plus grand nombre de personnes d'accéder aux services de communication fournis par les réseaux mobiles, fixes et satellitaires grâce aux points d'accès Wi-Fi.

d) Résilience face à la COVID-19 et rétablissement

- Dans le sillage de la pandémie de COVID-19, les services sans fil à large bande ont donné du pouvoir aux travailleurs éloignés. En outre, les citoyens, les entreprises et les gouvernements comptent beaucoup sur les services sans fil à large bande pour rester en contact avec leurs collègues, leurs enseignants, les professionnels de la santé et d'autres services essentiels.
- Le Wi-Fi peut contribuer à la réalisation de l'Agenda 2063 de l'Union africaine, qui vise à doubler la pénétration des TIC et leur contribution au PIB entre 2015 et 2023, grâce à une augmentation de 70 % de l'accessibilité au haut débit d'ici 2020.

e) Évolution du Wi-Fi

10. Une nouvelle norme Wi-Fi, IEEE 802.11ax, également appelée Wi-Fi 6, permet aux appareils compatibles de bénéficier de débits de données plus élevés, d'une plus grande réactivité, d'une capacité accrue, de meilleures performances dans les environnements comportant de nombreux appareils connectés et d'une meilleure efficacité énergétique.
11. De nouveaux appareils, dont les routeurs Wi-Fi 6, sont désormais disponibles. Wi-Fi 6E étendra les fonctionnalités de Wi-Fi 6 à la bande 6 GHz et permettra l'utilisation de canaux larges de 160 MHz pour les applications gourmandes en bande passante, telles que le streaming vidéo haute définition et les services de réalité virtuelle.

f) Spectre exempt de licence

12. Il y a actuellement 538,5 MHz de spectre à bande moyenne disponible pour une utilisation sans licence en Afrique, en Europe et au Moyen-Orient (région 1 de l'UIT). Les bandes utilisées sont: -
 - 2 400 - 2 483,5 MHz
 - 5 150 - 5 350 MHz
 - 5 470 - 5 725 MHz
13. Les bandes de 5 GHz ont été approuvées lors de la CMR-03 et les conditions d'utilisation sont définies dans la Résolution 229 (Rév. CMR-19). Par la suite, des bandes supplémentaires exemptes de licence ont été discutées à la CMR-15 et à nouveau à la CMR-19.
14. Deux études ont été réalisées, l'une par Quotient Associates Limited et l'autre par Qualcomm⁷⁶, afin de fournir une base pour l'examen d'un spectre supplémentaire en bande moyenne pour le Wi-Fi. L'étude de Quotient Associates Limited a conclu qu'entre 500 MHz et 1 000 MHz de spectre supplémentaire pourraient être nécessaires dans diverses régions du monde pour soutenir la croissance attendue du Wi-Fi d'ici 2020. L'étude de Qualcomm a conclu que dans les environnements denses qui reposent principalement sur le réseau local sans fil (WLAN), une quantité totale d'environ 1 280 MHz de spectre est nécessaire autour de la bande 5 GHz.

⁷⁶ <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/a-quantification-of-5-ghz-unlicensed-band-spectrum-needs.pdf>

g) La bande inférieure de 6 GHz

15. La partie inférieure de la bande des 6 GHz (5 925 - 6425 MHz), qui a une largeur de bande de 500 MHz, est adjacente à la bande des 5 GHz exempte de licence et est envisagée par certains pays dans le monde pour une utilisation exempte de licence.
16. -L'autorisation d'une technologie exempte de licence dans cette bande renforce l'impact des RLAN de nouvelle génération, fournit davantage de connectivité intérieure et permet de nouveaux cas d'utilisation du Wi-Fi basés sur la -norme Wifi 6 et le 3GPP 5G NR-U. Il s'agit notamment d'applications de réseaux personnels, comme le transfert de données entre un smartphone et un casque AR ou VR, et d'une nouvelle génération de solutions AR/VR, pour le divertissement (jeux, contenu), les applications industrielles, la santé en ligne et d'autres services.
17. Les premiers produits Wi-Fi 6E, qui peuvent employer la bande des 6 GHz, ont été lancés à la fin de 2020.
18. Le cabinet d'études IDC prévoit que plus de 316 millions de dispositifs Wi-Fi 6E entreront sur le marché en 2021.
19. Si les fournisseurs d'équipements peuvent distribuer les mêmes produits Wi-Fi 6E dans le monde entier, ils seront en mesure de réaliser des économies d'échelle et les utilisateurs finaux bénéficieront de prix plus bas et d'un plus grand choix.

3. Collation des pratiques

1. L'exemption de licence dans la bande des 6 GHz prend de plus en plus d'ampleur, avec des projets ou des règlements définitifs publiés dans divers pays des trois régions de l'UIT.
2. Quelques exemples des différentes réglementations qui ont été adoptées par différents pays sont résumés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 16: Exemples de limites de puissance pour les technologies exemptées de licence

| Pays/Région | Gamme | Utilisation | Limites de puissance |
|---------------|---------------|---------------------------------------|----------------------|
| Europe (CEPT) | 5945-6425 MHz | Faible puissance à l'intérieur | 23 dBm - 200mW |
| | 5945-6425 MHz | Portable à très faible puissance | 14 dBm - 25mW |
| USA | 5925-6425 MHz | Base de données connectée | 36dBm - 4W |
| | 6525-6875 MHz | | |
| | 5925-7125 MHz | Faible puissance à l'intérieur | 30dBm - 1W |
| Corée | 5925-7125 MHz | Faible puissance à l'intérieur | 24dBm - 250mW |
| Chili | 5925-7125 MHz | À l'intérieur, aucune antenne externe | 30dBm - 1W |
| ROYAUME-UNI | 5925-6425 MHz | Faible puissance à l'intérieur | 24dBm - 250mW |

| | | | |
|--------|---------------|-------------------------------------|---|
| | | Très faible puissance à l'extérieur | 14 dBm - 25mW |
| EAU | 5925-6425 MHz | Intérieur | 24dBm - 250mW |
| Brésil | 5925-7125 MHz | Faible puissance à l'intérieur | AP:30 dBm - 1W Terminal utilisateur : 24 dBm - 250 mW |
| | | Très faible Puissance | 17dBm-50 mW |

3. Les pratiques détaillées adoptées par les différentes Administrations pour le Wi-Fi exempté de licence dans la bande des 6 GHz sont fournies à l'annexe 3.

SS4-1(3) : RECOMMANDATIONS

Afin de favoriser l'utilisation harmonisée de la bande 5925-6425 GHz par les WAS/RLANS sur la base d'une exemption de licence en Afrique, l'UAT recommande aux États membres d'adopter les cadres politiques, réglementaires, techniques et opérationnels suivants :

1. **Désigner** la bande de fréquences 5925-6425 MHz pour une exploitation par des équipements WAS/RLAN limités à une utilisation à très faible puissance (VLP) (à l'extérieur et à l'intérieur) et à une utilisation à faible puissance à l'intérieur (LPI) uniquement sur une base non exclusive, sans interférence et sans protection ;
2. **Adopter** les conditions techniques et d'exploitation prévues à l'**annexe 3** et autoriser toutes les technologies conformes lors de la mise en œuvre de **WAS/RLAN dans la** bande de fréquences 5925 -6425 MHz.
3. **Exempter les** équipements WAS/RLAN qui respectent les détails techniques de l'**annexe 3** de l'octroi de licences individuelles.
4. **Envisager d'autoriser** tout système WAS/RLAN qui fonctionne dans la bande de fréquences 5925 - 6425 MHz et qui respecte les conditions d'exploitation prévues à l'**annexe 3**.
5. **S'assurer** que les équipements et dispositifs WAS/RLAN sont conformes aux conditions techniques et de fonctionnement prévues à l'**annexe 3** ;
6. Permettre la libre circulation transfrontalière (sans rupture) et l'utilisation des équipements/dispositifs WAS/RLAN qui sont conformes aux conditions techniques et opérationnelles spécifiées à l'**annexe 3**.

Sous-section 4-2

RLANs (Wi Gig et 5G NR-U) dans la bande

60GHz (57 - 66 GHz)

Contenu de la présente sous-section

SS4.2(1) : INTRODUCTION

SS4-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER

SS4-2(3): RECOMMANDATIONS

SS4-2(4): ANNEXES

1. Annexe 1 - Pratiques adoptées par certains pays pour le Wi-Fi dans la bande 6 GHz
2. Annexe 2 - Pratiques adoptées par certains pays pour le WiGig dans la bande 60 GHz
3. Annexe 3 - Conditions techniques et d'exploitation des systèmes d'accès sans fil, y compris les réseaux locaux radioélectriques (WAS/RLAN), dans la bande 5925 - 6425 MHz
4. Annexe 4 - Conditions techniques et d'exploitation pour une utilisation sans licence dans la bande 57 - 66 GHz

SS4-2(1): INTRODUCTION

1. Aujourd'hui, près de la moitié de la population mondiale n'est toujours pas connectée à l'internet. Parmi ceux qui sont connectés, beaucoup sont sous-connectés. La connectivité pour tous nécessitera un ensemble de solutions techniques.
2. Toutes les technologies émergentes nécessitent un accès au spectre, ce qui rend la politique du spectre extrêmement importante pour apporter des solutions de connectivité innovantes aux nations membres de l'UAT.
3. La WiGig a été annoncée pour la première fois en 2009 par la Wireless Gigabit Alliance, Alliance Gigabit sans fil, qui est une association commerciale promouvant cette technologie.
4. La version originale de Wi Gig, publiée en 2012, utilise la norme 802.11ad. Elle offre des vitesses d'environ 5 Gbps sur une distance maximale de 10 mètres.
5. En 2013, la Wireless Gigabit Alliance a fermé ses portes et le Wi-Fi Alliance - le même organisme qui supervise les normes Wi-Fi comme la norme Wi-Fi 6 - a pris le relais.
6. "Wi-Fi CERTIFIED Wi Gig" est une norme IEEE du Wi-Fi Alliance appelée 802.11ay.
7. Les produits certifiés Wi-Fi multi bande sont capables de basculer entre les fréquences de 2,4, 5 et 60 GHz, en fonction de l'environnement de connectivité.
8. Wi Gig peut être utilisé commercialement dans l'environnement de l'entreprise ou à la maison. À la maison, Wi Gig peut être utilisé pour remplacer les câbles entre les appareils, permettant ainsi une connexion permanente des appareils.
9. La technologie Wi Gig peut également être utilisée à bord des trains, pour fournir des services de données multi-gigabits à faible latence.

SS4-2(2) : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS À PRENDRE EN CONSIDÉRATION

1. Brève description/faits saillants de la question

1. Pour fournir le haut débit sans fil aux consommateurs en Afrique, les technologies basées sur l'IEEE (Wi-Fi 6 basé sur 802.11ax et au-delà, et Wi Gig basé sur IEEE 802.11ad/ay) peuvent être en mesure de compléter la 5G/IMT-2020 (normes 3GPP, c'est-à-dire la version 15 et au-delà).
2. La 5G/IMT-2020 inter opérera également avec les technologies Wi-Fi et Wi Gig dans les fréquences exemptes de licence, comme c'est déjà le cas pour la 4G IMT-Advanced avec LAA (Accès-Assisté de Licences).
3. La norme IEEE 802.11ay est un amendement à la norme 802.11ad qui vise à augmenter la capacité de 7 Gbit/s à 30 Gbit/s comme le montre la figure 1.

| Norme WiGig | Année libérée | Fréquence | Taux de données | Gamme |
|-------------|---------------|-----------|-----------------|-------------|
| 802.11ad | 2009 | 60GHz | 7Gbps | 30 feet |
| 802.11ay | 2018 | 60GHz | 20-30Gbps | 33-100 feet |

Figure 15 : Comparaison des normes IEEE 802.11ay et 802.11ad

- Les technologies exemptées de licence dans le spectre des hautes fréquences (57-71 GHz) peuvent prendre en charge la connectivité à large bande et de nouvelles applications.

Les technologies Wi Gig⁷⁷, basées sur la norme IEEE 802.11ad/ay et fonctionnant dans la bande 57 - 71 GHz, peuvent prendre en charge un débit de plusieurs gigabits et un accès à faible latence.

- Les technologies Wi Gig peuvent également prendre en charge les cas d'utilisation de détection et de radar dans les dispositifs à courte portée.
- La bande de fréquences 66 - 71 GHz est identifiée pour être utilisée par les IMT. L'identification de la bande pour les IMT n'exclut pas l'utilisation de la bande de fréquences par toute application des services auxquels cette bande de fréquences est attribuée. La Résolution UIT-R 241 (CMR-19) sur l'utilisation de la bande de fréquences 66-71 GHz pour les IMT et la coexistence avec d'autres applications du service mobile stipule que les Administrations qui souhaitent également mettre en œuvre d'autres applications du service mobile, y compris d'autres WAS dans la même bande de fréquences, envisagent la coexistence entre les IMT et ces applications.
- La CEPT précise en outre que les applications 5G devraient fonctionner dans la bande 66-71 GHz selon la recommandation 70-03.
- Cette [Recommandation UIT-R M.2003](#) définit les caractéristiques générales et les normes d'interface radio pour les systèmes sans fil à plusieurs gigabits dans les fréquences autour de 60 GHz.
- Dans la bande des 60 GHz, l'antenne est une petite parabole qui correspond au petit facteur de forme de la petite cellule et peut être installée discrètement.
- La bande des 60 GHz est actuellement utilisée pour les applications terrestres, ainsi que pour les applications WLAN.

⁷⁷ [Wi-Fi CERTIFIED WiGig | Wi-Fi Alliance \(wi-fi.org\)](https://www.wi-fi.org/)

11. La technologie Wi Gig constitue le réseau d'accès, qui fournit la connectivité aux appareils des utilisateurs finaux, tels que les smartphones et les ordinateurs portables, lorsqu'ils sont reliés à une connectivité de raccordement appropriée.
12. Les fournisseurs d'équipements travaillent dans le cadre du 3GPP à l'élaboration des spécifications Rel. 16 relatives au fonctionnement autonome et non autonome des transmissions 5G New Radio (NR) dans les bandes 5 GHz et 6 GHz exemptes de licence, appelées 5G NR-U. La 5G NR-U pour la bande 60 GHz est prévue dans les prochaines versions.
13. Wi Gig complète le Wi-Fi existant plutôt que de le remplacer, et fournit une connectivité internet sans fil extrêmement rapide et à faible latence dans certaines circonstances.
14. Les produits Wi-Fi fonctionnant dans les bandes 2,4 GHz et 5 GHz peuvent communiquer sur de plus longues distances et à travers les murs. Les produits WiGig seront normalement limités à des applications dans une pièce ou un grand espace ouvert.
15. WiGig utilise la technologie de formation de faisceaux pour envoyer un signal finement dirigé entre des appareils situés à une distance maximale de 10 mètres. Cette diffusion ciblée permet d'éliminer toute interférence des appareils voisins et de maintenir des performances élevées, même dans les zones où le spectre de 60 GHz est fortement utilisé.
16. Les signaux radio à 60 GHz ne peuvent pas traverser les murs ou d'autres objets solides.
17. De minuscules antennes sont nécessaires pour diriger les signaux dans la bonne direction. L'antenne WiGig est un peu plus petite qu'un timbre-poste.
18. WiGig offre une faible latence et est extrêmement réactif, offrant une réactivité similaire à celle d'une connexion physique câblée.
19. Les fournisseurs ont commencé à fabriquer des stations d'accueil WiGig. Cependant, au-delà des cas d'utilisation sans câble et de partage de fichiers, l'industrie du sans-fil a exploré les possibilités d'utiliser WiGig comme complément aux connexions Wi-Fi.
20. WiGig fournit une connectivité pour les dispositifs qui nécessitent un débit très élevé sur de courtes distances (par exemple, AR/VR, vidéo à 360 degrés, vidéoprojecteur domestique). La norme IEEE 802.11ay améliore la norme WiGig initiale basée sur la norme IEEE 802.11ad en prenant en charge des débits de données de pointe supérieurs à 100 Gbps grâce à l'utilisation de la liaison de canaux et du MIMO 8x8.

SS4-2(3) : RECOMMANDATIONS

Afin de favoriser l'utilisation harmonisée de la bande 57 - 66 GHz par les WAS/RLANS sur une base d'exemption de licence en Afrique, l'UAT recommande aux États membres d'adopter les cadres politiques, réglementaires, techniques et opérationnels suivants :

1. **Désigner** la bande de fréquences 57 - 66 GHz pour une utilisation par les WAS/RLAN tels que WiGig et 5G NR-U sur une base non exclusive, sans interférence et non protégée.
2. **Adopter** les conditions d'exploitation harmonisées de l'UAT telles qu'elles figurent à l'**annexe 4** et autoriser toutes les technologies conformes, lors de la mise en œuvre de WAS/RLAN dans la bande de fréquences 57 - 66 GHz,
3. **Exempter les** équipements WAS/RLAN qui respectent les détails techniques de l'**annexe 4** de l'octroi de licences individuelles ;
4. **Envisager d'autoriser** tout système WAS/RLAN qui fonctionne dans la bande de fréquences 57 - 66 GHz et qui respecte les conditions d'exploitation prévues à l'**annexe 4**.
5. **S'assurer** que les équipements et dispositifs WAS/RLAN sont conformes aux conditions techniques et de fonctionnements prévus à l'**annexe 4**.
6. **Permettre la** libre circulation transfrontalière (sans rupture) et l'utilisation des équipements/dispositifs WAS/RLAN qui sont conformes aux conditions techniques et opérationnelles spécifiées à l'**annexe 4**.

SS4-2(4) : ANNEXES

Annexe 1

PRATIQUES DU Wi-Fi DANS LA BANDE DE 6 GHz ADOPTÉES PAR DIFFÉRENTS PAYS

Les pratiques adoptées par les différents pays sont les suivantes : -

1. États-Unis (FCC)

1. En avril 2020, les **États-Unis** ont pris la décision d'ouvrir 1 200 MHz de spectre dans la bande des 6 GHz (5 925 - 7 125 MHz) afin de permettre l'utilisation de canaux plus larges (largeur de bande de 160 MHz et 320 MHz) et de répondre à la demande croissante de fréquences exemptes de licence ⁷⁸ avec des protections appropriées pour les services en place.
2. Ce faisant, la FCC, le régulateur américain, a remarqué que :
 - "Rendre toute la bande disponible pour ces opérations exemptes de licence permet d'utiliser de larges bandes de spectre, y compris plusieurs canaux de 160 MHz ainsi que des canaux de 320 MHz à l'avenir, ce qui favorise une utilisation plus efficace et productive du spectre."
 - "Pour obtenir des capacités de type 5G sans licence, des canaux de 160 MHz, ou éventuellement de 320 MHz dans le cadre de Wi-Fi 6, sont absolument nécessaires. En fin de compte, cette allocation fournira sept nouveaux canaux nécessaires à l'avenir, qui peuvent également être combinés avec les fréquences 5 GHz déjà utilisées. Et cette allocation pour les services exemptés de licence accélérera, plutôt que de concurrencer, l'effort américain pour déployer des services sans fil avancés 5G à l'échelle nationale. En somme, la 5G arrivera plus rapidement et plus largement grâce à notre action dans ce cadre."
3. Des ⁷⁹recherches économiques récentes menées aux États-Unis montrent comment l'autorisation des -appareils WiFi à faible puissance à l'intérieur (LPI) et à très faible puissance (VLP) -dans la totalité de la bande des 6 GHz (5 925 - 7 125 MHz) générera une valeur économique importante en améliorant la connectivité à l'intérieur et à l'extérieur, en étendant l'Internet des objets, en stimulant la productivité et le développement d'applications et de services plus riches.
4. Les éléments clés de la réglementation de la FCC sont le niveau de puissance autorisé, et les mécanismes permettant d'éviter les interférences avec les utilisateurs en place, notamment les liaisons fixes. Les niveaux de puissance autorisés sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

⁷⁸ <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-363490A1.pdf>

⁷⁹ Par Telecom Advisory Services : <http://wififorward.org/wp-content/uploads/2020/04/5.9-6.0-FINAL-for-distribution.pdf>

| Device Class | Operating Bands | Maximum EIRP | Maximum EIRP Power Spectral Density |
|---|--|--------------|-------------------------------------|
| Standard-Power Access Point (AFC Controlled) | U-NII-5 (5.925-6.425 GHz) U-NII-7 (6.525-6.875 GHz) | 36 dBm | 23 dBm/MHz |
| Client Connected to Standard-Power Access Point | | 30 dBm | 17 dBm/MHz |
| Low-Power Access Point (indoor only) | U-NII-5 (5.925-6.425 GHz) U-NII-6 (6.425-6.525 GHz) U-NII-7 (6.525-6.875 GHz) U-NII-8 (6.875-7.125 GHz) | 30 dBm | 5 dBm/MHz |
| Client Connected to Low-Power Access Point | | 24 dBm | -1 dBm/MHz |

5. Les Point d'accès de puissances standard doivent se connecter à une fonction de coordination automatique des fréquences avant de transmettre. Cette AFC est une base de données qui contient des informations sur les liaisons fixes en place, et établit des zones d'exclusion pour la protection.
6. Un point d'accès de puissance standard communiquera son emplacement à l'AFC qui déterminera les canaux disponibles pour le point d'accès afin que les liaisons fixes à proximité ne soient pas perturbées.
7. Les points d'accès à faible puissance ont des restrictions d'utilisation : ils ne peuvent être utilisés qu'à l'intérieur, doivent avoir une antenne intégrée, ne peuvent pas être alimentés par batterie et ne peuvent pas avoir un boîtier résistant aux intempéries.

2. Royaume-Uni (RU), Ofcom

1. En juillet 2020, au **Royaume-Uni (RU)**, l'**Ofcom** a décidé de mettre la bande inférieure de 6 GHz (5 925 - 6 425 MHz) à la disposition du Wi-Fi et d'autres technologies RLAN sur la base d'une exemption de licence, permettant une utilisation intérieure et extérieure à très faible puissance (VLP)⁸⁰.
2. La décision de l'Ofcom rendra plus de canaux disponibles, augmentera la capacité et réduira la congestion dans les bandes existantes en raison du grand nombre d'appareils et de la popularité écrasante de la connectivité Wi-Fi. L'Ofcom prévoit que l'ouverture de la bande inférieure de 6 GHz pour le Wi-Fi, associée au développement de nouvelles normes, pourrait apporter des avantages aux utilisateurs en permettant la mise en place de nouvelles technologies et l'amélioration des performances des équipements.
3. L'Ofcom note également l'importance d'une harmonisation mondiale afin de maximiser les économies d'échelle. La décision du Royaume-Uni s'appuie sur la propre analyse de l'Ofcom, ainsi que sur celle de la Conférence européenne des postes et télécommunications (CEPT) concernant la coexistence des RLAN avec les services fixes par satellite.

⁸⁰ https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0036/198927/6ghz-statement.pdf

3. Europe (CEPT)

1. La CEPT a conclu les travaux techniques pour permettre l'utilisation des RLAN dans la bande 5945-6425 MHz. Les caractéristiques de l'équipement sont les suivantes ⁸¹:
 - Dispositif à faible puissance : 23 dBm de p.i.r.e. maximum, limité à une utilisation à l'intérieur uniquement. Un point d'accès doit être alimenté par une connexion filaire et disposer d'une antenne intégrée. UN client peut être alimenté par une batterie.
 - Appareil de très faible puissance : 14 dBm de p.i.r.e. maximum, autorisé à l'extérieur et l'intérieur, portable.
2. Le Rapport 75⁸² de la CEPT et le DEC (20)01 de la CCE⁸³ ont été approuvés lors de la réunion de l'ECC en 2020. La décision de la Commission européenne est susceptible d'exiger que, d'ici décembre 2021, les États membres désignent et mettent à disposition 5945-6425 MHz pour la mise en œuvre des WAS/RLAN.
3. La CEPT a imposé des limites de puissance beaucoup plus strictes que celles de la FCC, et interdit l'utilisation en extérieur pour la classe de puissance supérieure.

4. Corée du Sud (MSIT)

1. En octobre 2020, le Ministère **Sud-Coréen** des Sciences et des Technologies de l'information et de la communication (MSIT) a décidé d'ouvrir l'ensemble de la gamme 5 925 - 7 125 M Hz à une utilisation RLAN exempte de licence⁸⁴.
2. Cette décision rend la bande 5 925-7 125 MHz à moins de 25 mW disponible pour une utilisation en interne.
3. Pour les connexions d'appareil à appareil comme le rattachement, le spectre situé dans la gamme 5 925-6 455 MHz sera également disponible pour une utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur.

5. Autres Administrations

1. Les Émirats arabes unis (EAU) ont approuvé la réglementation finale en décembre 2020 pour 5925 - 6425 MHz.⁸⁵
2. Consultations publiées en Arabie Saoudite⁸⁶ et en Jordanie.
3. L'Allemagne a annoncé qu'elle fera la première partie du groupe en 2021.
4. Le Chili a approuvé l'attribution de 1200 MHz (5925 - 7125 MHz) en octobre 2020⁸⁷

⁸¹ Décision CCE (20)01 relative à l'utilisation harmonisée de la bande de fréquences 5945-6425 MHz pour les systèmes d'accès sans fil, y compris les réseaux locaux radioélectriques (WAS/RLAN), Rapport CCE 316 Sharing studies assessing short-term interference from Wireless Access Systems including Radio Local Area Networks (WAS/RLAN) into Fixed Service in the frequency band 5925-6425 MHz.

⁸² <https://docdb.cept.org/download/aefb853d-8780/CEPT%20Report%2075.pdf>

⁸³ [https://docdb.cept.org/download/50365191-a99d/ECC%20Decision%20\(20\)01.pdf](https://docdb.cept.org/download/50365191-a99d/ECC%20Decision%20(20)01.pdf)

⁸⁴ MSIT. MSIT to supply next-generation unlicensed frequency in the 6 GHz band. June 25, 2020. <https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?catelId=policycom2&artId=2941487>; MSIT. Administrative notice of partial amendment to the technical standards of radio equipment for unlicensed radio stations. June 26, 2020. <https://msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?catelId=law4&artId=2942268>.

⁸⁵ <https://www.tra.gov.ae/en/media-hub/press-releases/2020/12/28/the-telecommunications-regulatory-authority-tras-adds-additional-500-mhz-of-6-ghz-band-for-the-wi-fi-radio-frequency-spectrum.aspx>

⁸⁶ https://www.citc.gov.sa/en/new/publicConsultation/Documents/Spectrum_Innovation_E.PDF

⁸⁷ https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1109333&idParte=9841504&idVersion=&r_c=6

Annexe 2

WiGig DANS LA BANDE DE 60 GHz - PRATIQUES ADOPTÉES PAR CERTAINES ADMINISTRATIONS

Pratiques possibles et implications associées

Voici quelques pratiques nationales qui peuvent servir de référence : -

1. Afrique du Sud - Règles relatives à la bande V (57 - 66 GHz)

En 2015, l'ICASA a publié des directives <https://www.icasa.org.za/legislation-and-regulations/amendment-to-the-radio-frequency-spectrum-regulations> pour l'utilisation de la bande V en Afrique du Sud. En voici les principales :

1. La bande V désigne un bloc continu de 9 GHz de spectre entre 57 et 66 GHz.
2. L'utilisation de la bande V est exempte de licence à condition que les paramètres techniques soient respectés.
3. La coordination détaillée des fréquences n'est pas requise et il n'y a pas d'arrangements de canaux prescrits.
4. Les systèmes à fréquence unique (TDD) et les systèmes à deux fréquences (FDD) peuvent utiliser n'importe quel canal.
5. La redevance sur le spectre des fréquences radioélectriques n'est pas applicable
6. Les paramètres techniques sont conformes à la norme ECC/REC/ (09)01 et comprennent les éléments suivants :
 - 7.1. Puissance de sortie maximale de l'émetteur : 10 dBm.
 - 7.3. P.i.r.e. maximale : 55 dBm.
 - 7.4. Gain d'antenne minimum : 30 dBi.

2. Règles européennes pour utiliser le Wi Gig dans les 60 GHz

7. Fin 2013, la Commission européenne (CE) a publié une décision, la 2013/752/UE, qui a apporté un certain nombre de modifications à un document d'orientation antérieur (2006/771/ CE).
8. L'objectif principal du document d'orientation révisé est d'établir une réglementation pour les niveaux de puissance d'émission afin de garantir la coexistence avec d'autres équipements sans fil.
9. Dans le cas des dispositifs à courte portée fonctionnant dans la bande 57 GHz à 66 GHz, ils sont limités à une puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) de 40 dBm et à des densités de p.i.r.e. de 13 dBm/MHz.
10. Les installations fixes en plein air sont exclues du respect de ces restrictions. En outre, cela garantira que ces dispositifs à courte portée ne deviennent pas une source sérieuse d'interférences pour les liaisons de retour dans la bande 57 GHz à 64 GHz.
 - Norme ETSI: EN 302 567

- Bande de fréquence: 57 - 66 GHz.
- P.i.r.e. : 40 dBm (en intérieur uniquement)
- P.i.r.e. : 25 dBm (intérieur et extérieur)

11. Le spectre d'ondes millimétriques exempt de licence dans la gamme 57-71 GHz est également un élément important du règlement européen sur les dispositifs à courte portée (SRD) et la CEPT a déjà mis à disposition la totalité de la bande en 2019 dans des conditions européennes harmonisées pour une utilisation exempte de licence⁸⁸.

3. Les Règles de FCC (États unis) pour utiliser le Wi Gig dans la bande des 60 GHz :

12. Fin 2013, la FCC a mis à jour ses règles régissant la bande exempte de licence de 60 GHz et a noté que les nouveaux niveaux de puissance relevés amélioreraient l'utilisation du spectre exempté de licence pour les liaisons de retour extérieures de grande capacité et de courte portée.

13. Il y a plusieurs raisons pour lesquelles ce changement de règle était important pour le raccordement des petites cellules. Dans la bande des 60 GHz, les transmissions sans fil sont atténuées par l'absorption d'oxygène et l'humidité ou "l'évanouissement dû à la pluie", ce qui limite leur portée ; de plus, le signal ne pénètre pas le feuillage ou les bâtiments, ce qui nécessite une ligne de visibilité claire.

14. La FCC a relevé la limite de puissance pour les liaisons extérieures fonctionnant dans la bande 57 GHz à 64 GHz sur une base d'exemption de licence.

15. La limite de la p.i.r.e. a été portée de 40 dBm (équivalent à 10 watts) à un maximum de 82 dBm (158 489 watts), en fonction du gain de l'antenne.

16. La nouvelle limite de puissance est comparable aux autres limites fixées par la FCC pour les services fixes à micro-ondes.

- a. La FCC a décidé de maintenir l'utilisation sans licence de la bande 64 - 71 GHz et même d'étendre ces opérations aux avions en vol.⁸⁹
- b. La FCC estime que cela permettra d'établir des liaisons extérieures de plus grande capacité, telles que les petites cellules, jusqu'à environ 1,6 km.
- c. La FCC a également supprimé la nécessité pour les dispositifs extérieurs à 60 GHz de transmettre un identifiant. Les dispositifs intérieurs à 60 GHz (par exemple, ceux basés sur la norme 802.11ad de WiGig) sont toujours soumis à des limitations de puissance beaucoup plus faible, ce qui évite les interférences avec les dispositifs extérieurs à liaison fixe.

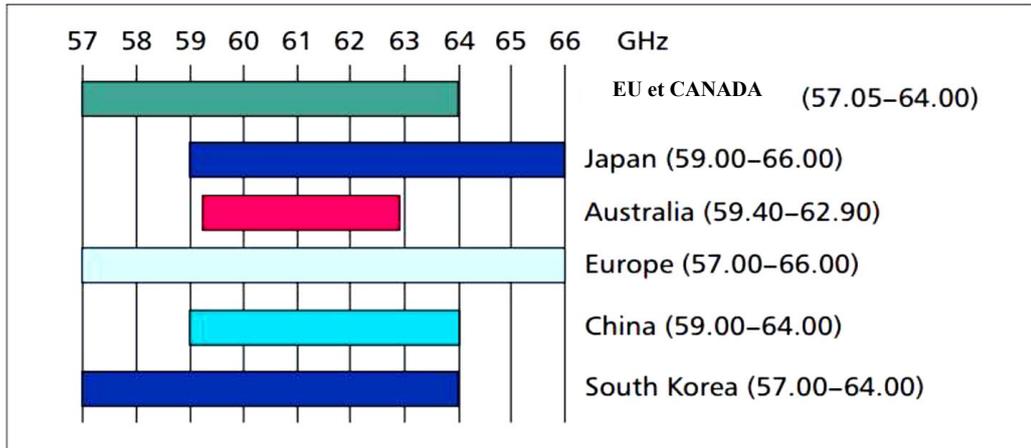
17. De même, l'Ofcom britannique a adopté des règlements⁹⁰ pour les opérations exemptées de licence dans la bande 57-71 GHz.

⁸⁸ <https://www.ecodocdb.dk/download/25c41779-cd6e/Rec7003e.pdf>

⁸⁹ [Use of Spectrum Bands Above 24 GHz for Mobile Radio Services Second Report and Order](#), Second Further Notice of Proposed Rulemaking, Order on Reconsideration, and Memorandum Opinion and Order, GN Docket No. 14-177

⁹⁰ https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0013/126121/Statement_Implementing-Ofcoms-decision-on-the-57-71GHz-band.pdf

18. Le tableau ci-dessous indique la disponibilité du spectre 60 GHz dans différents pays.



Annexe 3

CONDITIONS TECHNIQUES ET DE FONCTIONNEMENT DES SYSTÈMES D'ACCÈS SANS FIL, Y COMPRIS LES RÉSEAUX LOCAUX RADIO (WAS/RLAN), DANS LA BANDE 5925 - 6425 MHz

| Bande de fréquence | Application | Limites maximales de la puissance rayonnée ou de l'intensité du champ | Conditions techniques | Informations complémentaires |
|--------------------|-------------|---|--|---|
| 5925-6425 MHz | WAS RLAN | 23 dBm (200 mW) p.i.r.e. moyenne | <ul style="list-style-type: none"> Utilisation limitée à l'intérieur Utilisation intérieure à faible puissance (LPI) uniquement [y compris les trains équipés de fenêtres à revêtement métallique (Note 1) et les avions] L'utilisation à l'extérieur (y compris dans les véhicules routiers) n'est pas autorisée. Un mécanisme adéquat de partage du spectre doit être mis en œuvre pour l'accès et l'occupation des canaux. Densité moyenne de p.i.r.e. pour les émissions dans la bande - 10 dBm/MHz | <ul style="list-style-type: none"> Dispositifs intérieurs à faible consommation (LPI) Un point d'accès ou une passerelle LPI est un dispositif alimenté par une connexion câblée, doté d'une antenne intégrée et ne fonctionnant pas sur batterie. Un dispositif client LPI est un dispositif qui est connecté à un point d'accès LPI ou à un autre dispositif client LPI et qui peut être alimenté ou non par une batterie. |
| 5925-6425 MHz | WAS RLAN | 14 dBm (25 mW) p.i.r.e. | <ul style="list-style-type: none"> Très faible consommation (VLP) Utilisation intérieure et extérieure L'utilisation sur les drones est interdite Un mécanisme adéquat de partage du spectre doit être mis en œuvre pour l'accès et l'occupation des canaux. P.i.r.e. moyenne maximale pour les émissions dans la bande (Note 2) Densité de p.i.r.e. moyenne pour les émissions dans la bande - 1 dBm/MHz (note 2) | <ul style="list-style-type: none"> Le dispositif à très faible consommation (VLP) est un dispositif portable. |

Note 1 : Ou des structures similaires constituées de matériaux présentant des caractéristiques d'atténuation comparables.

Note 2 : La "p.i.r.e. moyenne" désigne la p.i.r.e. pendant la rafale de transmission, qui correspond à la puissance la plus élevée, si la commande de puissance est mise en œuvre.

Annexe 4

CONDITIONS TECHNIQUES ET OPÉRATIONNELLES POUR L'UTILISATION EXEMPTÉE DE LICENCE DANS LA BANDE 57 - 66 GHz

| Bande de fréquence | Application | Limites maximales de la puissance rayonnée ou de l'intensité du champ | Conditions techniques | Informations complémentaires | Norme pertinente/ Exigences supplémentaires |
|-----------------------|--------------------|--|--|--|---|
| Bande 57 GHz - 66 GHz | SRD WAS RLAN | <ul style="list-style-type: none"> • 40 dBm (10 W) p.i.r.e. moyenne (intérieur uniquement) • 23 dBm/MHz densité de p.i.r.e. | <ul style="list-style-type: none"> • Un mécanisme adéquat de partage du spectre doit être mis en œuvre | <ul style="list-style-type: none"> • Les installations externes fixes sont exclues. | <ul style="list-style-type: none"> • Norme WI Gig 802.11ad • Norme ETSI: EN 302 567 • Recommandation de l'ERC 70-03 |
| Bande 57 GHz - 66 GHz | SRD WAS | <ul style="list-style-type: none"> • 40 dBm (10 W) p.i.r.e. moyenne (intérieur uniquement) • 23 dBm/MHz densité de p.i.r.e. • puissance d'émission maximale de 27 dBm au niveau du ou des ports d'antenne | <ul style="list-style-type: none"> • Un mécanisme adéquat de partage du spectre doit être mis en œuvre | <ul style="list-style-type: none"> • | <ul style="list-style-type: none"> • Norme ETSI : projet de norme EN 303 722 • Norme ETSI : projet de norme EN 303 753 • Recommandation de l'ERC 70-03 |
| Bande 57 GHz - 66 GHz | SRD WAS | <ul style="list-style-type: none"> • 55 dBm (316 W) p.i.r.e. moyenne • 38 dBm/MHz densité de p.i.r.e. • gain d'antenne d'émission ≥ 30 dBi | <ul style="list-style-type: none"> • Densité moyenne de p.i.r.e. pour des émissions dans la bande - 38 dBm/MHz et un gain d'antenne d'émission ≥ 30 dBi. • Un mécanisme adéquat de partage du spectre doit être mis en œuvre | <ul style="list-style-type: none"> • S'applique uniquement aux installations externes fixes | <ul style="list-style-type: none"> • Norme ETSI : projet de norme EN 303 722 • Recommandation de l'ERC 70-03 |

À PROPOS DE CETTE RECOMMANDATION

Développement : Cette recommandation a été élaborée par le groupe de travail de l'UAT sur les recommandations relatives au spectre de juillet 2020 à février 2021 et mis à jour en Juillet 2025. Ce groupe était dirigé par les personnes suivantes :

| Rôle | Nom (Pays) |
|-------------------------------|---|
| Président – Groupe de Travail | Baxton SIREWU (Zimbabwe représentant de la SADC) |
| Rapporteur – Section 1 | Mohamed OMER (Soudan représentant de l’Afrique du Nord) |
| Rapporteur – Section 2 | Abraham OSHADAMI (Nigeria représentant de la CEDEAO) |
| Rapporteur – Section 3 | Abdouramane El-Hadjar (Cameroun de représentant la CEEAC) |
| Rapporteur – Section 4 | Wako GABABO (Kenya représentant de l’EACO) |

Validation: Cette recommandation a été validée par un forum de validation qui s'est tenu du 1er au 2 juillet 2021. Le forum a été animé par le bureau suivant :

- **Chair:** Valéry Hilaire OTTOU (Cameroun représentant de la CEEAC)
- **Vice-Chair:** Ahmed BORAUD (Niger représentant de la CEDEAO)
- **Rapporteurs:** Stella BANYENZA (Tanzania représentant de l’EACO/SADC)
Mohamed ABDELHASEEB (Egypte représentant l’Afrique du Nord)



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
