



Feuilles de routes pour l'attribution du spectre 5G en Moyen Orient & Nord Afrique

octobre 2020



La GSMA, qui représente les intérêts des opérateurs de téléphonie mobile dans le monde entier, rassemble plus de 750 opérateurs et plus de 350 entreprises de l'écosystème mobile au sens large, comprenant les fabricants de téléphones et appareils mobiles, les éditeurs de logiciels, les fournisseurs d'équipements, les prestataires Internet ainsi que des organismes issus de secteurs liés. La GSMA organise également les MWC, des événements de premier plan dans le secteur qui se tiennent annuellement à Barcelone, Los Angeles et Shanghai, ainsi que la série de conférences régionales Mobile 360.

Pour de plus amples informations, rendez-vous sur le site Web de la GSMA : www.gsma.com

Suivez la GSMA sur Twitter : [@GSMA](https://twitter.com/GSMA)



Plum est une société de conseil indépendante spécialisée dans les télécommunications, les media, les technologies, et leurs secteurs connexes. Nos analyses rigoureuses portent sur les défis et les opportunités dans les domaines de la réglementation, du spectre radio, de l'économie, du commerce et de la technologie.

Auteurs

Val Jervis, Tim Miller, Yi Shen Chan, Akhiljeet Kaur, Aude Schoentgen

A propos de cette étude

Cette étude effectuée pour La GSMA identifie une feuille de route possible pour les gouvernements et régulateurs de la région Moyen-Orient & Afrique du Nord (MENA) qui leur permettrait de libérer des fréquences pour le déploiement de la 5G. L'étude décrit ensuite où en sont les pays sur cette feuille de route, et formule des recommandations.

Sommaire

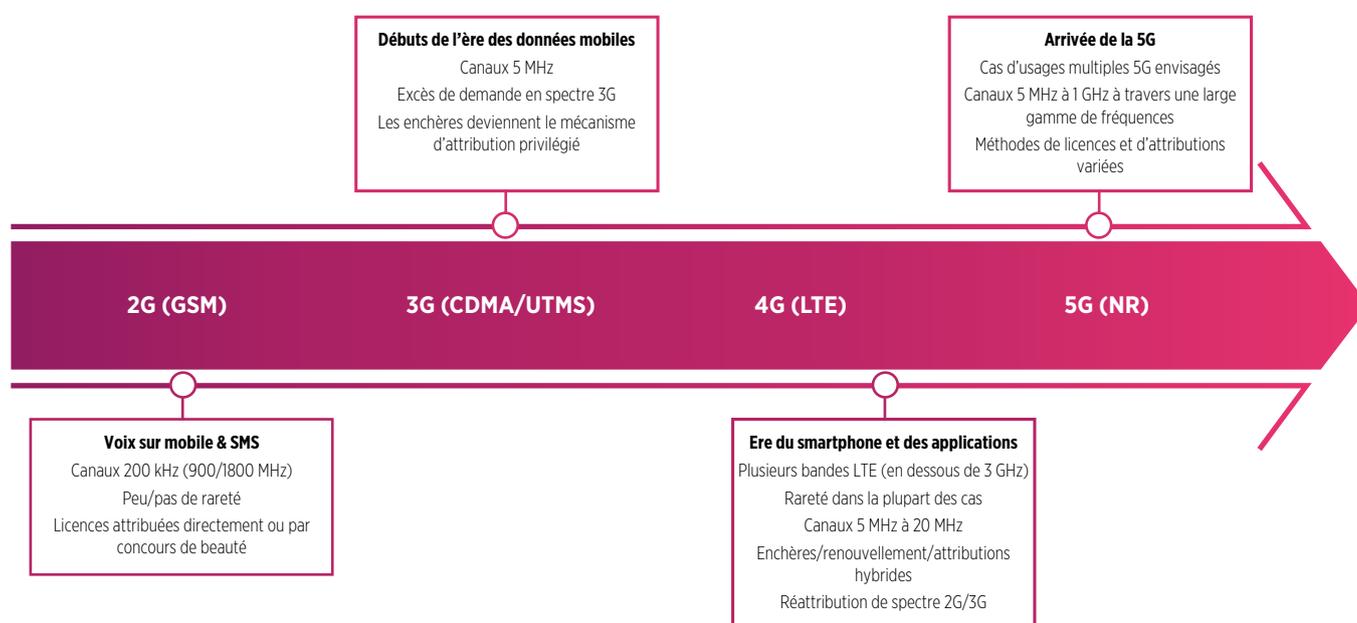
Synthèse	2
La 5G dans les pays MENA	3
Feuille de route 5G	3
Recommandations sur la base de meilleures pratiques internationales	4
1 Introduction	6
2 Spectre 5G	8
2.1 Bandes de fréquence 5G	8
2.2 Une feuille de route générique de la 5G	11
2.3 L'exemple de l'Arabie Saoudite	12
3 Statut actuel de la région MENA	14
4 Feuilles de route 5G	16
4.1 Feuille de route 5G de la Tunisie	17
4.2 Feuilles de route pour l'Algérie, l'Egypte, la Jordanie, le Liban, le Maroc et la Turquie	20
4.3 Feuilles de route pour Djibouti, la Libye et le Soudan	20
4.4 Feuilles de route pour l'Irak, la Mauritanie et la Palestine	21
5 Recommandations	23
5.1 Spectre existant	23
5.2 Licences technologiquement neutres	25
Appendix A Considérations pour la feuille de route	26
A.1 Considérations concernant la libération du spectre	26
A.2 Calendrier de libération du spectre 5G	27
A.3 Objectifs de l'attribution	27
A.4 Méthode d'attribution	28
A.5 Licences et obligations associées	29
A.6 Redevances	31
Appendix B Analyse par pays	32
B.1 Algérie	32
B.2 Djibouti	34
B.3 Egypte	34
B.4 Irak	36
B.5 Jordanie	37
B.6 Liban	39
B.7 Libye	41
B.8 Mauritanie	43
B.9 Maroc	44
B.10 Palestine	46
B.11 Soudan	47
B.12 Tunisie	49
B.13 Turquie	51
Appendix C Abréviations pays	54

Synthèse

Environ tous les 10 ans, une nouvelle génération de technologie mobile arrive, apportant des améliorations fondamentales aux capacités des réseaux mobiles ainsi que des changements dans les approches de gestion du spectre, comme illustré dans la Figure 1. Aujourd'hui, l'industrie du mobile en est encore au commencement de l'ère de la 5G. Selon la Global mobile Suppliers Association (GSA), en mars 2020, 70 réseaux commerciaux dans 40 pays avaient lancé un ou plusieurs services 5G conformes au standards 3GPP (63 mobiles et 34 FWA ou services à large bande à domicile) ¹. Dans des pays comme la Chine, la Corée du Sud, la Finlande, l'Allemagne, le Royaume-Uni et les États-Unis, les marchés du mobile sont tous relativement matures avec des niveaux élevés d'adoption de smartphones et de pénétration de la 4G, car ils ont été parmi les premiers à déployer le LTE au début des années 2010.

FIGURE 2

EVOLUTION DES GÉNÉRATIONS MOBILES ET DES APPROCHES DE GESTION DU SPECTRE



L'adoption généralisée de la 5G prendra du temps, avec 1,8 milliard de connexions 5G prévues d'ici l'an 2025, soit environ, 20% des connexions mondiales². De la même façon que la 2G et

la 3G continuent d'exister aux côtés de la 4G dans de nombreux endroits aujourd'hui, la 4G aura un rôle clé à jouer à l'ère de la 5G, en coexistant avec cette dernière dans les années 2030³.

¹ GSMA, 5G Market Snapshot, Mars 2020, <https://gsma.com/technology/5g>

² GSMA <https://www.gsma.com/mobileeconomy/>

³ Selon Ericsson, la 4G continuera d'être la technologie mobile dominante au milieu des années 2020, représentant la majorité des connexions dans le monde. Source : Ericsson Mobility Report, Novembre 2019.

La 5G dans les pays MENA

Dans la région Moyen Orient – Afrique du Nord (MENA dans le reste du document), les pays membres du Conseil de Coopération du Golfe (CCG) : l'Arabie Saoudite, le Bahreïn, les Émirats Arabes Unis, Oman, le Koweït et le Qatar, sont devenus des pionniers de la 5G. Ces gouvernements et les régulateurs ont été parmi les précurseurs à attribuer des fréquences 5G et les opérateurs mobiles figurent parmi les premiers au monde à déployer des

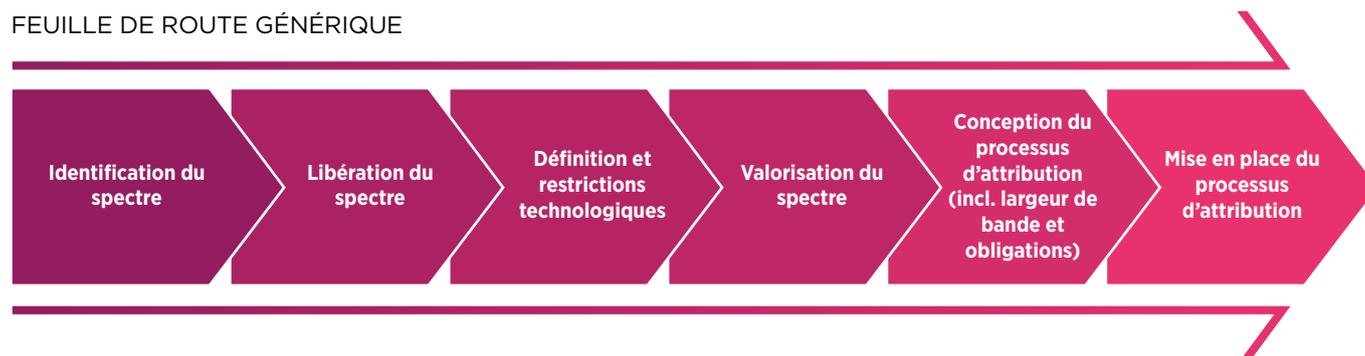
réseaux 5G. Ce rapport examine la situation actuelle dans toute la région MENA, ainsi que la nécessité de mettre à disposition le spectre 5G ; il fournit par ailleurs des recommandations sur la base des bonnes pratiques internationales.

Feuille de route 5G

La Figure 2 fournit une feuille de route générique applicable à la 5G et à toute génération précédente de technologie mobile.

FIGURE 2

FEUILLE DE ROUTE GÉNÉRIQUE



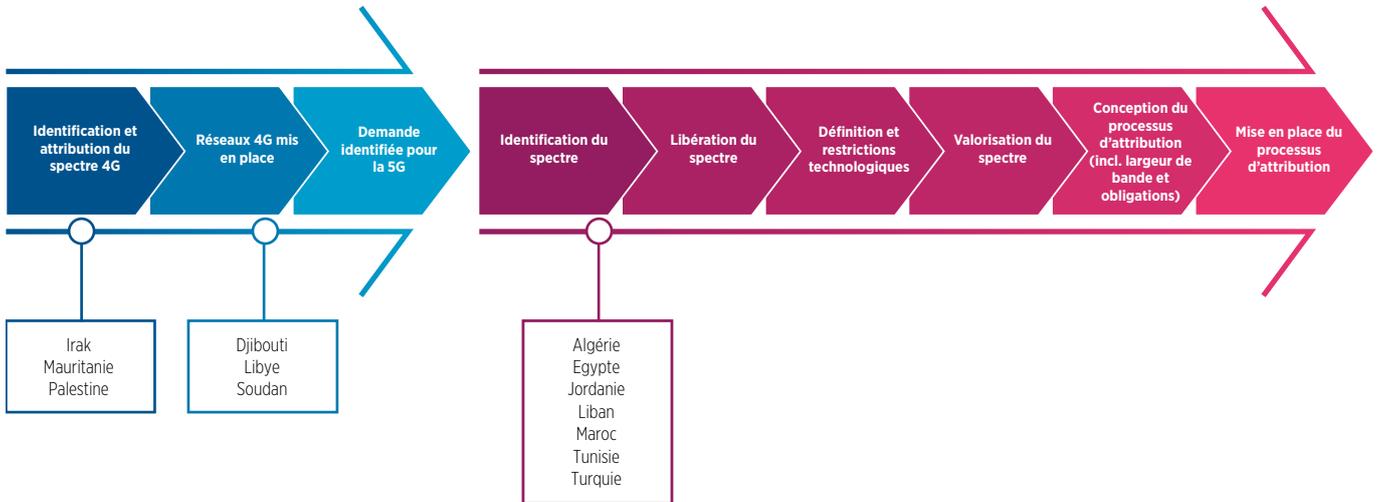
Même si ces étapes peuvent être les mêmes pour chaque pays, les détails de chaque étape peuvent varier. La consultation des acteurs concernés est également un élément important du processus pour garantir un résultat optimal.

- **Identification du spectre.** Les principales bandes de fréquences à prioriser pour la 5G sont la gamme 700 MHz, 3500 MHz et les ondes millimétriques (mmWaves). Cependant, il peut être nécessaire d'envisager des bandes alternatives en fonction de celles déjà attribuées pour le mobile.
- **Libération du spectre.** L'approche variera et sera fonction de certains facteurs, comme la densité d'utilisation, la facilité des utilisateurs actuels, dits « titulaires », du spectre envisagé pour la 5G à migrer vers des bandes de fréquences alternatives ou des technologies alternatives, ou l'impact du changement sur les services et les utilisateurs. Dans certains cas, les titulaires peuvent conserver l'utilisation de la bande via le partage géographique (par exemple, lorsque l'utilisation gouvernementale est limitée ou que les licences régionales sont possibles). Pour les fréquences déjà attribuées, il peut être seulement nécessaire de réaligner les attributions de bandes pour fournir des fréquences contiguës et maximiser l'efficacité du spectre pour la 4G et la 5G.
- **Conditions techniques et restrictions.** Il s'agit de la notification des obligations de licence techniques, de la quantité de spectre et de la disponibilité géographique du spectre.
- **Valorisation du spectre.** Cette étape permet de définir le prix de réserve des enchères ou les redevances de spectre. Dans l'évaluation de l'investissement nécessaire, il est important que le niveau du prix de réserve ou des redevances de spectre n'impactent ni le déploiement du réseau, sa qualité, ni le coût des services finaux.
- **Conception du processus d'attribution.** Il existe trois approches principales pour l'attribution du spectre : les enchères, les concours de beauté et l'attribution directe⁴. L'approche adoptée et les obligations de licence associées devront tenir compte des objectifs politiques, du spectre disponible et du marché (par exemple, le nombre d'opérateurs ou les détentions actuelles de spectre). Il convient de noter qu'en fonction des délais de disponibilité des différentes bandes de fréquences et de la conception du processus d'attribution, il peut être approprié de disposer d'une attribution multi-bande unique ou de plusieurs attributions distinctes.
- **Attribution du spectre.** La dernière étape est l'attribution en elle-même. Elle sera normalement étayée par une documentation détaillant les étapes nécessaires du processus d'attribution, le spectre proposé, les obligations de licence et autres informations essentielles pour les titulaires de licence potentiels.

Les pays examinés dans ce rapport ne sont pas tous prêts pour la 5G ; certains sont encore dans le déploiement de leurs services LTE, comme le montre la Figure 3. Les données proviennent de GSMA Intelligence, des opérateurs et des contributions des régulateurs, des ministères et d'autres sources en ligne.

FIGURE 3

STATUTS ACTUELS ESTIMÉS SUR LA FEUILLE DE ROUTE



Pourtant, plusieurs pays (Algérie, Égypte, Jordanie, Liban, Maroc, Tunisie et Turquie) ont commencé à identifier les fréquences 5G appropriées et les façons les plus efficaces de libérer le spectre, ce qui permettra d'y associer restrictions et obligations techniques. Il est prévu que dans ces pays, les réseaux et services 5G soient disponibles à compter de 2023.

Dans les cas de Djibouti, de la Libye et du Soudan, les réseaux 4G ont été déployés, mais aucune demande de 5G n'a été identifiée à court terme. L'objectif devrait être de s'assurer qu'il y a suffisamment de fréquences disponibles pour la 4G à mesure que la demande augmente, tout en commençant à identifier les fréquences potentielles pour la 5G.

L'Irak, la Mauritanie et la Palestine ne disposent pour le moment que de réseaux 2G et 3G et devraient se concentrer sur l'identification et l'attribution du spectre 4G. Il est important d'encourager et de soutenir le développement des services haut

débit et que le pays concerné puisse bénéficier des avantages économiques correspondant.

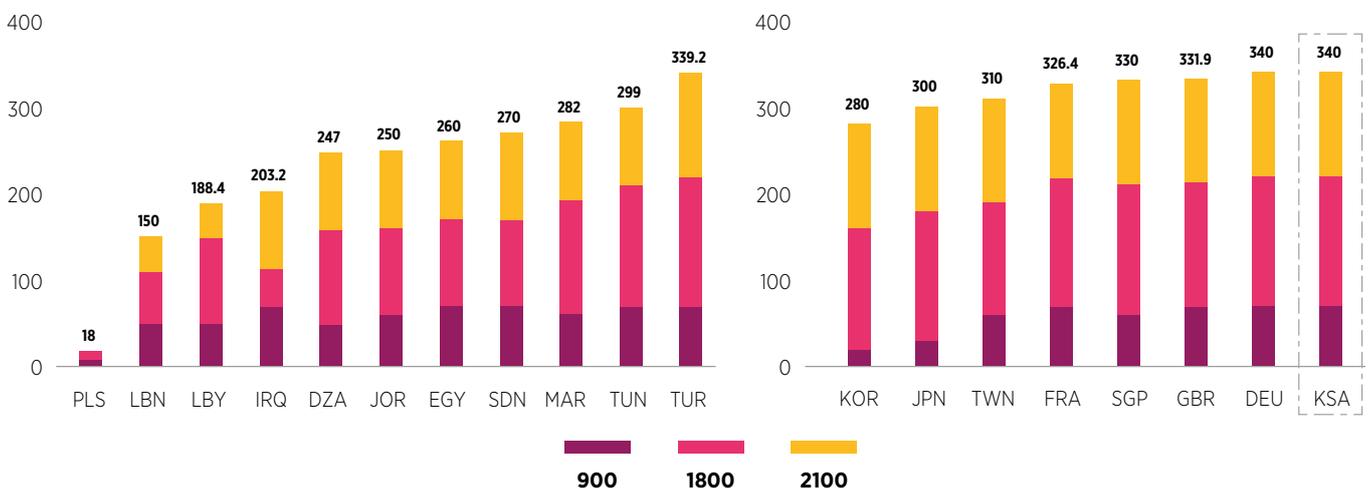
Recommandations sur la base de meilleures pratiques internationales

Les recommandations générales décrites ici reposent sur la situation actuelle de l'attribution du spectre dans les pays de la région MENA et sur les meilleures pratiques internationales.

Bandes 900, 1800 et 2100 MHz

La disponibilité actuelle du spectre varie considérablement selon les pays, mais la plupart des États ont libéré des fréquences dans les bandes IMT traditionnelles pour les services 2G et 3G. Pour les bandes 900, 1800 et 2100 MHz, la quantité de spectre combiné attribuée dans les pays de la région MENA est nettement inférieure à celle des pays comme l'Arabie Saoudite, l'Allemagne, le Royaume-Uni et Singapour (Figure 4).

FIGURE 4

 COMPARAISON DES FRÉQUENCES ATTRIBUÉES 900, 1800 ET 2100 MHZ (MENA ET PAYS DES RÉGIONS 1 ET 3-UIT)⁵


5 Source: GSMAi et analyse de Plum. Les abréviations pays sont disponibles en Appendix C. Dans ce graphique: Palestine : PLS.

L'accès à une quantité suffisante de spectre est essentiel pour minimiser les coûts de déploiement des opérateurs et permettre aux économies de bénéficier de la croissance potentielle du PIB offerte par les services mobiles. Un spectre limité nécessite de déployer davantage de stations de base pour répondre à la demande de trafic, donc avec un impact potentiel en termes d'investissements de déploiement géographique, de niveau et de qualité de services, et de prix. De ce fait, il est recommandé d'attribuer davantage de spectre là où la quantité a été limitée jusqu'à présent.

Bandes 700 et 3500 MHz

Les bandes 700 MHz et 3500 MHz sont les fréquences préférées pour la 5G et devraient être principalement visées pour les attributions. La bande 3500 MHz (de 3300 MHz à 4200 MHz) est rapidement devenue l'option préférée pour les déploiements commerciaux de la 5G dans le monde. Sa capacité à fournir à la fois couverture et capacité, combinées à une bonne disponibilité du spectre en fait une bande idéale pour la 5G. La priorité donnée à une bande en particulier se traduit également par un écosystème en développement rapide, avec le lancement d'appareils de plus en plus abordables.

Bandes 800 et 850 MHz

Certains pays comme la Mauritanie, le Maroc et le Soudan ont attribué les bandes 800 ou 850 MHz pour la technologie CDMA 2000. Selon le plan de fréquence, l'utilisation du CDMA 850 peut créer des interférences avec la bande 900 MHz (E-GSM), à la fois dans le pays concerné, mais aussi avec les pays voisins. Il est recommandé que tous les pays adoptent les attributions de la Région 1 de l'UIT et les plans de fréquences associés. Dans ce cadre, ils faudrait également identifier comment migrer du CDMA.

Retirer le WiMAX des bandes 2300, 2600 et 3500 MHz

Certains pays comme la Jordanie, la Libye et le Maroc ont attribué les bandes 2300, 2600 et 3500 MHz pour l'accès sans fil en utilisant des technologies comme le WiMAX. Ces bandes sont adaptées au déploiement de la 4G et de la 5G et à la fourniture de services mobiles, ainsi qu'à l'accès sans fil (voir Section 2.1 et Figure 2.3). Nous recommandons donc aux administrations d'entamer un processus de réflexion pour déterminer s'il faut maintenir les licences actuelles ou abroger celles-ci et réattribuer le spectre. Libérer ces fréquences pour le mobile peut augmenter considérablement la capacité des réseaux et améliorer l'expérience utilisateur.

Licences technologiquement neutres

Pour un pays qui souhaite offrir les meilleurs réseaux mobiles possibles, soutenir des licences de spectre qui soient neutres sur le plan technologique est essentiel. Les licences neutres offrent une flexibilité nécessaire aux opérateurs pour déployer de nouvelles technologies en fonction de la demande du marché et de leurs propres feuilles de route de services et de réseaux. Sans cette flexibilité, incertitude et retards peuvent mener à une diminution des investissements dans le réseau et avoir un impact sur le déploiement, la qualité, le coût et la disponibilité des services. Cette approche devrait s'appliquer à la fois aux licences actuelles et aux nouvelles licences, et pourrait nécessiter des ajustements de la législation du pays.

1 Introduction

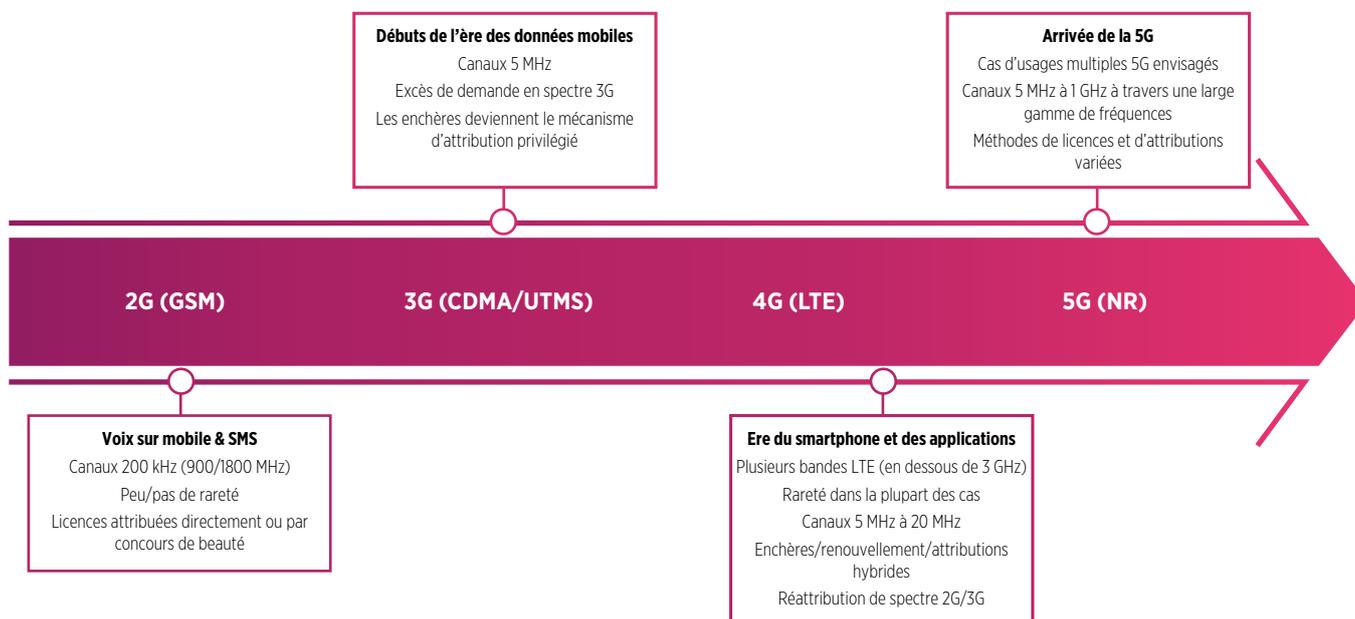


Environ tous les 10 ans, une nouvelle génération de technologie mobile arrive, apportant des améliorations fondamentales aux capacités des réseaux mobiles ainsi que des changements dans les approches de gestion du spectre, comme illustré dans la Figure 1.1. Aujourd'hui, l'industrie du mobile en est encore au commencement de l'ère de la 5G, bien que les pays qui lancent des services commerciaux 5G soient de plus en plus nombreux⁶.

6 Global mobile Suppliers Association (GSA a identifié 61 réseaux 5G à la mi-janvier 2020 et 70 réseaux commerciaux 5G en mars 2020 <https://gsacom.com/technology/5g/>

FIGURE 1.1

EVOLUTION DES GÉNÉRATIONS MOBILES ET DANS LES APPROCHES DE GESTION DU SPECTRE



Alors que les opérateurs d'Europe, des États-Unis et d'autres marchés avancés de la région Asie-Pacifique devraient accélérer les déploiements de la 5G dans les deux à trois prochaines années, l'adoption généralisée n'est pas prévue avant le milieu des années 2020. De la même façon que la 2G et la 3G continuent d'exister aux côtés de la 4G dans de nombreux endroits aujourd'hui, la 4G aura un rôle clé à jouer à l'ère de la 5G, en coexistant avec la 5G dans les années 2030⁷. Les aspects économiques de la 5G sont complexes et les opérateurs

s'attendent à des cycles d'investissement plus longs que pour la 4G. La route vers la 5G s'apparente donc davantage à un marathon qu'à un sprint jusqu'à la ligne d'arrivée, et le déploiement sera progressif en plusieurs étapes. La 4G jouera alors un rôle complémentaire clé dans le déploiement des réseaux 5G non autonomes ainsi que dans la fourniture du haut débit mobile à mesure que l'écosystème 5G se développera au cours des années 2020.

⁷ Selon Ericsson, la 4G continuera à être la technologie mobile dominante dans les années 2020, en tenant compte de la majorité des connections dans le monde. Source: Ericsson Mobility Report, November 2019.

2 Spectre 5G

Pour construire un réseau 5G qui ait les meilleures performances possibles, les opérateurs doivent avoir accès à une grande quantité de spectre harmonisé. Ce spectre doit être distinct de celui actuellement utilisé pour les réseaux existants GSM, UMTS et LTE. Cette section présente les bandes de fréquences qui sont généralement utilisées pour les services 5G.

2.1 Bandes de fréquence 5G

La 5G est conçue pour permettre une variété d'applications différentes, du haut débit mobile amélioré (eMBB) aux communications très fiables à faible latence (URLLC) et aux communications de type machine massive (mMTC). Afin de garantir des réseaux 5G capables de répondre à toutes les exigences de performance, du spectre est nécessaire dans les gammes de fréquences faibles, moyennes et élevées.

En général, le spectre à faible bande (inférieur à 1 GHz) est idéal pour fournir une couverture 5G dans les zones urbaines, suburbaines et rurales et pour la prise en charge des services IoT.

Le spectre dans la bande moyenne (comme la gamme 3,5 GHz) offre un bon équilibre entre capacité et couverture. Dans cette bande, la GSMA recommande que les régulateurs visent une mise à disposition de 80-100 MHz de spectre contigu par opérateur. Le spectre à bande élevée (26 et 40 GHz, par exemple) convient aux applications à très courte portée et à très grande vitesse qui nécessitent de faibles latences. Dans cette gamme, environ 1 GHz par opérateur est recommandé par la GSMA. Des exemples d'applications 5G possibles et de leurs besoins en spectre sont résumés dans la Figure 2.1.

FIGURE 2.1

EXEMPLES D'APPLICATIONS 5G ET LEURS BESOINS EN SPECTRE⁸

Usage	Niveau d'exigence	Implications potentielles pour le spectre	Bandes de spectre appropriées
eMBB	Liaisons radio à très haut débit	Bandes passantes ultra-larges, ex. 400 MHz Fronthaul / backhaul multi-gigabit, intérieur	> 24 GHz
	Liaisons radio à haut débit	Bandes passantes larges, e.g. 100 MHz Fronthaul / backhaul gigabit	3-6 GHz
	Support à mobilité faible à élevée	Dépend des exigences de capacité	Toutes
	Latence ultra-faible	Implications, Courte portée	3-6 GHz, > 24 GHz
	Latence faible	Implications, Moyenne à courte portée	3-6 GHz
	Liaisons radio à très haute fiabilité	Impact important de la pluie et d'autres effets atmosphériques sur la disponibilité des liaisons à des fréquences plus élevées. ex. mmWave, pour les opérations en extérieur	< 6 GHz
	Liaisons radio à haute fiabilité	Impact important de la pluie et d'autres effets atmosphériques sur la disponibilité des liaisons à des fréquences plus élevées. ex. mmWave, pour les opérations en extérieur	< 6 GHz
URLLC	Courte portée	Fréquences plus élevées, ex. mmWave	> 24 GHz
	Portée moyenne à longue	Fréquences plus faibles, ex. Sous 6 GHz	< 6 GHz
	Pénétration sol et obstacle	Fréquences plus faibles, ex. Sous 1 GHz	< 1.5 GHz
mMTC	Opérations dans un environnement encombré	Environnement dominé par la diffraction dans les basses fréquences Environnement dominé par la réflexion dans les fréquences plus élevées ⁹	Toutes
	Opérations à proximité d'obstacles en mouvement	Canaux d'affaiblissement sélectifs en fréquence ¹⁰	Toutes, particulièrement de-dessous de 6 GHz
	Réseau maillé	Backhails sans fil à haute vitesse fonctionnant en bande ou hors bande	> 24 GHz

Le travail d'identification et d'harmonisation du spectre 5G est en cours depuis plusieurs années aux niveaux international et régional. Au cours des Conférences Mondiales des Radiocommunications (CMR) de 2015 et de 2019, plusieurs bandes ont été identifiées et attribuées aux télécommunications mobiles internationales.

Profitant du travail d'harmonisation du spectre dans la bande moyenne, la phase initiale des déploiements 5G s'est concentrée principalement sur la bande 3,3-3,8 GHz. La figure 2.2 donne un aperçu des différentes bandes 5G.

⁸ Source: 5G Americas

⁹ Il s'agit de différents types d'effets de propagation. La diffraction est définie comme la flexion des ondes aux coins d'un obstacle - par exemple un bâtiment. La réflexion est l'endroit où un signal radio est réfléchi par des obstacles tels que des murs à l'intérieur d'un bâtiment.

¹⁰ L'évanouissement sélectif en fréquence est l'endroit où le signal souhaité est réduit (atténué) en fonction de la fréquence de fonctionnement.

FIGURE 2.2
APERÇU DES BANDES 5G ET DÉVELOPPEMENTS ACTUELS¹¹

Gamme	Principales bandes 5G	Principales utilisations	Détails
Bandes basses	600 MHz 700 MHz	Diffusion télévisée	La bande 700 MHz est plus largement harmonisée pour les IMT que celle des 600 MHz, bien que la 4G soit actuellement utilisée dans la bande 700 MHz par de nombreux pays.
Bandes médianes	2300 MHz 2600 MHz 3300-3800 MHz 3800-4200 MHz 4400-4900 MHz	Satellite fixe Service fixe (point-à-point, point-à-multi-point)	La phase initiale du déploiement de la 5G s'est concentrée sur la bande 3400-3800 MHz. Certains pays envisagent également celle des 3300-3400 MHz, ainsi que des bandes alternatives.
Bandes élevées	26 GHz (24.25-27.5 GHz) 28 GHz (27.5-29.5 GHz) 37-43.5 GHz 45.5-47 GHz 47.2-48.2 GHz 66-71 GHz	Satellite d'exploration terrestre Satellite fixe Service fixe Recherche spatiale	La phase initiale de la 5G s'est concentrée principalement sur les bandes 26 et 28 GHz, mais jusqu'à présent, il y a eu relativement peu de déploiements commerciaux.

2.1.1 Spectre attribué et statut actuel du déploiement de la 5G dans les pays du Golfe

La Figure 2.3 présente les bandes de fréquences attribuées dans les pays du Golfe et utilisées pour déployer la 5G. Ces pays sont parmi les premiers à déployer et à lancer des services

commerciaux 5G (FWA et mobiles). Toutes sont des fréquences moyennes, car dans de nombreux cas, les bandes de fréquences basses avaient déjà été attribuées, sur une base neutre d'un point de vue technologique.

FIGURE 2.3
BANDES DE SPECTRE ATTRIBUÉES ET STATUT DU RÉSEAU DANS LES PAYS DU GOLFE¹²

Pays	Opérateur	Statut du réseau 5G	Lancement commercial	Bandes de fréquences
Bahreïn	Batelco	5G déployée dans le réseau (2019)	Oui, 2019	2496 – 2690 MHz
	STC ¹³	5G déployée dans le réseau (2019)	Oui, 2019	2496 – 2690 MHz
	Zain	Déploiement à partir de 2019	Planifié	2496 – 2690 MHz
Koweït	Ooredoo	5G déployée dans le réseau (2018)	Oui, 2019	3300 – 3800 MHz
	STC ¹⁴	5G déployée dans le réseau (2019)	Oui, 2019	3300 – 3800 MHz
	Zain	5G déployée dans le réseau (2018)	Oui, 2019	3300 – 4200 MHz
Oman	Omantel	5G déployée dans le réseau (2019)	Tests/essais	3300 – 3800 MHz
	Ooredoo	Autorisation (2018)	Oui	3300 – 3800 MHz
Qatar	Ooredoo	5G déployée dans le réseau (2018)	Oui, 2019	3300 – 3800 MHz
	Vodafone	5G déployée dans le réseau (2018)	Oui, 2019	3300 – 3800 MHz
Arabie Saoudite	Mobily	Evaluations/tests/essais	Planifié	2496 – 2690 MHz
	STC	5G déployée dans le réseau (2018)	Oui, 2019	2300 – 2400 MHz 3300 – 4200 MHz
	Zain	5G déployée dans le réseau (2019)	Oui, 2019	2496 – 2690 MHz 3300 – 3800 MHz
Emirats Arabes Unis	Du	5G déployée dans le réseau (2019)	Oui, 2019	3300 – 3800 MHz
	Etisalat	5G déployée dans le réseau (2018)	Oui, 2019	3300 – 3800 MHz ¹⁵

¹¹ Les bandes de fréquences mobiles existantes sont également identifiées pour la 5G NR, mais comme elles sont généralement déjà utilisées, l'accent est mis pour la 5G sur de nouvelles bandes de fréquences.

¹² Source: Global mobile Suppliers Association (GSA)

¹³ Anciennement Viva, Menatelecom

¹⁴ Anciennement Viva

¹⁵ La bande des 15 GHz étant aussi évaluée.

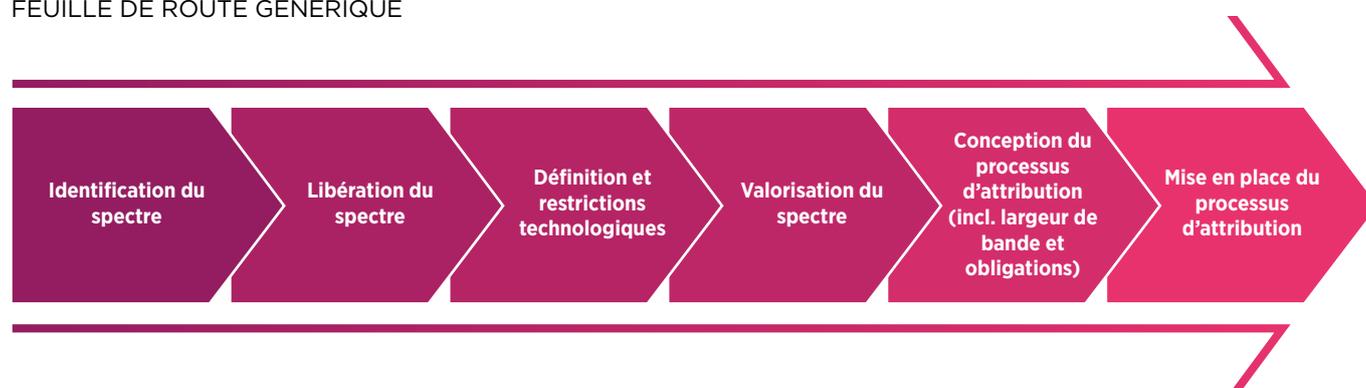
Plusieurs étapes sont nécessaires pour libérer le spectre 5G et préparer son attribution. Elles sont décrites dans la Section 2.2.

2.2 Une feuille de route générique de la 5G

La Figure 2.4 fournit une feuille de route générique applicable à la 5G et à toute génération précédente de technologie mobile.

FIGURE 2.4

FEUILLE DE ROUTE GÉNÉRIQUE



Même si ces étapes peuvent être les mêmes pour chaque pays, les activités détaillées de chaque étape peuvent varier. La consultation avec l'industrie est également un élément important de toute feuille de route pour garantir un résultat optimal pour tous.

Identification du spectre

La première étape consiste à identifier les bandes de spectre appropriées en fonction de celles adoptées à l'échelle mondiale, permettant ainsi des économies d'échelle. Alors que les bandes de fréquences 5G sont principalement les 700 MHz¹⁶, 3500 MHz et 26 GHz, il peut être nécessaire d'envisager des bandes alternatives en fonction de celles déjà attribuées pour le mobile. Cela est mis en évidence dans les approches 5G des pays du Golfe illustrées à la Figure 2.3 où le spectre 3300 - 4200 MHz est attribué dans de nombreux pays. Il existe également des exemples d'utilisation des bandes 2300 MHz, 2600 MHz et 4400 MHz.

Libération du spectre

Il existe, en général, deux approches principales pour libérer du spectre pour le haut débit mobile :

1. Autorisation et, si nécessaire, relocalisation des services existants ; et
2. Partage avec les titulaires en utilisant des mesures d'atténuation appropriées.

L'approche choisie variera selon les titulaires. La faisabilité de l'autorisation et de la relocalisation des bandes dépendra du type et du nombre d'utilisateurs, de la possibilité de mettre à niveau ou de remplacer raisonnablement l'équipement existant pour assurer le maintien des services, de l'existence d'alternatives permettant aux utilisateurs de maintenir leurs services actuels, ainsi que de l'impact de la perturbation sur les services et les utilisateurs.

Dans certains cas, les titulaires peuvent conserver l'utilisation de la bande via le partage géographique (par exemple, lorsque l'utilisation gouvernementale est limitée ou que les licences régionales sont possibles). Si des fréquences sont déjà attribuées à des opérateurs mobiles et qu'ils peuvent mettre en œuvre des technologies 4G ou 5G, il peut être seulement nécessaire de réaligner les attributions de bandes pour fournir des fréquences contiguës et maximiser l'efficacité du spectre.

¹⁶ Les bandes 700 MHz peuvent déjà avoir été attribuées et les réseaux 4G déployés, il peut donc être nécessaire d'envisager les bandes 600 MHz comme alternatives.

Définition des conditions techniques et des restrictions

Il est nécessaire de définir clairement toutes les conditions et restrictions techniques qui devront être respectées lors du déploiement des réseaux. Ces conditions peuvent inclure, par exemple, des limites sur les puissances de l'émetteur, l'utilisation de masques BEM (« Block Edge Masks ») et toute autre obligation nécessaire pour éviter les interférences. Des restrictions peuvent permettre, par exemple, un partage géographique avec des utilisateurs historiques qui seraient maintenus dans la bande de spectre.

Valorisation du spectre

Les redevances d'utilisation du spectre devraient encourager une utilisation efficace du spectre et refléter le coût d'opportunité du spectre, bien que cela soit parfois difficile à déterminer en pratique, particulièrement dans le cas de la 5G où les cas d'utilisation et les modèles commerciaux sont encore incertains. Les redevances peuvent être fixées administrativement par les gouvernements et les régulateurs, ou par le biais de mécanismes basés sur le marché tels que les enchères. Le déploiement de la 5G nécessitera des investissements importants et le modèle commercial de la 5G est toujours en cours de développement. Lors de l'évaluation des montants de redevances ou des prix

de réserve appropriés, il sera important de prendre en compte l'impact d'un coût élevé du spectre sur la capacité financière des opérateurs à investir dans le déploiement du réseau et sur les conséquences pour les consommateurs¹⁷.

Conception du processus d'attribution

La conception du processus d'attribution devra tenir compte des objectifs politiques, du spectre disponible et du marché (par exemple, le nombre d'opérateurs ou l'utilisation actuelle de spectre). La méthode d'attribution (enchères, concours de beauté et attribution directe) est une considération importante, tout comme les obligations de licence qui peuvent être appliquées, telles que les limites de spectre, les exigences de couverture ou de déploiement ou encore la location et l'échange de fréquences.

Attribution

La dernière étape est le processus d'attribution tel que défini dans la documentation d'attribution. Il ne s'agit pas nécessairement d'une seule attribution mais d'un nombre d'attributions dépendant du calendrier de diffusion du spectre et de la demande du marché. Cela est illustré dans l'étude de cas de l'Arabie Saoudite de la Section 2.3

2.3 L'exemple de l'Arabie Saoudite

L'Arabie Saoudite est un des premiers pays du Moyen-Orient à attribuer des fréquences médianes clés pour la 5G, les enchères des bandes 2,3 GHz, 2,6 GHz et 3,5 GHz ayant été achevées début 2019. Le spectre basse fréquence (Bandes 700 MHz et 800 MHz) avait été attribué plus tôt principalement pour la 4G, mais les opérateurs peuvent l'utiliser pour la 5G, les licences étant technologiquement neutres.

Dans le cadre de son Programme National de Transformation 2020, l'un des objectifs stratégiques de l'Arabie Saoudite était de mettre à disposition davantage de spectre pour la fourniture de services haut débit mobiles ou IMT. Au cours des trois dernières années, la Commission des Communications et des Technologies de l'Information (CITC) a procédé à quatre enchères sur des bandes IMT existantes et nouvelles :

- Juin 2017 : 700 MHz et 1800 MHz
- Février 2018 : 800 MHz, spectre résiduel dans les bandes 700 MHz et 1800 MHz
- Janvier 2019 : 2,3 GHz et 2,6 GHz
- Mars 2019 : 3,5 GHz

En conséquence, les opérateurs en Arabie Saoudite ont aujourd'hui accès à plus de 1 000 MHz de spectre sous licence pour les IMT dans les bandes de fréquence basses et moyennes. C'est à un niveau égal ou supérieur à celui de la plupart des principaux pays d'Europe, des Amériques et de l'Asie-Pacifique, comme le montre la Figure 2.5 ci-dessous.

¹⁷ GSMA. Impact des prix du spectre sur les consommateurs. September 2019. <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/09/Impact-of-spectrum-prices-on-consumers.pdf>

FIGURE 2.5

FIGURE 2.5: COMPARAISON DES SPECTRES IMT (MENA ET AUTRES PAYS DES RÉGIONS 1 ET 3 DE L'UIT)^{18,19}

En planifiant la libération des bandes 2,3 GHz, 2,6 GHz et 3,5 GHz, la CITC a dû tenir compte de plusieurs utilisateurs titulaires, comprenant des services fixes-mobiles, des services fixes et d'autres utilisations gouvernementales. Afin de garantir une utilisation efficace, particulièrement pour les déploiements 5G, la CITC a pris les mesures suivantes :

Discussions et consultations avec les opérateurs ;

- Réorganisation des bandes, y compris la révocation des attributions non utilisées ;
- Conservation d'une gamme de fréquences 3,5 GHz pour permettre aux fournisseurs existants d'accès fixe sans fil de continuer à fournir leurs services ;
- Mesures de coordination pour garantir que l'utilisation des IMT n'ait pas d'impact sur les utilisateurs gouvernementaux ; et
- Spectre réservé aux opérateurs mobiles existants pour garantir des largeurs de bande contiguës suffisantes afin de faciliter l'utilisation de la 5G.

Dans le cadre des objectifs de la CITC visant à promouvoir le déploiement de la 5G et à améliorer la qualité des services mobiles, les conditions de licence pour ces bandes incluaient des obligations pour les opérateurs de respecter les objectifs de couverture et de déploiement dans les cinq ans et d'atteindre des exigences spécifiques de qualité de service.

Il n'y a pas eu d'attribution de la bande 26 GHz à ce jour.

¹⁸ Source: GSMAi. Dans ce graphique, Palestine : PLS.

¹⁹ Dans ce graphique, la bande TDD 2100 MHz n'a pas été représentée.

3 Statut actuel de la région MENA

Cette section donne un aperçu des réseaux mobiles et des attributions de fréquences dans les pays de la région MENA étudiés dans ce rapport. Lorsque ces données sont disponibles, cette section fournit des prévisions sur la croissance des marchés et des informations sur les plans d'attribution du spectre pour la 5G. Les données proviennent de la GSMA Intelligence, des contributions des régulateurs et des opérateurs à ce rapport, et de sources internet. De plus amples détails sur chaque pays sont fournis dans l'Appendix B.

Dans la Figure 3.2, les prévisions de demande sont représentées selon la convention décrite en Figure 3.1.

FIGURE 3.1

LÉGENDE DES SYMBOLES DE PRÉVISION DE LA DEMANDE

Symbole	Signification
↓↓	Baisse significative du nombre de connections
↓	Baisse du nombre de connections
-	Léger changement dans le nombre de connections
↑	Augmentation du nombre de connections
↑↑	Augmentation significative du nombre de connections

FIGURE 3.2

COMPARAISON ENTRE PAYS

Pays	Nombre d'opérateurs	Spectre total (MHz)	Bandes de fréquences attribuées	Prévisions de demande (2018 à 2025)	Introduction de la 4G & prévision 5G	Statut de la 5G	Commentaires
Algérie	3	247	900, 1800, 2100	2G ↓↓ 3G - 4G ↑↑	4G 2016 5G 2022	Tests et essais 5G entrepris. Mise en place d'un nouveau cadre réglementaire.	
Djibouti	1	-	900, 2100	-			La 3G a débuté en 2011. Elle vise à étendre la couverture LTE. Croissance annuelle du trafic mobile triplée.
Egypte	4	280	700, 900, 1800, 2100	2G ↓↓ 3G ↑ 4G ↑↑	4G 2017 5G 2024	3800 - 4200 MHz envisagés pour la 5G. Essais 5G entrepris. Demande encore importante de nouvelles fréquences 4G.	LTE @ 700 MHz
Irak	3	203.2	900, 1800, 2100	-		La 5G n'est pas une préoccupation urgente car manque de connectivité 4G. Technologie principale : 3G. Examen du spectre FWA. Utilisation du spectre à 450 MHz, 1500 MHz, 2300 MHz, 2600 MHz et 3500 MHz, examinée, en tenant compte du besoin de spectre pour les services 4G et 5G.	

FIGURE 3.2

COMPARAISON ENTRE PAYS

Pays	Nombre d'opérateurs	Spectre total (MHz)	Bandes de fréquences attribuées	Prévisions de demande (2018 à 2025)	Introduction de la 4G & prévision 5G	Statut de la 5G	Commentaires
Jordanie	3	340	900, 1800, 2100, 2600, 3500	2G ↓ 3G ↓↓ 4G ↑↑	4G 2015 5G 2021	Projets 5G, mais il faudra un certain temps pour les mettre en place. Les consultations ont commencé sur plusieurs bandes 5G. 3600 MHz identifié pour les essais. 3500 MHz actuellement utilisé pour l'accès hertzien fixe à large bande (expire fin 2022). Bande 2,6 GHz attribuée pour LTE. Bande 26 GHz pour liens point-à-point migrée vers d'autres bandes au cours des 2 prochaines années. FiberTech autorisé en 2019 à fournir une infrastructure 5G.	BWA @ 2.6 & 3.5 GHz
Liban	2	210	800, 900, 1800, 2100	2G ↓↓ 3G ↓↓ 4G ↑↑	4G 2013 5G 2023	Essais de 5G en bande C en 2018. Déploiement de la fibre pour prise en charge de la 5G.	LTE @ 800 MHz
Libye	2 MNOs 1 BWA ²⁰	328.4	800, 900, 1800, 2100, 2600	2G ↓↓ 3G ↓ 4G ↑↑	4G 2017 5G > 2025	Discussions en 2018 sur les initiatives et projets stratégiques pour développer le secteur libyen des TIC.	WiMAX @ 2500 MHz LibyaPhone considéré ici comme un opérateur d'accès internet sans fil
Mauritanie	3	-	800, 900, 1800, 2100	-	-		CDMA @ 800 MHz 3G débutée en 2011. Pas d'indications sur la 4G.
Maroc	3	532	800, 900, 1800, 2100, 2600, 3500	2G ↓↓ 3G - 4G ↑↑	4G 2014 5G 2021	Évaluations, tests et essais 5G. Révision du cadre juridique et réglementaire des télécommunications. Lancement d'une étude pour fixer les conditions d'attribution des licences 5G.	CDMA @ 800 MHz BWA @ 3.5 GHz
Palestine	2	18	900, 1800	-	-		3G apparemment lancée en 2018. Aucune information sur la bande de fréquences.
Soudan	3	308.6	850, 900, 1800, 2100	2G ↓↓ 3G ↑ 4G ↑↑	4G 2016 5G >2025	Consultations en cours pour 700 et 800 MHz. La bande 700 MHz devrait être pour la 5G.	CDMA @ 850 MHz
Tunisie	3	359	800, 900, 1800, 2100	2G ↓ 3G ↓↓ 4G ↑↑	4G 2016 5G 2021	Les bandes 5G identifiées sont : Bande 700 MHz non utilisée actuellement. 3.4 à 3,6 GHz. Les attributions actuelles à Orange (40 MHz) et Ooredoo (20 MHz) sont conservées et les opérateurs sont passés de WiMAX à LTE TDD. Les 20 MHz de OMPP sont conservés mais ne seront utilisés que pour 3 ports. 3.3 - 3.4 & 3.6 - 3.7 GHz actuellement non utilisés donc possibilité pour 5G. Bande de 26 GHz actuellement utilisée pour les liaisons fixes. La neutralité technologique accordée de manière temporaire devrait devenir permanente et l'inscrire dans la législation.	LTE @ 800 MHz
Turquie	3	534.2	800, 900, 1800, 2100, 2600	2G ↓ 3G ↓ 4G ↑↑	4G 2016 5G 2022	Essais en direct à 3,5 GHz et essais sur le terrain à 3,5 et 26/28 GHz. Création en 2016 du Forum sur les technologies mobiles de nouvelle génération en Turquie (Forum 5GTR) pour coordonner les activités de l'industrie et du monde universitaire sur la 5G. Le rapport a identifié, pour les systèmes mobiles à large bande, les bandes 470-694 MHz, 694-790 MHz, 1427-1518 MHz, 2300-2400 MHz, 2500-2690 MHz, ²¹ à court terme (avant 2023), la bande 3400-3800 MHz à moyen terme (2023-2028), et les bandes 24.25-27.5 GHz, 40-43.5 GHz and 66-71 GHz à long terme (au-delà de 2028).	LTE @ 800, 2100, 2600 MHz 2G & 3G devraient prendre en charge un nombre limité de connexions. 4G : principale technologie déployée.

20 BWA : Broadband Wireless Access

21 Blocs non encore attribués.

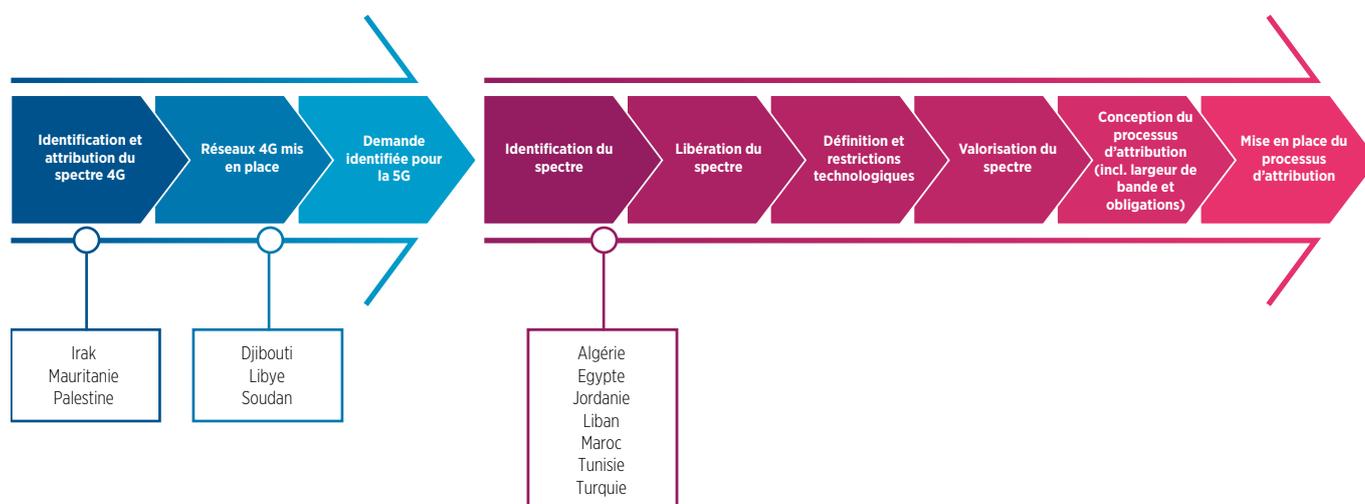
4 Feuilles de route 5G

Cette section examine comment appliquer la feuille de route générique décrite en Section 2.2 à chacun des pays étudiés.

Sur la Figure 4.1, le statut actuel de chaque pays dans l'attribution de la 5G est estimé sur la base des informations présentées en Figure 3.2 et dans l'Appendix B

FIGURE 4.1

ETAPE ACTUELLE DE LA FEUILLE DE ROUTE ESTIMÉE POUR CHAQUE PAYS



Les étapes ci-dessus sont recommandées pour les pays indiqués en Figure 4.1. La Tunisie a été analysée ci-dessous comme étude de cas. En outre, certaines recommandations génériques

fournies dans cette section reposent sur les meilleures pratiques internationales.

4.1 Feuille de route 5G de la Tunisie

En Tunisie, une augmentation significative des connexions 4G est prévue jusqu'en 2025 ainsi qu'un déploiement de la 5G en 2021²². Les connexions en 2G et 3G diminueront. Si l'objectif est de respecter la date prévue de 2021 pour la 5G, il sera essentiel d'attribuer le spectre en 2020 ou au premier semestre 2021. Dans les sections suivantes, nous détaillons les étapes nécessaires.

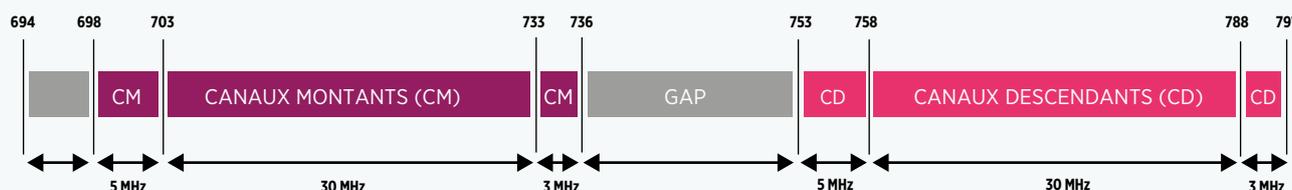
MHz) et hautes (26 GHz) pour la 5G et leur disponibilité actuelle. Il ne semble pas y avoir de besoin spécifique pour la libération de l'une de ces bandes comme indiqué ci-dessous, mais des études supplémentaires sont nécessaires pour définir précisément les bandes de fréquences ainsi que les conditions techniques associées.

Etapes 1 et 2 : Identification et libération du spectre

L'Agence Nationale des Fréquences (ANF) de Tunisie a déjà identifié les bandes basses (700 MHz), moyennes (3400 - 3600

700 MHz

Il est entendu que cette bande n'est pas utilisée et disponible depuis l'arrêt de la télévision analogique en mai 2016. Le plan d'attribution des bandes proposé serait deux blocs de 3 MHz, deux de 5 MHz et deux de 30 MHz.



Les informations accessibles n'ont pas permis de justifier l'organisation de ce plan d'attribution, mais il ne semble pas être aligné avec les plans 3GPP 700 MHz. La bande 3GPP 28 va de 703 à 748 MHz (liaison montante) et de 758 à 803 MHz (liaison descendante), mais en Europe, la bande adoptée est de 703 à 733 MHz couplée à 758 à 788 MHz. Au Royaume-Uni, l'Ofcom a proposé d'attribuer 2 blocs de 30 MHz dans la bande 703 - 733 MHz couplée à 758 - 788 MHz ainsi que 20 MHz de l'intervalle central, 738 - 758 MHz, comme liaison descendante additionnelle.

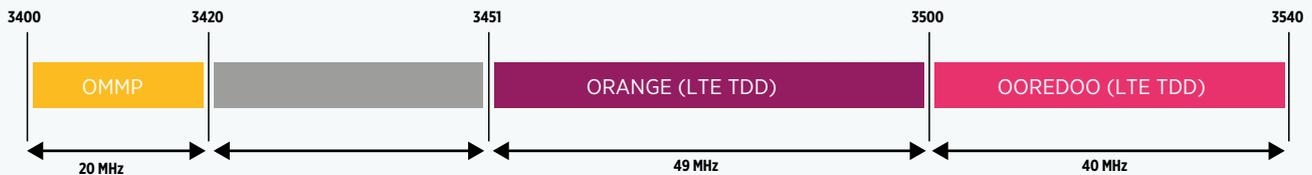
Il est important de s'assurer qu'un plan d'attribution des bandes approprié soit adopté et qui coexistera avec d'autres bandes 3GPP. En outre, l'ANF devrait se coordonner avec les pays voisins pour comprendre leur utilisation actuelle du spectre afin de réduire le risque d'interférences et toute limitation de l'utilisation du spectre dans les régions frontalières.

L'utilisation de fréquences inférieures et supérieures à cette bande doit également être prise en compte pour garantir qu'il n'y ait pas de problèmes de coexistence de canaux adjacents qui nécessiteraient la mise en place de conditions de licence comme des limites de puissance d'émetteur ou l'utilisation de masques BEM (« Block Edge Masks »).

3400 - 3600 MHz

La bande 3400 - 3600 MHz est utilisée par certains opérateurs. Dans les 20 MHz inférieurs, elle est utilisée par l'OMMP (Office de la Marine Marchande et des Ports) dans une zone géographique limitée à trois ports (Bizerte; Radès et la Goulette) et ne sera pas migré. Il sera indispensable de définir les conditions de coexistence du co-canal et du canal adjacent. Par exemple, une limite de densité de flux de puissance dans une zone géographique déterminée autour des ports pourrait être envisagée.

Les deux opérateurs mobiles, Orange et Ooredoo, ont chacun accès à des fréquences non appariées (49 MHz et 40 MHz respectivement).



Il sera nécessaire d'envisager les possibilités de défragmenter la bande et de fournir des allocations contiguës en fonction du résultat de l'attribution. Le rapport ECC 287²³ fournit des conseils utiles aux administrations sur la défragmentation de la bande 3,4 - 3,8 GHz pour l'introduction de la 5G. Cela peut inclure un ou plusieurs des éléments suivants :

- Résiliation anticipée des licences des titulaires qui expireraient après la date prévue pour l'attribution.
- Déplacement des titulaires vers d'autres bandes de fréquences ou technologies (par exemple filaires).
- Modifier les licences existantes pour leur permettre d'être utilisées pour les services 5G si la migration technologique souhaitée est la 5G.
- Permettre l'échange et la location entre les titulaires de licence, ce qui permet de réallouer les fréquences sans révocation ni attribution de licences.
- Déplacer les licences des titulaires dans une partie de la bande pour fournir un spectre contigu.

L'ANF devrait envisager, soit de révoquer ces licences et d'attribuer tout le spectre, soit d'autoriser Orange et Ooredoo à en conserver une partie ou la totalité, en notant que les licences ont été actualisées pour couvrir le LTE TDD et qu'elles sont compatibles avec la 5G. Il est possible de leur permettre de conserver tout ou partie de leurs fréquences, car celles-ci peuvent être déplacées à l'intérieur de la bande pour garantir des bandes contiguës en fonction du résultat de l'attribution.

L'ANF devrait également étudier la possibilité d'étendre les fréquences disponibles pour inclure, par exemple, la bande 3600 - 3800 MHz afin de pouvoir fournir des largeurs contiguës plus importantes d'environ 80 - 100 MHz par opérateur.

26 GHz

La bande des 26 GHz est actuellement utilisée pour les liaisons fixes, 2 x 112 MHz ayant été attribués à Ooredoo et 4 x 56 MHz à la Douane Tunisienne. La possibilité pour les titulaires de rester dans la bande devrait être étudiée, d'autant plus que le déploiement de la 5G dans la bande des 26 GHz devrait être concentré dans les zones urbaines et que les emplacements des émetteurs de liaisons fixes sont généralement connus, de sorte qu'il est possible de coordonner les deux types de services.

De plus, à ce stade, si cela n'a pas déjà été fait, le spectre doit être mis à la disposition des opérateurs pour qu'ils puissent entreprendre leurs premiers tests ou essais. Il convient de préciser que l'accès au spectre pour cela n'implique aucun accès continu garanti.

4.1.2 Etape 3 : Définition de la technologie et restrictions

Les tâches identifiées ci-dessus permettront de définir les conditions de licence technique et les éventuelles restrictions d'utilisation. Il est important de comprendre si l'une des fréquences attribuées doit être restreinte par rapport à d'autres sur la même bande (dans le cas d'une utilisation d'accès haut débit sans fil déjà en place par exemple), car cela pourrait avoir des conséquences sur l'approche d'attribution et sur l'évaluation du spectre.

Dans le cas de l'utilisation des 20 MHz inférieurs de la bande 3400 - 3600 MHz par l'OMMP, comme indiqué ci-dessus, il sera important de définir les conditions techniques qui protégeront l'utilisation du port. Cela pourra se faire par la définition de niveaux de densité de flux de puissance qui ne doivent pas être dépassés par les opérateurs dans une zone géographique donnée ou par des zones d'exclusion autour des ports. Cela limitera potentiellement le déploiement de stations de base à proximité des ports et limitera les puissances des émetteurs pouvant être utilisées à la fois par les opérateurs mobiles dans le même canal et les canaux adjacents.

Outre la coexistence, d'autres considérations techniques sont importantes comme l'utilisation des bandes de garde, celle de masques BEM (« Block Edge Masks ») et la synchronisation entre les réseaux (nationaux et transfrontaliers) afin d'éviter les interférences d'une station de base à l'autre. L'utilisation de la synchronisation nécessite que tous les opérateurs utilisent un rapport de transmission liaison descendante/liaison montante et une longueur de trame spécifiques²⁴.

4.1.3 Etape 4 : Valorisation du spectre

L'évaluation du spectre est un élément important de la feuille de route. Des redevances de fréquences ou des prix de réserve d'enchères trop élevés peuvent mener à un échec d'attribution du spectre et à ralentir le déploiement de la 5G. Notons qu'il existe un nombre croissant d'attributions 5G, en particulier dans les bandes de basses et moyennes fréquences, qui pourraient être utilisées pour informer les régulateurs sur les prix d'attribution. De plus amples informations sont fournies en Section 2.2 et en Appendix A.

4.1.4 Etape 5 : Conception du processus d'attribution

Il est important que les objectifs politiques associés à l'attribution du spectre 5G soient pris en compte dans la conception du processus d'attribution et des obligations de licence associées. De plus amples informations à ce sujet sont fournies dans la Section 2.2 et l'Appendix A

Le processus d'attribution doit être rigoureusement conçu en fonction des objectifs du gouvernement et du régulateur. Ces objectifs peuvent influencer un certain nombre de décisions :

- La durée des licences de spectre (des licences plus longues peuvent offrir une plus grande certitude sur le marché et encourager les investissements),
- La promotion ou une plus grande ouverture au partage de réseau, y compris le partage de spectre dans les pays où il y a plus d'un opérateur. Cette approche a le potentiel d'augmenter la couverture dans les zones rurales où l'analyse de rentabilité pour une nouvelle station de base est marginale,
- L'introduction de mesures pour réduire les obstacles administratifs et réglementaires au déploiement du réseau (par exemple, la planification du site et les processus d'approbation) pour accélérer le déploiement du réseau,
- L'intégration de mesures dans la conception des attributions de spectre assurant une distribution équitable du spectre et permettant de réduire l'incertitude pour les opérateurs),
- L'introduction de la location et de l'échange de fréquences pour faciliter la migration des titulaires,
- Le besoin d'obligations spécifiques comme la couverture du réseau et l'équilibre par rapport aux coûts d'investissement de déploiement.

La méthode d'attribution devra également être décidée - attribution directe, concours de beauté ou enchères sont des options, dont les avantages et les inconvénients sont fournis à l'annexe A. Le spectre 5G peut être attribué séparément ou dans le cadre d'un processus multi-bandes en fonction des calendriers de disponibilité du spectre, de la substituabilité des fréquences et des contributions des opérateurs. Si le spectre est attribué séparément, il est important que les dates auxquelles d'autres fréquences (bandes et quantité de spectre) seront disponibles soient publiées, afin de permettre aux opérateurs de déterminer leurs stratégies d'acquisition.

Enfin, les obligations associées doivent être prises en compte ; elles sont en partie déterminées par les objectifs politiques ainsi que par ceux du marché et de la concurrence.

Le résultat de cette étape est généralement un document d'attribution qui en détaille le processus, en incluant notamment :

- Les fréquences à attribuer,
- Les obligations techniques,
- Les conditions de licence,
- Les redevances, et
- Le processus d'attribution.

24 Le rapport 296 de l'ECC fournit des options de synchronisation.

4.2 Feuilles de route pour l'Algérie, l'Égypte, la Jordanie, le Liban, le Maroc et la Turquie

En Algérie, en Égypte, au Maroc et en Turquie, les opérateurs ont entrepris des tests et des essais pour la 5G. Au Liban, au moins un opérateur a planifié son réseau 5G. En Jordanie, des plans pour la 5G sont en cours d'élaboration et des bandes de fréquences ont été identifiées. Selon les prévisions de la GSMA, tous ces pays devraient disposer de services commerciaux 5G (BWA et mobiles) entre 2021 et 2024.

Dans tous ces pays, une croissance importante des connexions 4G est prévue jusqu'en 2025, les services étant disponibles et une baisse des connexions 2G et 3G étant attendue (voir Figure 3.2). Il est à noter qu'en Égypte et en Turquie, des fréquences ont été attribuées pour le LTE dans des bandes qui pourraient également être utilisées pour la 5G. Ce n'est pas un problème, comme l'indiquent les Figure 2.2 et Figure 2.3, car une gamme de bandes différentes a été identifiée pour la 5G - en particulier pour les moyennes fréquences.

Au Maroc, nous recommandons d'examiner l'utilisation actuelle des bandes 800 MHz (CDMA) et 3500 MHz (BWA) pour déterminer le potentiel de libération du spectre pour la 5G, bien que nous ayons compris de l'ANRT que la fréquence 3500 MHz était déjà l'une des premières bandes étudiées pour l'attribution de la 5G, avec les bandes 700 MHz, 1400 MHz, 3700 MHz et 26 GHz.

En plus d'identifier le spectre 5G, il sera important d'identifier ses délais de disponibilité, car cela peut avoir un impact d'une part sur le processus d'attribution, d'autre part s'il faut une attribution unique multi-bandes ou plusieurs attributions distinctes au fil du temps, à mesure de la disponibilité du spectre. Par exemple, en Jordanie, les licences BWA (haut débit sans fil) dans la bande 3500 MHz expirent dans 2 ans et les liaisons fixes dans la bande 26 GHz peuvent être migrées vers d'autres bandes dans la même période, permettant d'attribuer les deux bandes en même temps. Au Maroc, les bandes qui devront être redéveloppées prennent en charge les liaisons fixes, la boucle locale radio ainsi que le mobile.

En supposant ensuite que ces pays ont identifié le spectre 5G et que toutes les contraintes techniques associées ont été identifiées et peuvent être traduites en obligations techniques, les étapes suivantes seront d'entreprendre l'évaluation du spectre afin de déterminer les redevances et les prix de réserve des licences, de déterminer la méthode d'attribution ainsi que les détails du processus, y compris les obligations de licence. La dernière étape sera le processus d'attribution proprement dit. L'attribution peut se faire en un seul processus ou en plusieurs étapes en fonction du moment de l'accès au spectre et de la demande du marché. Par exemple, en Arabie Saoudite, la bande 26 GHz n'a pas encore été attribuée, voir la Section 2.3. Ces étapes sont détaillées en Section 2.2 et en Appendix A.

4.3 Feuilles de route pour Djibouti, la Libye et le Soudan

En Libye et au Soudan, les fréquences 4G ont été attribuées respectivement en 2017 et 2016 et actuellement il n'y a aucune indication d'une demande ou d'un déploiement probable de la 5G avant 2026 (voir Figure B.24 et Figure B.36). Dans les deux pays, la demande de connexions 4G devrait augmenter de manière significative jusqu'en 2025 et la demande de 2G devrait diminuer considérablement. Au Soudan, on prévoit une augmentation des connexions 3G.

Les bandes de fréquences attribuées aux opérateurs mobiles sont les suivantes :

- Libye : 900, 1800, 2100 MHz
- Soudan : 850, 900, 1800, 2100 MHz. La bande 850 MHz utilise la technologie CDMA.

En outre, en Libye, il est entendu que les bandes 800 MHz et 2600 MHz sont attribuées alors que la technologie LTE est en cours de déploiement, avec l'objectif de fournir un accès fixe sans fil à Internet.

Dans le cas de la Libye et du Soudan, la première étape de leurs feuilles de route mobiles devrait être de s'assurer qu'il y a suffisamment de spectre pour supporter l'augmentation prévue des connexions 4G. Les deux pays ont attribué environ 100 MHz sur un spectre de 1800 MHz. En Libye, il y a deux opérateurs mobiles et au Soudan trois, et l'on suppose que les opérateurs sont en train de réaménager ce spectre à mesure que les connexions 2G diminuent. Il est entendu que 4G, 3G et 2G sont disponibles à Djibouti, mais aucune information supplémentaire n'est disponible.

Les prochaines étapes consisteront à préparer l'attribution du spectre pour la 5G. Djibouti, la Libye et le Soudan devraient suivre les étapes décrites dans la Section 2.2 et l'Appendix A

L'étape 1, comme le montre la Figure 2.4, consistera à identifier le spectre potentiel pour la 5G dans les bandes principales des 700 MHz, 3500 MHz et 26 GHz, ainsi qu'à étudier d'autres bandes possibles, au cas où la libération de ce spectre poserait un problème en raison des titulaires. Dans le cas de la Libye, il sera important de prendre en considération le spectre utilisé par l'opérateur LibyaPhone - mais pas nécessairement attribué à celui-ci - dans les bandes des 800 MHz et des 2600 MHz et

de voir comment cela s'inscrit dans les futurs plans du marché mobile. Ce processus devrait être entamé dès que possible, en investiguant le spectre 5G envisagé, en déterminant le processus d'autorisation et toute restriction d'utilisation du spectre, avant d'aborder les détails du processus d'attribution.

Les étapes suivantes dépendront du spectre identifié et des délais de disponibilité associés, des contraintes techniques et des décisions d'attribution du spectre.

De plus amples informations sur ces étapes sont fournies dans la Section 2.2 et l'Appendix A

4.4 Feuilles de route pour l'Irak, la Mauritanie et la Palestine

En Irak, en Mauritanie et en Palestine, d'après les données de la GSMA, il n'y a pas eu d'attribution de fréquences 4G ni d'introduction de la 4G dans des bandes existantes via un réaménagement partiel de fréquences telles que la 1800 MHz. Il est donc prématuré d'y envisager l'introduction de la 5G et davantage approprié d'y déployer la 4G. En effet, la 4G pourra répondre aux besoins de nombreuses applications - à l'exception de celles nécessitant une très large bande passante et une faible latence - et pourra potentiellement stimuler le marché pour de nouveaux services non pris en charge par la 2G et la 3G. Les équipements et appareils 4G coûtent actuellement moins cher que la 5G en raison des économies d'échelle. L'industrie s'attend à ce que les nouveaux réseaux 5G coexistent avec les réseaux 4G existants pour une longue période.

Les nouvelles solutions radio autonomes 5G, telles que définies dans la version 19 du 3GPP, ne sont pas encore disponibles et ne devraient pas l'être avant 2025²⁵. La 5G nécessitera également l'adoption d'une nouvelle architecture de réseau définie par le 3GPP (basée sur les services) et de nouvelles fonctions de réseau basées sur les technologies Cloud natives. Tout ceci soutient la recommandation de ne pas faire de saut technologique, directement de la 3G à la 5G, et de plutôt développer une feuille de route pour la 4G.

Etape 1. La première étape consistera à identifier les bandes de fréquences appropriées pour la 4G. Ce choix pour le LTE s'est principalement porté sur la bande 1800 MHz dans le monde. Les autres bandes qui ont aussi été autorisées sont celle des 2600 MHz (qui est une bande de capacité majeure), celle des 800 MHz (largement attribuée dans les pays de la région EMEA), les bandes 700 MHz et 2100 MHz, ainsi que les bandes TDD à 2300 et 2600 MHz²⁶.

Il est à noter qu'en ce qui concerne la bande principale des 1800 MHz :

- L'Irak a octroyé une licence à chacun des trois opérateurs, avec un accès à $2 \times 14,8$ MHz. Il s'agirait en théorie d'un spectre suffisant pour permettre aux opérateurs de réaménager une partie de leur spectre pour la 4G (ex. 2×10 MHz) tout en autorisant la poursuite des services 2G, en fonction des conditions de licence (ex. licence technologiquement neutre). Il existe également, sous réserve de l'utilisation actuelle, une possibilité de spectre supplémentaire dans la bande.
- La Mauritanie a octroyé une licence pour la bande 2G et, selon la quantité de spectre disponible pour les trois opérateurs, pourrait être dans une position similaire pour réattribuer les 1800 MHz et du spectre supplémentaire dans la bande.
- En Palestine, les deux opérateurs ont un spectre limité dans la bande 1800 MHz, ce qui rend la réattribution impossible. Dans l'idéal, 2×10 MHz seraient nécessaires pour le LTE, ou au moins, 2×5 MHz.

²⁵ La version 15 du 3GPP pour la 5G NR a été achevée en juin 2018. La version 19 devrait être finalisée en septembre 2021.

²⁶ <https://gsacom.com/paper/lte-fdd-frequency-bands-worldwide-november-2019/> and <https://gsacom.com/paper/lte-frequency-bands-april-2019/>

Etape 2. L'étape suivante consiste à examiner la possibilité de dégager des bandes de fréquences pour l'attribution. Le but ici serait d'identifier un minimum de 2×10 MHz ou 1×20 MHz de spectre contigu par opérateur - ceci peut inclure la réattribution d'une partie des 1800 MHz comme expliqué ci-dessus ou d'autres bandes 4G appropriées. Dans l'idéal, des bandes de couverture et de capacité devraient être rendues disponibles. Il faudra par ailleurs considérer les options de retrait des titulaires comme décrit dans la Section 2.2 et l'Appendix A; il s'agit en effet du même processus quelle que soit la bande de fréquences - seuls les titulaires concernés diffèrent selon les cas.

Etape 3. Il sera ensuite important d'identifier les restrictions techniques à appliquer. Il peut s'agir de conditions techniques, comme des puissances maximales d'émetteur et des masques BEM ("Block Edge Masks") qui s'appliquent pour protéger les services des bandes de fréquences adjacentes. Il peut s'agir de restrictions géographiques, qui protégeront les titulaires qui ne peuvent pas migrer de la bande.

Etape 4. Indépendamment du processus d'attribution choisi, il faudra procéder à une évaluation du spectre pour permettre de déterminer les redevances et les prix de réserve des enchères. Comme indiqué dans la Section 2, les frais peuvent être fixés administrativement par les gouvernements et les régulateurs, ou par le biais de mécanismes basés sur le marché tels que les enchères. Dans le cas des enchères, les gouvernements et les régulateurs en déterminent la conception et en fixent les prix de réserve, ce qui a une influence importante sur les résultats de l'attribution et les prix du spectre. Comme pour la 5G, le déploiement de la 4G nécessitera un investissement important. Pour permettre l'introduction et les bénéfices associés de nouveaux services de données plus rapides, il est important de prendre en compte l'impact d'un coût élevé du spectre sur la capacité financière des opérateurs à investir dans le déploiement du réseau et sur les consommateurs²⁷.

Etape 5. La conception du processus d'attribution doit être pensée soigneusement en fonction des objectifs du gouvernement et du régulateur. Ces objectifs peuvent influencer les décisions concernant :

- La durée des licences (des licences plus longues permettant une plus grande certitude du marché et encourageant ainsi l'investissement),
- Volonté de promouvoir ou d'autoriser le partage de réseau, et notamment le partage de spectre dans les pays où il y a plus d'un opérateur,
- Introduction de mesures pour réduire les obstacles administratifs et réglementaires au déploiement du réseau (ex. processus de planification et d'approbation des sites),

- Introduction de mesures spécifiques, dans la conception des attributions, pour assurer une distribution équitable du spectre et réduire l'incertitude pour les opérateurs (, et
- Introduction d'obligations spécifiques comme la couverture du réseau, en notant que cela aura un impact sur les coûts d'investissement de déploiement.

La méthode d'attribution fait aussi partie des décisions à prendre - attribution directe, concours de beauté ou enchères - sont les possibilités dont les avantages et les inconvénients sont détaillés à l'Appendix A. Dans le cas où il y aurait seulement un ou deux opérateurs, aucune attente d'un nouvel acteur sur le marché, et une quantité de spectre suffisante, une attribution directe peut être la solution la plus appropriée. Si plusieurs bandes de fréquences sont identifiées, l'attribution peut s'effectuer séparément ou dans le cadre d'un processus multi-bandes. Ceci peut se décider, par exemple, en fonction des calendriers de disponibilité du spectre, de la substituabilité des fréquences et des contributions des opérateurs.

Enfin, les différentes obligations seront en partie déterminées par les objectifs politiques, ainsi que par les objectifs de marché et de concurrence.

Cette étape sera actée dans un document d'attribution en détaillant le processus, et décrivant le spectre disponible, les contraintes d'utilisation (délais, partage géographique), les obligations de licence, y compris les conditions techniques et les redevances.

Etape 6. La dernière étape est la mise en œuvre du processus d'attribution tel qu'il a été prévu dans le document d'attribution.

Il est à noter qu'en Mauritanie, le spectre a été proposé aux enchères en octobre 2018, mais qu'il n'y a eu qu'un seul soumissionnaire et le spectre n'a pas été attribué. Nous recommandons que le processus soit réexaminé, en particulier le prix de réserve, car selon une source du régulateur, les offres étaient inférieures au prix de réserve. Des discussions avec les acteurs du marché permettront par ailleurs de comprendre pourquoi l'attribution n'a pas été un succès.

5 Recommandations

Dans cette section, nous avons identifié plusieurs recommandations sur la base des attributions actuelles de fréquences dans les pays MENA et des meilleures pratiques internationales.

5.1 Spectre existant

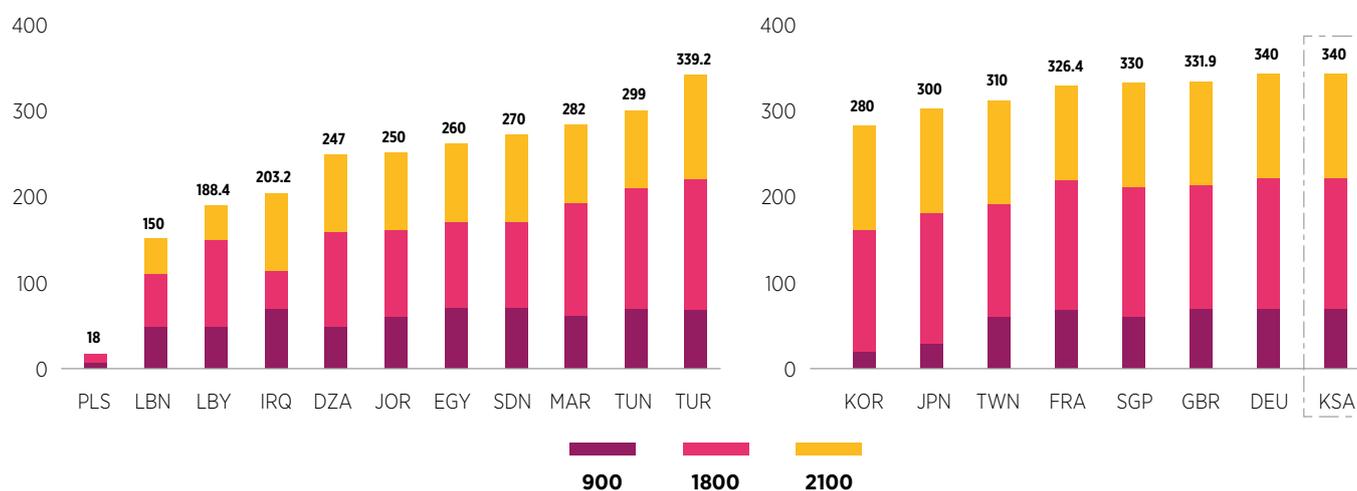
La disponibilité actuelle du spectre varie considérablement selon les pays, mais la plupart des États ont libéré des fréquences dans les bandes IMT traditionnelles pour les services 2G et 3G.

5.1.1 Bandes 900, 1800 et 2100 MHz

La quantité de spectre combiné attribuée aux pays de la région MENA aux technologies 2G, 3G et 4G, est nettement inférieure à celle attribuée dans des pays comme l'Arabie Saoudite, l'Allemagne, le Royaume-Uni et Singapour (Figure 5.1).

FIGURE 5.1

COMPARAISON DES FRÉQUENCES ATTRIBUÉES 900, 1800 AND 2100 MHZ (MENA ET PAYS DES RÉGIONS 1 ET 3-UIT)²⁸



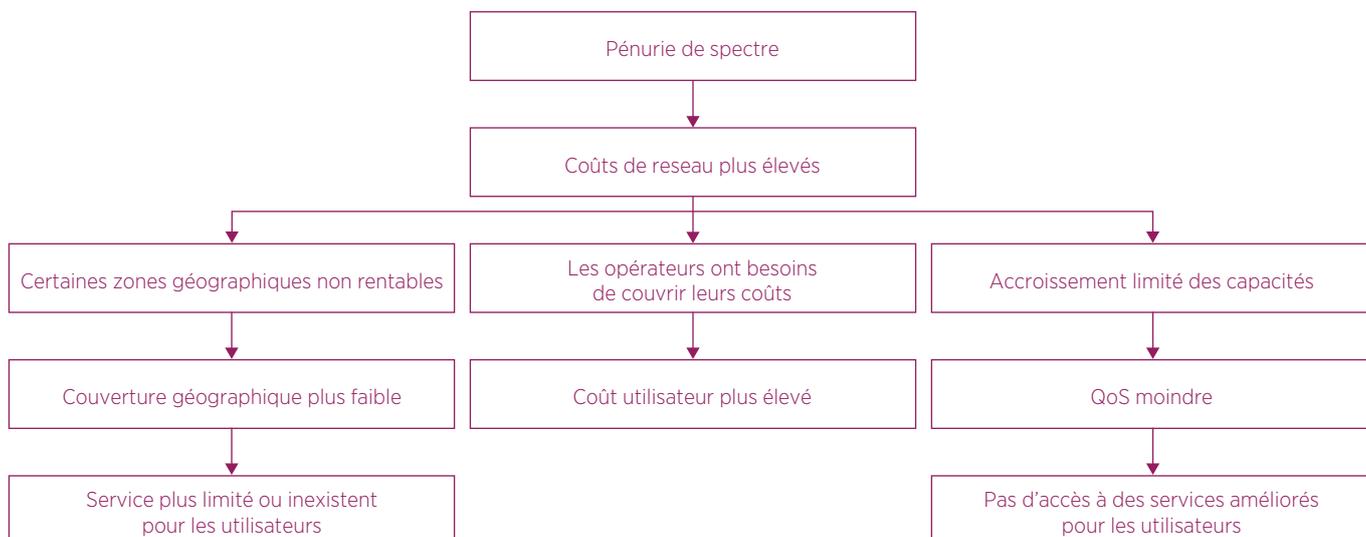
L'accès à une quantité suffisante de spectre est essentiel pour minimiser les coûts de déploiement des opérateurs et permettre aux économies de bénéficier de la croissance potentielle du PIB offerte par les services mobiles. Un spectre limité nécessite de déployer davantage de stations de base pour répondre à la

demande de trafic, donc avec un impact potentiel en termes d'investissements de déploiement géographique, de niveau et de qualité de services, et de prix, comme détaillé en Figure 5.2. De ce fait, il est recommandé d'attribuer davantage de spectre là où la quantité a été limitée jusqu'à présent.

28 Source: GSMAi et analyse de Plum. Dans ce graphique, Palestine : PLS.

FIGURE 5.2

IMPACT D'UNE PÉNURIE DE FRÉQUENCES



Ces pays devraient étudier la possibilité de libérer davantage de spectre dans les bandes de fréquences existantes de 900, 1800 et 2100 MHz, ainsi que les délais de diffusion et d'attribution. Il existe potentiellement un total de 2×35 MHz disponibles à 900 MHz, 2×75 MHz à 1800 MHz et 2×60 MHz à 2100 MHz, soit un total de 340 MHz.

Les étapes d'identification et de libération du spectre sont les suivantes :

- Discuter avec les utilisateurs existants de la possibilité de libérer davantage de spectre. Les considérations les plus importantes à prendre en compte concernent la migration, l'échelle de temps et les coûts de migration associés.
- Au besoin, discuter avec les opérateurs mobiles des possibilités de réaménager les bandes de spectre, une fois que des fréquences supplémentaires sont disponibles afin de fournir un spectre contigu. En particulier pour la bande des 1800 MHz, les bandes devraient idéalement être en blocs de 10 MHz, afin de pouvoir prendre en charge la technologie LTE (4G).

5.1.2 Bandes 700 and 3500 MHz

Les bandes 700 MHz et 3500 MHz sont les fréquences préférées pour la 5G et devraient être principalement visées pour les attributions. La bande 3500 MHz (de 3300 MHz à 4200 MHz) est rapidement devenue l'option préférée pour les déploiements commerciaux de la 5G dans le monde. Sa capacité à fournir à la fois couverture et capacité, combinées à une bonne disponibilité du spectre en fait un candidat idéal. La priorité donnée à cette bande se traduit également par un écosystème en développement rapide, avec le lancement d'appareils de plus en plus abordables.

5.1.3 Bande 850 MHz

Certains pays comme la Mauritanie, le Maroc et le Soudan ont attribué les bandes 800 ou 850 MHz pour la technologie CDMA 2000. Selon le plan de fréquence, l'utilisation du CDMA 850 peut créer des interférences avec la bande 900 MHz (E-GSM), à la fois dans le pays concerné et avec les pays voisins. Il est recommandé que tous les pays adoptent les attributions de la Région 1 de l'UIT et les plans de fréquences associés, de même qu'ils doivent identifier les moyens de mettre fin à l'utilisation actuelle du CDMA dès que possible - idéalement dans les 2 à 3 prochaines années - pour tenir compte du déploiement du réseau 5G et du potentiel de réaménagement des fréquences 2G à mesure que la demande diminue.

5.1.4 Retirer le WiMAX des bandes 2300, 2600 et 3500 MHz

Certains pays comme la Jordanie, la Libye et le Maroc ont attribué les bandes 2300, 2600 et 3500 MHz pour l'accès sans fil en utilisant des technologies comme le WiMAX. Ces bandes sont adaptées au déploiement de la 4G et de la 5G et à la fourniture de services mobiles, ainsi qu'à l'accès sans fil (voir Section 2.1 et Figure 2.3). Nous recommandons donc aux administrations d'entamer un processus de réflexion pour déterminer s'il faut maintenir les licences actuelles ou abroger celles-ci et réattribuer le spectre, en traitant les points suivants :

- Les attributions actuelles sont-elles utilisées et sinon, peuvent-elles être révoquées ?
- Les licences sont-elles neutres des points de vue technologique et du service, ce qui permettrait aux opérateurs d'élargir leur exploitation aux technologies 4G et 5G pour répondre aux développements du marché ?
- La licence actuelle fournit-elle suffisamment de spectre pour prendre en charge les déploiements 4G ou 5G, à savoir une bande minimale de 10 MHz pour chaque titulaire de licence 4G et de 80-100 MHz pour chaque titulaire de licence 5G ?

- Les attributions de fréquences actuelles sont-elles efficaces ou pourraient-elles être améliorées en déplaçant les titulaires actuels au sein de la même bande ou vers une autre fréquence ?
- Si les licences ne sont pas révoquées et peuvent être utilisées pour le mobile, cela crée-t-il des problèmes de concurrence ?
- L'utilisation actuelle du spectre est-elle telle que les titulaires existants participeraient à toute procédure d'attribution ? Cela permettrait d'attribuer le spectre sur une base de marché à ceux qui maximiseraient l'efficacité économique et technique grâce à un processus d'attribution approprié.

Répondre à ces questions et consulter les acteurs concernés devrait permettre de libérer ces licences pour le mobile et ainsi d'augmenter considérablement la capacité des réseaux et d'améliorer l'expérience utilisateur.

5.2 Licences technologiquement neutres

Il est important que des licences neutres sur le plan technologique soient favorisées pour offrir aux opérateurs la flexibilité nécessaire pour déployer de nouvelles technologies en fonction de la demande du marché et de leurs propres feuilles de route de services et de réseaux.

Incertitude et retards peuvent mener à une diminution des investissements dans le réseau et à un impact sur le déploiement, la qualité, le coût et la disponibilité des services. Cette approche devrait s'appliquer à la fois aux licences actuelles et aux nouvelles licences, et pourrait nécessiter des ajustements de la législation du pays.

Appendix A

Considérations pour la feuille de route

Cette annexe fournit des informations supplémentaires sur les considérations relatives aux étapes de la feuille de route générique de la Section 2.2, basées sur l'expérience internationale et les meilleures pratiques.

A.1 Considérations concernant la libération du spectre

Il existe en général deux approches principales pour libérer du spectre pour le haut débit mobile :

1. Libération et, si nécessaire, relocalisation des services existants ; et
2. Partage avec les titulaires actuels en utilisant des mesures d'atténuation appropriées.

La faisabilité de la libération des bandes et les échéances associées dépendent d'un certain nombre de facteurs, notamment :

- Le type de service et le nombre d'utilisateurs - par exemple, dans la bande C, le nombre de consommateurs utilisant la télévision par satellite DTH est probablement plusieurs fois supérieur à celui des utilisateurs professionnels des communications de données VSAT.
- L'impact possible sur les consommateurs et comment gérer s'il faut remplacer ou mettre à niveau l'équipement pour maintenir les services (par exemple pour les utilisateurs de DTH, quelles sont les autres formes de réception des services de télévision)
- La disponibilité d'alternatives pour les utilisateurs qui leur permettent de maintenir leur niveau de service actuel, par exemple grâce à des fréquences alternatives ou des technologies filaires
- Le coût de la migration vers ces alternatives et les mesures à mettre en place pour faire face à une éventuelle interruption des services.

En règle générale, une analyse coûts-avantages sera entreprise pour évaluer si le dégagement de la bande est l'approche optimale ou si d'autres options comme des mesures d'atténuation et de coexistence sont plus appropriées. La faisabilité des mesures de coexistence dépendra également de la nature et de l'étendue de l'utilisation par le titulaire. Par exemple, des bandes inférieures à 1 GHz (par exemple 600 MHz, 700 MHz) sont généralement utilisées pour la diffusion de services de télévision sur de vastes zones géographiques, rendant la coexistence avec la 5G impossible. D'un autre côté, l'utilisation par les titulaires d'autres bandes, telles que les liaisons fixes et les satellites fixes, peut être très localisée, augmentant les possibilités d'utilisation partagée.

Les types de mesures de coexistence envisageables comprennent :

- Protection des utilisateurs existants (par exemple FSS ou FS) par des méthodes telles que
 - Le blindage ou l'utilisation de zones d'exclusion
 - L'utilisation de récepteurs FSS améliorés
 - L'ajout de filtres aux récepteurs FSS
- Restrictions sur les déploiements IMT tels que
 - Limitations sur les emplacements déployés
 - Antenne inclinée ou pointée vers le bas, en tenant compte de l'emplacement des utilisateurs existants
 - Puissance d'émission réduite
- Coordination détaillée entre les nouveaux utilisateurs et les titulaires
- Utilisation de bandes de garde pour séparer les nouveaux utilisateurs et les titulaires en différentes sous-bandes.

Des techniques plus novatrices de partage du spectre, comme l'accès partagé sous licence (LSA) et l'accès dynamique au spectre (DSA), pourraient également constituer des solutions potentielles. Celles-ci impliquent un contrôle actif des interférences grâce à l'utilisation de bases de données de géolocalisation et de technologies de détection. Des exemples

d'initiatives utilisant de telles techniques sont le CBRS (Citizens Broadband Radio Service) (CBRS) dans la bande 3,5 GHz aux États-Unis et le cadre LSA dans l'Union Européenne. En fonction des circonstances locales spécifiques, une combinaison de mesures de coexistence et de dégagement peut également être envisagée, si le dégagement seul n'est pas possible.

A.2 Calendrier de libération du spectre 5G

Pour les gouvernements et les régulateurs qui planifient leurs feuilles de route 5G, la hiérarchisation et le calendrier de libération de bandes spécifiques dépendent de deux facteurs principaux :

1. L'écosystème autour des bandes spécifiques 5G, qui entraînera des économies d'échelle dans la disponibilité et le coût des appareils et équipements ; et
2. Les difficultés à dégager la bande ou à mettre en œuvre les mesures d'atténuation nécessaires.

Les trois bandes principales prioritaires envisagées pour la 5G à ce jour sont les bandes 700 MHz²⁹, 3,3-3,8 GHz et 26/28 GHz. Le moment choisi de libération de ces bandes et la quantité potentielle de spectre disponible dans chaque bande dépendent

des considérations de dégagement du spectre et des mesures d'atténuation discutées ci-dessus.

Certains pays, en particulier ceux où les services par satellite en bande C sont largement utilisés, ont rencontré des difficultés pour libérer la bande 3,3-3,8 GHz.³⁰ Des alternatives au spectre moyenne bande incluent les bandes 2,3 GHz et 2,6 GHz,³¹ même si l'utilisation de ces bandes pour la 5G dépend aussi des déploiements actuels qui peuvent comprendre l'accès sans fil à large bande (BWA) et les systèmes de distribution multipoints multicanaux (MMDS) . Il sera nécessaire d'assurer une transition opportune et ordonnée des services des titulaires afin de libérer efficacement ces bandes pour la 5G.³²

A.3 Objectifs de l'attribution

Le spectre radioélectrique est une ressource publique et un élément essentiel à la fourniture de services de communication, ainsi qu'un catalyseur de diverses fonctions exercées par des entités des secteurs privé et public dans différents pans de l'économie et de la société. Ainsi, le premier et le principal objectif de la gestion du spectre est d'en assurer une utilisation efficace, en particulier dans des situations de pénurie, ce qui a été jusqu'à présent le cas pour le spectre destiné aux IMT. En outre, de nombreux gouvernements placent la 5G au cœur de leur politique industrielle et la considèrent comme un levier clé de la transformation numérique de différents secteurs industriels et

comme un moteur de la croissance économique. En conséquence, la promotion des investissements dans l'infrastructure 5G et la facilitation du déploiement du réseau sont également devenues des objectifs politiques importants.

L'un des principaux défis de la 5G est le besoin de réseaux plus denses au niveau du RAN avec un nombre beaucoup plus grand de petites cellules à installer. Les opérateurs mobiles souhaitent déployer la 5G pour exploiter de nouvelles sources de revenus, y compris de nouvelles applications grand public telles que le multimédia, les services de réalité augmentée et de réalité

²⁹ Les bandes 700 MHz peuvent déjà avoir été attribuées et les réseaux 4G déployés, il peut donc être nécessaire d'envisager des bandes 600 MHz comme alternatives.

³⁰ Inclut des pays d'Asie du Sud-Est. Voir "Plum. Roadmap for C-band spectrum in ASEAN. Report for GSMA", August 2019. <https://plumconsulting.co.uk/roadmap-for-c-band-spectrum-in-asean/>

³¹ Les bandes 2,3 GHz et 2,6 GHz ont été réservées à la 5G dans des pays comme la Chine, l'Arabie Saoudite et la Thaïlande.

³² Plum. La transition du spectre: une question de timing. Insight paper, Janvier 2020. <https://plumconsulting.co.uk/fr/it-is-all-down-to-timing-spectrum-transitioning/>

virtuelle, et les applications industrielles et d'entreprise liées à l'Internet des Objets (IoT) et aux communications ultra-fiables à faible latence dans des secteurs comme la fabrication, la logistique, les services publics, les transports et la santé. Dans le même temps, les opérateurs mobiles sont également préoccupés par les coûts associés à la 5G et le risque que l'investissement ne soit pas rentable. Les réponses à ces préoccupations apportées par les décideurs et les régulateurs se reflètent de plusieurs manières, notamment à travers :

- Une durée plus longue pour les licences de spectre,
- La promotion ou une plus grande ouverture au partage du réseau, notamment le partage du spectre,
- L'introduction de mesures pour réduire les obstacles administratifs et réglementaires au déploiement du réseau,
- La réduction des frais de licence dans certains cas, et
- L'intégration de mesures, dans la conception des attributions, assurant une distribution équitable du spectre et réduisant l'incertitude pour les opérateurs. La pertinence de ces mesures varie en fonction des conditions spécifiques du marché et des objectifs politiques. La conception de l'attribution des fréquences et les conditions de licence devront tenir compte des pressions sur la structure actuelle du marché et envisager des mesures appropriées pour atténuer les risques et faciliter les investissements dans la 5G.

A.4 Méthode d'attribution

Il existe trois approches principales pour attribuer le spectre - enchères, concours de beauté et affectation directe. Les attributions directes conviennent dans les situations où il n'y a pas de pénurie, l'offre dépasse la demande, mais cela a tendance à être rare pour les bandes IMT harmonisées avec des écosystèmes bien développés. Pour le spectre 5G, certaines administrations (telles que Hong Kong, Royaume-Uni) ont choisi d'utiliser des attributions directes pour les hautes fréquences, en raison de l'abondance relative des fréquences mmWave et de l'incertitude des cas d'utilisation et de la valeur de ces bandes à l'heure actuelle. Les affectations directes sont également parfois utilisées pour les réaffectations ou le renouvellement du spectre car elles sont les plus simples à administrer.

Les enchères ont été largement utilisées à l'échelle mondiale pour l'attribution du spectre mobile, et des enchères bien conçues pourraient répondre aux objectifs politiques et garantir que le spectre soit attribué au soumissionnaire qui le valorise le plus (et qui est donc susceptible de l'utiliser le plus efficacement possible). Pour le spectre 5G, en particulier dans les fréquences basses et moyennes, où l'offre est rare, de nombreuses administrations ont continué à pratiquer les enchères comme mécanisme d'attribution préféré.

Les concours de beauté ou les appels d'offres comparatifs sont une alternative pour les attributions où il peut y avoir des objectifs politiques autres que la pure valeur économique du spectre. Cela a été adopté par le Japon dans son attribution multi-bande 5G en 2019 et a également été proposé en Malaisie (700 MHz, 3,5 GHz, 26 GHz). Les facteurs utilisés dans le processus d'évaluation peuvent alors inclure la couverture, la qualité du service, les plans de déploiement, la viabilité financière, l'expérience technique et la tarification des services. Un mécanisme hybride, impliquant un concours de beauté avec appel d'offres financier, est également possible, comme celui utilisé par la France (3,5 GHz) et Singapour (3,5 GHz et 26/28 GHz).

La Figure A.1 compare des caractéristiques générales des trois mécanismes d'attribution et les situations dans lesquelles ils conviennent.

FIGURE A.1

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES DIFFÉRENTS TYPES D'ATTRIBUTION³³

Caractéristiques	Enchères	Concours de beauté	Attribution directe
Conception (efficacité, concurrence, coût)	Permet une plus grande liberté et flexibilité aux soumissionnaires pour exprimer leur demande de spectre. Fournit un résultat économiquement efficace avec le spectre vendu au prix d'équilibre du marché. Coûts de mise en œuvre élevés mais pouvant varier en fonction du format d'enchères et des lots de spectre vendus.	Moins de liberté et de flexibilité car les soumissionnaires sont tenus de respecter les critères d'évaluation fixés. Risque d'allocation inefficace si les critères d'évaluation sont trop subjectifs. Le prix du spectre peut ne pas refléter le coût d'opportunité. Le coût peut varier mais est généralement inférieur à celui des enchères. Les régulateurs ont de meilleures opportunités d'influencer les attributions pour atteindre leurs objectifs économiques.	Risque d'allocation inefficace en cas de demande excédentaire. Le prix du spectre peut ne pas refléter le coût d'opportunité. Nouvelle entrée soit interdite, soit autorisée sans tenir pleinement compte de la réalité de l'analyse de rentabilité. Processus simple, rapide et moins coûteux à administrer que les autres.
Objectifs de politiques publiques	Les objectifs de politiques publiques peuvent être incorporés mais les exigences ou obligations (par exemple la couverture) doivent être formulées dès le départ.	Donne plus de souplesse au régulateur pour inclure des éléments d'objectifs politiques comme la couverture, le déploiement et la qualité de service. Les soumissionnaires peuvent faire des offres en fonction de leur capacité et de leur volonté à prendre des obligations spécifiques. Critères subjectifs plus difficiles à évaluer.	Peut être résolu par le fait d'imposer des obligations. Potentiellement moins de voix au chapitre pour les titulaires, mais possibilité de larges consultations faites à l'avance. Entraîne une perturbation minimale pour les opérateurs et les utilisateurs finaux (en cas de renouvellement).
Situations appropriées	L'offre est inférieure à la demande (le nombre de lots dépasse le nombre de soumissionnaires) et en cas d'incertitude quant à une répartition efficace Bandes nouvellement libérées (sans utilisateurs titulaires).	Le contrôle du processus d'attribution est nécessaire (par exemple, dans le cas de marchés faussés ou lorsqu'il existe une préférence pour une plus grande concentration sur les aspects autres que les prix et les objectifs politiques spécifiques). Convient lorsque le nombre de licences est limité.	S'il n'y a pas de pénurie de l'offre ou si la demande n'est pas claire. Renouvellement du fréquences existantes (ex. 1800, 2100 MHz) déjà utilisées efficacement. Convient lorsqu'il n'y a pas de distorsions du marché qui pourraient compromettre l'intérêt à long terme des utilisateurs finaux.

A.5 Licences et obligations associées

Les politiques gouvernementales en matière de gestion du spectre impliquent généralement des décisions d'attribution et des questions connexes, telles que l'accès par différents utilisateurs ou pour différents usages, la concurrence sur le marché, les besoins de sûreté et de sécurité publiques, le développement de l'industrie et les objectifs sociaux (par exemple, l'inclusion numérique). Les attributions de spectre offrent aux régulateurs une occasion de traiter et de promouvoir leurs objectifs et des résultats politiques spécifiques.

Les objectifs de politique publique sont généralement pris en compte dans la conception du processus d'attribution ainsi que dans les obligations ou conditions imposées aux licences de spectre. Dans les attributions administratives ou les attributions

comparatives, ces objectifs peuvent également se refléter dans les critères d'évaluation et les engagements pris par les soumissionnaires. Ceux-ci peuvent être liés à des aspects tels que :

- La couverture du réseau - par exemple, routier ou ferroviaire, en termes de liaisons géographiques ou démographiques couvertes, intérieures ou extérieures ;
- La qualité de service, en termes de débit moyen ou de minimum de données ;
- Le déploiement du réseau, en termes de délais de déploiement ; et
- Les exigences d'accès (par exemple, vente en gros ou interconnexion pour les MVNO).

33 Voir aussi GSMA Public Policy Position on Auction Best Practice, May 2019. <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/05/Auction-Best-Practice.pdf>

Les attributions de fréquences peuvent également être un mécanisme pour promouvoir la concurrence en facilitant l'entrée sur le marché de nouveaux acteurs ou pour résoudre des problèmes potentiels de pouvoir de marché et permettre une concurrence plus efficace entre les acteurs du marché. Bien que l'inclusion d'objectifs de politique publique dans les processus d'attribution du spectre soit de plus en plus courante, il est important - dans la conception de l'attribution et des obligations - de prendre en compte le contexte du marché local et de veiller à ce que les mesures soient appropriées et ne fassent pas peser une charge excessive sur les entreprises.

Un autre aspect important de la 5G est que, contrairement aux générations précédentes de technologie mobile, la 5G est prévue pour servir une multitude d'applications avec des performances et des exigences de spectre hétérogènes. Des techniques telles que le SDN (Software Defined Networking) et le NFV (Network Function Virtualisation) permettront une plus grande flexibilité à la connectivité 5G, en traitant simultanément différents cas d'utilisation. Du point de vue réglementaire, cela nécessitera probablement de nouvelles approches d'attribution et d'autorisation du spectre.

Avec la variété des bandes de fréquences identifiées pour la 5G - fréquences basses, moyennes et élevées, les licences géographiques peuvent ne plus être appropriées pour les cas d'utilisation à l'ère de la 5G. Les nouveaux utilisateurs (secteurs industriels) et applications n'auront pas nécessairement besoin d'un accès au spectre à grande échelle géographique. L'utilisation se fera sur une base limitée et très localisée, et pourra impliquer une large gamme de bandes de fréquences. Par exemple, les utilisations agricoles peuvent nécessiter une large couverture dans les zones rurales et nécessitent donc un spectre inférieur à 6 GHz, mais d'autres applications industrielles, comme celles en environnement intérieur, peuvent être mieux adaptées aux bandes mmWave.

La gamme d'options envisagées par les régulateurs pour répondre à ces utilisations du secteur industriel comprend :

- La location de spectre - lorsque l'opérateur de réseau mobile (MNO) loue à un autre utilisateur, généralement sur une base commerciale, une partie de son spectre qu'il a identifié comme n'étant pas nécessaire à court ou moyen terme à un emplacement spécifique.
- Les solutions de partage de spectre - cette option est similaire à la location mais dans ce cas, le régulateur délivrera une licence pour le spectre et l'emplacement spécifiques, et les conditions à remplir par le nouvel utilisateur. Par exemple, Ofcom a adopté cette approche au Royaume-Uni pour les bandes déjà sous licence (3,8-4,2 GHz, 2,3 GHz, 1800 MHz) pour prendre en charge un usage innovant.³⁴ Une autre option est l'Accès Dynamique au Spectre (DSA) où l'utilisation d'une bande à un emplacement particulier peut être déterminée via une base de données de géolocalisation, éventuellement avec des balises ou des capteurs, avant d'être utilisée et ainsi éviter les interférences avec les titulaires principaux ou autres utilisateurs sous licence.³⁵
- L'identification du spectre spécifiquement pour les nouveaux utilisateurs. Il n'y a actuellement aucune approche unique adoptée mais il existe des propositions d'exemption de licence ou de licence « légère » dans les bandes mmWave.³⁶

³⁴ Ofcom. Statement: Enabling wireless innovation through local licensing. 25 July 2019.

³⁵ Des exemples incluent les espaces blancs TV et le CBRS (Citizens Broadband Radio Service dans la bande 3,5 GHz aux États-Unis.

³⁶ Par exemple, l'Australie a proposé de rendre la bande 24,25 - 24,7 GHz disponible pour les licences de catégorie pour une utilisation en intérieur et la bande 24,7 - 25,1 GHz pour une utilisation en extérieur et en intérieur.

A.6 Redevances

Avec la 5G, il n'existe pas de solution de licence « universelle », mais plutôt une gamme d'approches de licence à envisager, y compris l'exemption de licence. Alors que de nouveaux cas d'utilisation de la 5G, et pas seulement de l'eMBB, commencent à émerger, il sera opportun pour les régulateurs d'examiner les approches de licence existantes et d'envisager de nouvelles formes d'accès au spectre pour répondre à des utilisations innovantes dans les nouvelles bandes 5G.

Le principal objectif économique de la gestion du spectre est d'assurer une distribution efficace des ressources afin d'en maximiser les avantages pour la société. Les redevances d'utilisation du spectre sont un mécanisme important pour promouvoir une utilisation efficace du spectre en cas de demande excessive. En principe, les frais devraient refléter le coût d'opportunité du spectre, bien que cela soit parfois difficile à déterminer dans la pratique, en particulier dans le cas de la 5G où les cas d'utilisation et les modèles commerciaux sont encore incertains.

Les frais peuvent être fixés administrativement par les gouvernements et les régulateurs, ou par le biais de mécanismes basés sur le marché tels que les enchères. Avec les enchères, gouvernements et régulateurs déterminent la conception des enchères et fixent les prix de réserve, ce qui aura une influence importante sur les résultats de l'attribution et les prix du spectre. Comme indiqué ci-dessus, le déploiement de la 5G nécessitera des investissements importants et le modèle commercial de la 5G est toujours en cours de développement. Lors de l'évaluation des niveaux de redevances ou des prix de réserve appropriés, il

est important de prendre en compte les impacts de coûts élevés du spectre sur la capacité financière des opérateurs à investir dans le déploiement du réseau et sur les résultats pour les consommateurs.³⁷

Avec l'attribution des fréquences 5G, les gouvernements sont de plus en plus conscients des défis auxquels sont confrontés les opérateurs mobiles, ainsi que du rôle potentiel de la 5G dans la transformation des industries et la réalisation des objectifs de la politique nationale. Cela a conduit certains régulateurs à opter pour des frais plus conservateurs ou bien à adopter des offres comparatives ou des attributions hybrides, en mettant l'accent sur des critères autres que les prix. Par exemple, au Qatar, il n'y avait pas de redevance initiale et les frais annuels pour les bandes 3500 et 3700 MHz attribués à Vodafone et Ooredoo sont de 624 000 QAR (171 000 \$ US) pour 100 MHz de spectre.³⁸ Le Japon a attribué les licences de spectre 5G sans frais aux MNO (y compris le spectre milieu de gamme à 3,7 GHz) via un appel d'offres. Au lieu de vendre aux enchères le spectre, le processus d'appel d'offres a attribué les licences sur la base de critères, comme les meilleures propositions d'investissement en 5G³⁹. De plus, en Chine, où il n'y a pas de frais de spectre initiaux, les frais d'utilisation du spectre 5G sont supprimés pour les trois premières années, suivis d'une réduction échelonnée de 25%, 50% et 75% pour les années quatre, cinq et six respectivement. Les frais complets s'appliqueront à partir de la septième année. Il est également essentiel que le régulateur attribue des licences à long terme (par exemple 25 ans) assorties d'une attente de renouvellement.⁴⁰

37 GSMA. Impact des prix du spectre sur les consommateurs. September 2019. <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/09/Impact-of-spectrum-prices-on-consumers.pdf>

38 Source: CRA Qatar et décision sur les redevances de spectre radio.

39 chrome-extension://bocbaocobfecmglnmeaappambideimao/pdf/viewer.html?file=https://www.soumu.go.jp/main_content/000613734.pdf

40 http://www.gov.cn/fuwu/2018-04/28/content_5286546.htm

Appendix B

Analyse par pays

Cette annexe présente une analyse détaillée pour chaque pays inclus dans cette étude :

ALGÉRIE	JORDANIE	MAROC	TURQUIE
DJIBOUTI	LIBAN	PALESTINE	
EGYPTE	LIBYE	SOUDAN	
IRAK	MAURITANIE	TUNISIE	

Ces informations sont considérées comme étant à jour et constituent la base des feuilles de route décrites en Section 4.

B.1 Algeria

Au total, 247 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués en Algérie.

Cette quantité de spectre est répartie entre trois opérateurs mobiles comme le montre la Figure B.2:

FIGURE B.1

SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)⁴¹

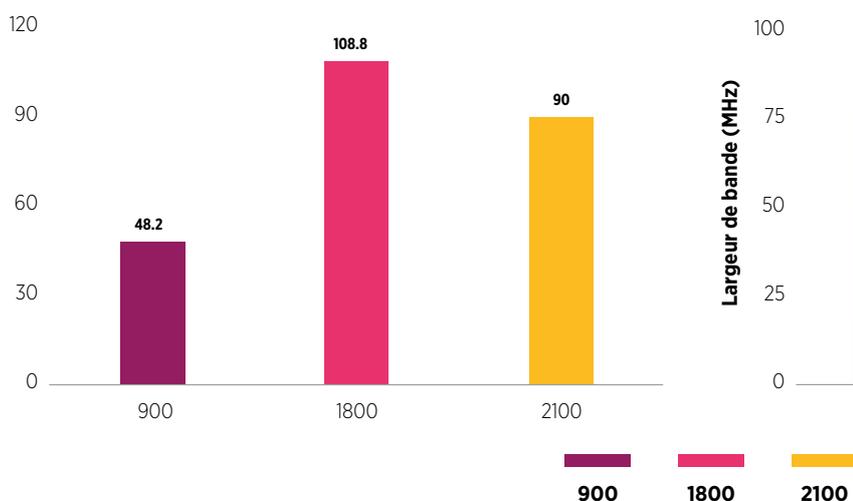
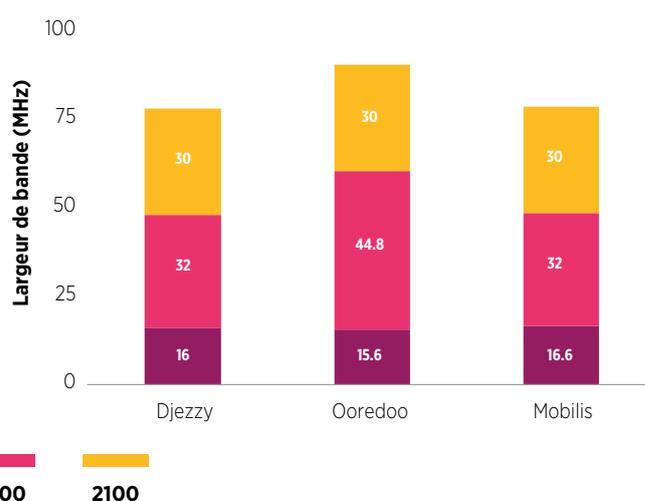


FIGURE B.2

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR⁴²



⁴¹ Source: GSMAi

⁴² Source: GSMAi

Technologies déployées par opérateur et par bande

La Figure B.3 montre que les services 2G ont été introduits de 1994 à 2002 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les services 3G en

2013-2014 dans la bande 2100 MHz et 4G en 2016 dans la bande 1800 MHz, potentiellement en réaffectant la bande des 1800 MHz.

FIGURE B.3

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁴³

Technologies	Bandes (MHz)	Génération	Djezzy	Ooredoo	Mobilis
GSM	900, 1800 ⁴⁴	2G	Fév. 2002	Août 2004	Fév. 1999
WCDMA HSPA+	2100	3G	Juill. 2014	Déc 2013	Déc 2013
LTE Advanced	1800	4G	Oct. 2016	Oct 2016	Oct 2016
VoLTE	1800	4G			Août 2016

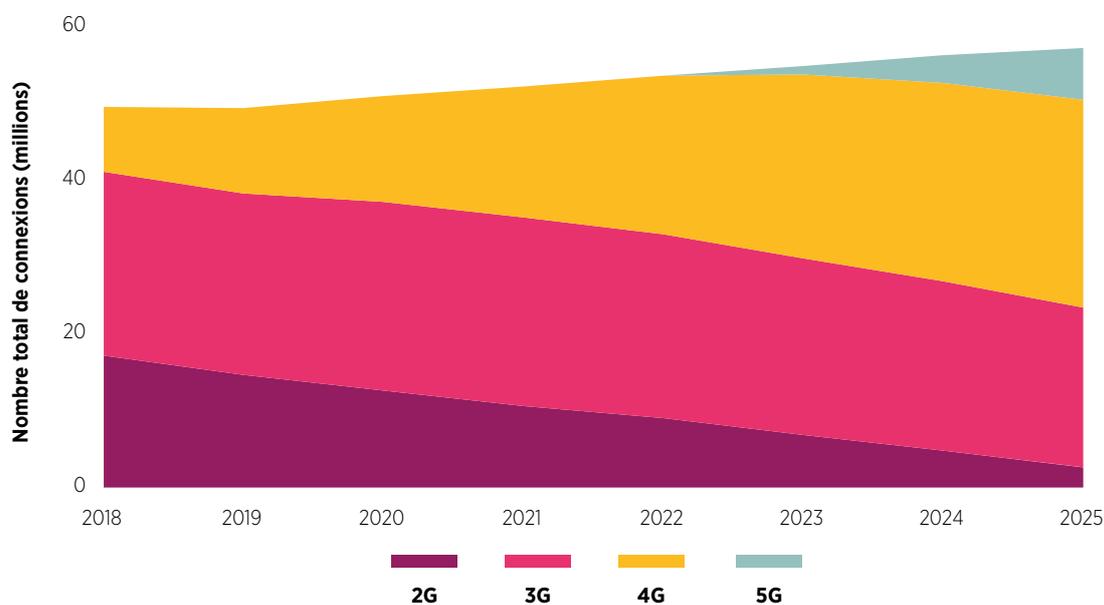
Nombre de connexions par technologie

La Figure B.4 montre que les connexions 2G diminuent et que les connexions 3G sont pratiquement stables. Les connexions 4G augmentent et la demande en 5G est attendue à partir de 2023.

Le nombre total de connexions augmente également, soutenu par l'augmentation des connexions 4G et la demande attendue de 5G à partir de 2022/2023.

FIGURE B.4

PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018 - 2025)⁴⁵



Initiatives 5G

Des tests 5G ont été menés avec succès par Mobilis à Oran en novembre 2018, en utilisant l'équipement Huawei.^{46,47} Un nouveau cadre réglementaire a été mis en place pour la mise en œuvre,

l'exploitation et l'utilisation des réseaux radio, des infrastructures et des appareils, l'attribution et l'allocation des fréquences, le contrôle des interférences et du spectre de fréquences pour se préparer à la 5G.⁴⁸

43 Source: GSMAi

44 Les trois MNO déploient la technologie GSM sur les bandes 900 et 1800 MHz.

45 Source: GSMAi

46 <https://www.ecofinagency.com/telecom/1511-39275-algeria-mobilis-successfully-tests-5g-network-in-oran-with-technical-support-from-huawei>

47 <https://www.do4africa.org/en/projects/digital-infrastructure/6804/5g-in-algeria/>

48 <https://www.agenceecofin.com/gestion-publique/2711-71560-lalgerie-enrichit-son-arsenal-juridique-d-une-loi-qui-regule-mieux-l-exploitation-des-reseaux-radioelectriques>

B.2 Djibouti

Il existe très peu d'informations disponibles dans le domaine public sur le marché des télécommunications à Djibouti.

Technologies déployées par opérateur et par bande

La Figure B.5 montre que les services 2G ont été introduits en

2001 dans les bandes 900 MHz, les services 3G en 2011-2013 dans la bande 2100 MHz. Selon le Ministère des Télécommunications et de la Culture, des technologies 4G sont également disponibles.

FIGURE B.5

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁴⁹

Technologies	Bandes (MHz)	Génération	Djibouti Télécom
GSM	900	2G	Déc 2001
WCDMA HSDPA	2100	3G	Déc 2011
WCDMA HSPA+	2100	3G	Jan 2013

Initiatives 4G/5G

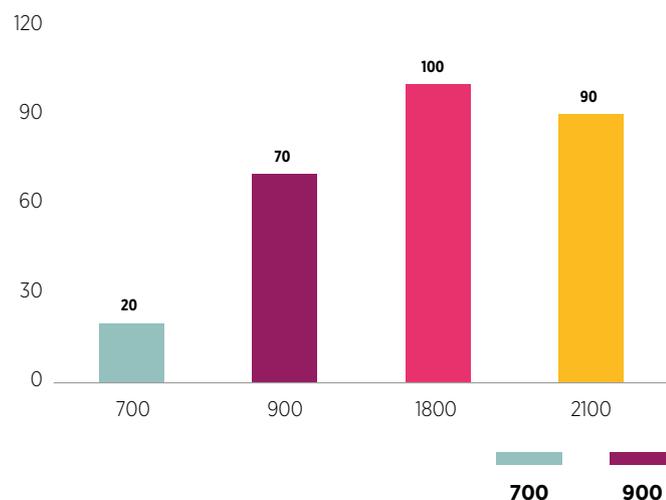
L'industrie est réglementée par le Ministère, mais aucune information n'est disponible sur le site web. Le Ministère a indiqué que la 4G a été déployée.

B.3 Egypte

Au total, 280 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués en Égypte :

FIGURE B.6

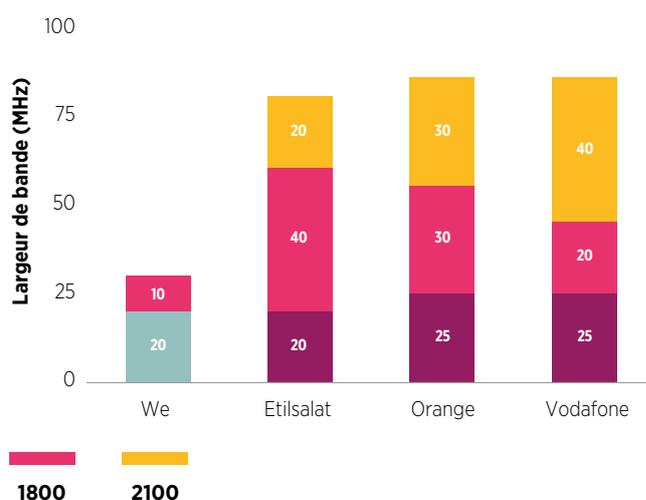
SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)⁵⁰



Comme le montre la Figure B.7, le spectre est divisé entre quatre opérateurs mobiles :

FIGURE B.7

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR⁵¹



49 Source : GSMAi

50 Source : GSMAi

51 Source : GSMAi

Technologies déployées par opérateur et par bande

Comme indiqué par la Figure B.8, les services 2G ont été introduits de 1996 à 2007 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les

services 3G de 2007 à 2013 dans la bande 2100 MHz et la 4G en 2017 dans la bande 700 et 1800 MHz, potentiellement par la réaffectation de la bande des 1800 MHz.

FIGURE B.8

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁵²

Technologies	Bandes (MHz)	Génération	Etisalat	Vodafone	Orange	We
GSM	900, 1800	2G	Mai 2007	Nov 1998	Oct 1996	
WCDMA	2100	3G			Sept 2008	
WCDMA HSDPA	2100	3G	Mai 2007	Mai 2007	Sept 2008	
WCDMA HSPA+	2100	3G	Jun 2009			
WCDMA DC-HSPA+	2100	3G	Mai 2010	Jun 2012	Avr 2013	
LTE	700, 1800	4G	Sept 2017	Sept 2017	Sept 2017	Sep 2017 ⁵³
VoLTE		4G	Sept 2018			
ViLTE		4G	Nov 2018			

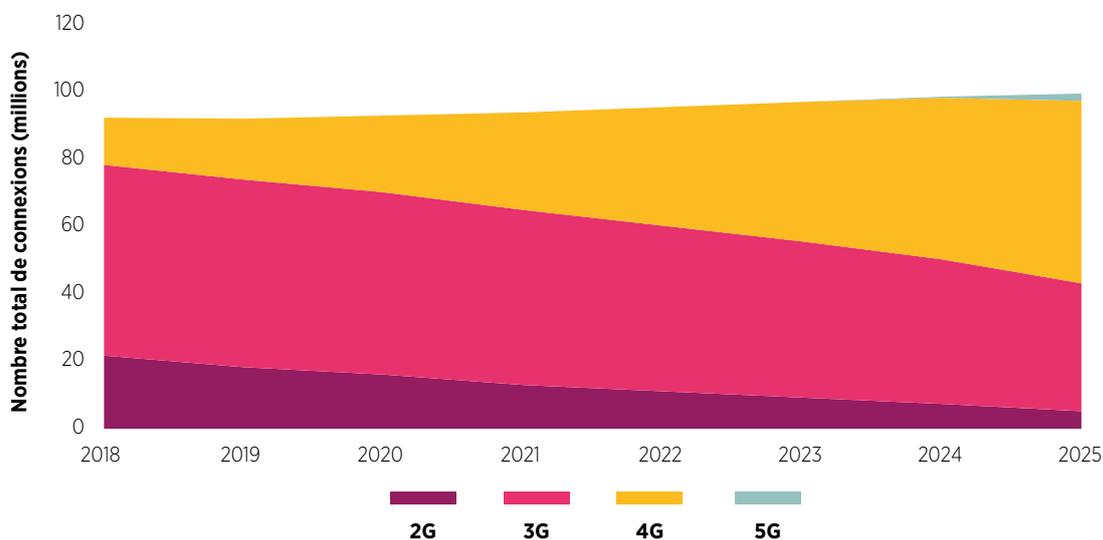
Nombre de connexions par technologie

Les connexions 2G et 3G sont en baisse, les connexions 4G augmentent et la demande de 5G est attendue à partir de 2024 (Figure B.9). Le nombre total de connexions reste presque stable

jusqu'en 2021, puis augmente légèrement à partir de 2022, soutenu par la hausse des connexions 4G et la demande attendue de 5G à partir de 2024.

FIGURE B.9

PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018 - 2025)⁵⁴



Initiatives 5G

Il a été déclaré que la NTRA, le régulateur égyptien, envisageait d'utiliser 3400-4200 MHz pour la 5G. En novembre 2018, un porte-parole de la NTRA a indiqué que le spectre devait être

attribué d'ici début 2020⁵⁵. Il a également été indiqué que la 5G serait utilisée lors de la Coupe d'Afrique des Nations à l'été 2019⁵⁶.

52 Source : GSMAi

53 We déploie la technologie LTE sur les bandes 700 et 1800 MHz. Les bandes pour le déploiement LTE d'autres opérateurs ne sont pas spécifiées.

54 Source : GSMAi

55 <http://comitatomcs.eu/wp-content/uploads/2019/08/190730-GSA-5G-spectrum-report-July.pdf>

56 <https://egyptianstreets.com/2019/04/24/5g-to-launch-in-egypt-at-the-african-cup-of-nations/>

L'opérateur We a conclu un partenariat avec Nokia et Ericsson en 2019 pour entreprendre des essais 5G dans le pays⁵⁷. Etisalat a également mené un essai terrain avec Ericsson⁵⁸.

Le gouvernement a l'ambition de développer une nouvelle capitale à l'est du Caire où le déploiement de réseaux 5G et fibre est attendu dans les années à venir⁵⁹. En septembre 2019, il a été indiqué que le Ministère Egyptien des Communications et des Technologies de l'Information prévoyait de commencer les travaux de construction d'un réseau de télécommunications de 40 milliards EGP (2,44 milliards USD), dans le cadre de la

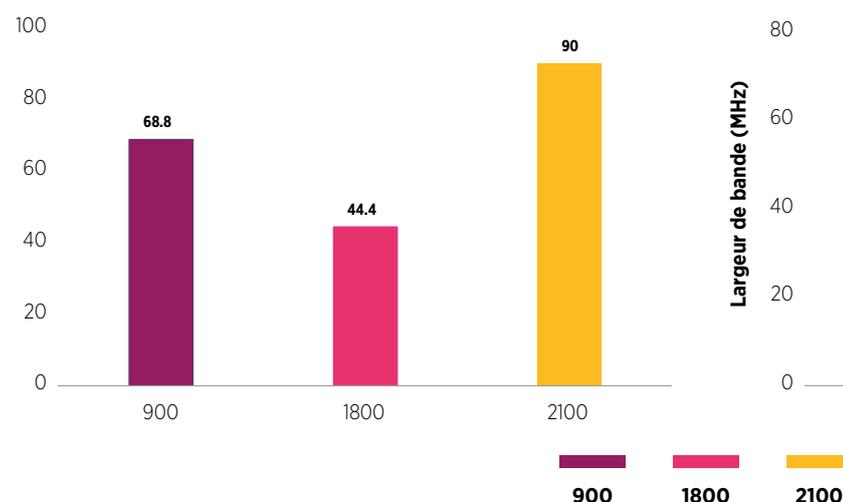
première phase de développement de la nouvelle capitale⁶⁰.

Selon une interview de Vodafone Egypte publiée en avril 2019⁶¹, l'utilisation de la 5G en Égypte est encore prématurée, car elle nécessiterait à la fois technologie et infrastructure, qui ne seraient pas encore à l'ordre du jour dans le pays. La 4G ayant été lancée en 2016, il faudrait donc plus de temps pour la diffuser à l'ensemble de la population, et pas seulement au Caire. Par conséquent, Vodafone a demandé des fréquences 4G supplémentaires à la NTRA afin de répondre à une augmentation importante de la demande des clients.

B.4 Irak

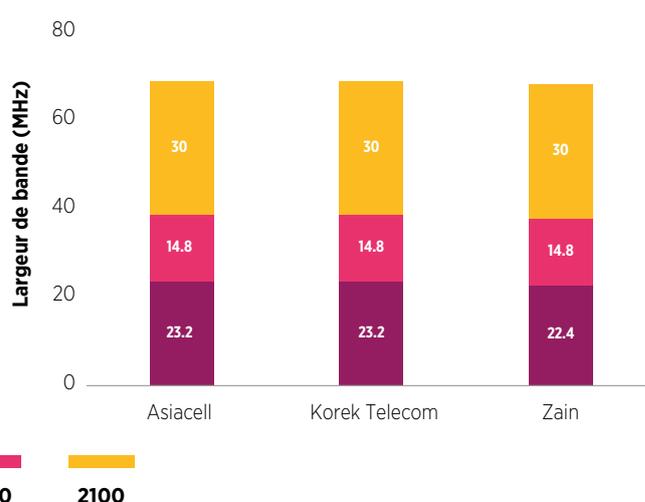
Au total, 203,2 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués en Irak.

FIGURE B.10
SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)⁶²



Le spectre est réparti entre les trois opérateurs mobiles comme indiqué dans la Figure B.11.

FIGURE B.11
PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR⁶³



Technologies déployées par opérateur et par bande
La Figure B.12 montre que les services 2G ont été introduits entre

2001 et 2004 dans la bande 900 MHz et les services 3G entre 2014 et 2015 dans les bandes 2100 MHz.

FIGURE B.12
TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁶⁴

Technologies	Bandes (MHz)	Génération	Zain	Asiacell	Korek Telecom
GSM	900	2G	Mar 2004	Déc 2003	Août 2001
WCDMA HSPA+	2100	3G	Déc 2014	Jan 2015	
WCDMA HSDPA	2100	3G			Jan 2015

57 <https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2019/02/28/telecom-egypt-and-nokia-sign-memorandum-of-understanding-to-introduce-5g-network-and-test-use-cases/> and <https://www.gsmaintelligence.com/research/?file=87bc4fd841cb69e2fae9e313dc45b&download>

58 <https://www.commsupdate.com/articles/2019/12/06/etisalat-misr-partners-with-ericsson-for-5g-test-on-commercial-network/>

59 <https://www.budde.com.au/Research/Egypt-Telecoms-Infrastructure-Operators-Regulations-Statistics-and-Analyses>

60 <https://www.commsupdate.com/articles/2019/09/12/mcit-to-construct-telecom-network-for-first-phase-of-new-capital-city/>

61 <https://menafn.com/1098434605/Vodafone-Egypt-to-inject-new-investments-worth-of-250m-in-Egypt-in-2020>

62 Source : GSMAi

63 Source : GSMAi

64 Source : GSMAi

Initiatives 4G/5G

En janvier 2019, l'Irak ne disposait pas d'une connectivité 4G LTE, les licences 5G ne sont donc pas une préoccupation urgente pour les régulateurs du pays⁶⁵. En septembre 2019, il était indiqué dans une interview que l'octroi de licences 4G aurait un impact très positif en Irak et que cela devait se produire prochainement⁶⁶.

Selon une interview publiée en avril 2019⁶⁷, Korek a fait valoir qu'il faudrait un certain temps avant que la 5G ne devienne économiquement réalisable, étant donné la nécessité d'établir des solutions, des réglementations et de fournir l'infrastructure indispensable à son déploiement, tout en notant sa pertinence

pour les entreprises et les abonnés. Comme d'autres entreprises, Korek cherche à investir dans la 5G dès que tous les critères seront réunis pour garantir son succès. En attendant, l'opérateur continue à construire et à actualiser son réseau pour prendre en compte la technologie 5G⁶⁸.

L'Iraq a entrepris une analyse du spectre attribué aux services d'accès fixe sans fil (FWA). Le pays a lancé une première consultation publique en décembre 2018, une seconde devrait suivre. L'utilisation du spectre dans les bandes 450 MHz, 1500 MHz, 2300 MHz, 2600 MHz et 3500 MHz, a été examinée en tenant compte des besoins en spectre pour les services 4G et 5G⁶⁹.

B.5 Jordanie

Ce sont au total 340 MHz de spectre adapté aux services mobiles qui ont été attribués en Jordanie.

FIGURE B.13

SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)⁷⁰

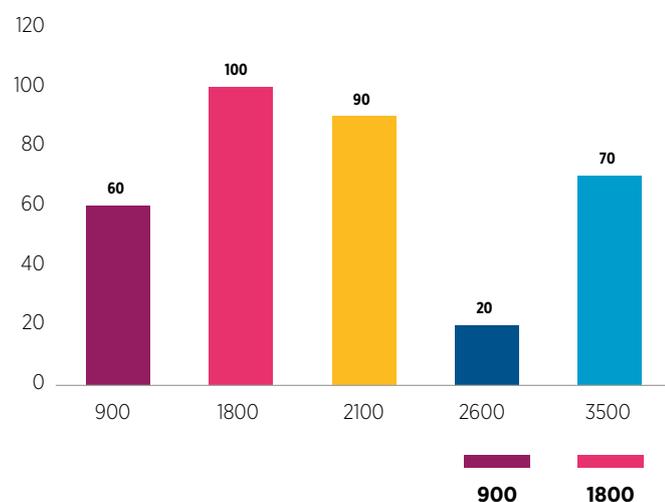
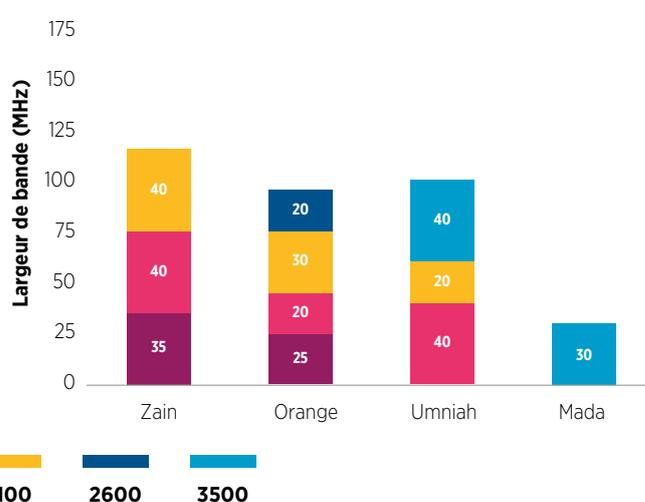


FIGURE B.14

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR⁷¹



Le spectre est divisé entre quatre titulaires, comme le montre la Figure B.14, trois opérateurs mobiles (Zain, Orange et Umniah) et le quatrième, Mada, qui fournit des services d'accès fixe sans fil à large bande.

65 <https://blog.telegeography.com/5g-spectrum-auctions-in-gulf-states-bahrain-kuwait-oman-qatar-saudi-arabia-and-uae>

66 <https://www.telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/3259-qts-brings-lebanon-closer-to-fiber-and-5g-deployments>

67 <https://www.telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/2999-korek-providing-global-services-with-an-iraqi-twist>

68 <https://www.telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/3532-korek-coo-discusses-potential-5g-use-cases-for-iraq>

69 <http://comitatomcs.eu/wp-content/uploads/2019/08/190730-GSA-5G-spectrum-report-July.pdf>

70 Source : GSMAi

71 Source : GSMAi

Technologies déployées par opérateur et par bande

Comme indiqué en Figure B.15, les services 2G ont été introduits de 1995 à 2005 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les services 3G

de 2010 à 2012 et la 4G en 2015-2016 dans la bande 1800 MHz, potentiellement par le réaménagement d'une partie du spectre.

FIGURE B.15

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁷²

Technologies	Bands (MHz)	Generation	Orange	Umniah	Zain
GSM	900, 1800	2G	Sept 2000	Juin 2005	July 1995
WCDMA	2100	3G			Mar 2011
WCDMA HSDPA	2100	3G	Mar 2010		
WCDMA HSPA+	2100	3G	Mar 2011		Mar 2011
WCDMA DC-HSPA+	2100	3G		Juin 2012	
LTE	1800	4G	Mai 2015	Mar 2016	
LTE Cat. 4	1800	4G	Fév 2015		
LTE Advanced	-	4G	Jan 2018		

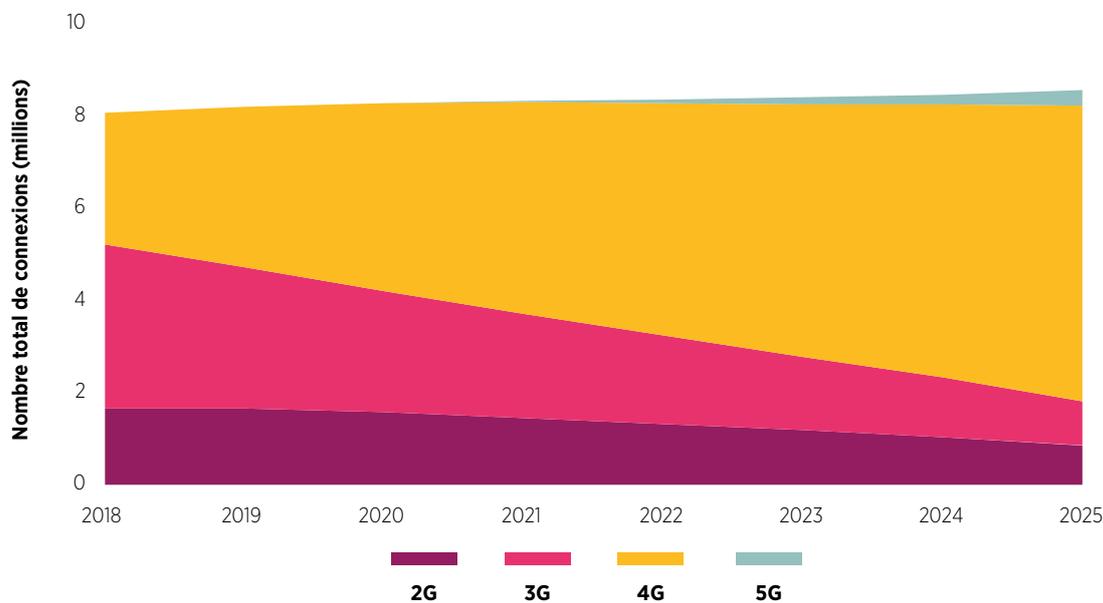
Nombre de connexions par technologie

La Figure B.16 montre que le nombre de connexions devrait augmenter progressivement d'ici à 2025, les services 5G devant

être disponibles à partir de 2021. Les connexions 3G continueront de baisser, la 2G affichera une lente diminution et il y aura être une augmentation substantielle des connexions 4G.

FIGURE B.16

PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018-2025)⁷³



72 Source : GSMAl

73 Source : GSMAl

Initiatives 5G

En septembre 2019, il a été question pour l'autorité de régulation jordanienne (Telecommunications Regulatory Commission, TRC) d'effectuer des expériences techniques avec les trois opérateurs mobiles du pays pour exploiter la 5G en utilisant les bandes de fréquences 3640-3700 MHz et 3740-3800 MHz. Cette décision résulte de directives royales fixées dans le but de créer un environnement d'investissement favorable aux services et de renforcer le partenariat avec le secteur privé. L'autorité tient à créer un environnement favorable aux services 5G sur le marché local et son objectif est d'introduire ces services dans un avenir proche et de les mettre à la disposition des utilisateurs à un coût raisonnable. La technologie vise à soutenir l'industrie 4.0 et à fournir des services et applications aux secteurs de la santé, de l'éducation, des transports et des villes intelligentes⁷⁴. L'autorité a également réitéré son engagement à fournir des services 5G dans un avenir proche lors de l'atelier « Cinquième Génération de Communications Mobiles » organisé en coopération avec Ericsson en janvier 2020⁷⁵.

La bande 3600 MHz est actuellement utilisée pour le FBWA et les licences expirent à fin 2022. La bande 2600 MHz est déjà attribuée au LTE.

La bande de 26 GHz est autorisée pour les liaisons point à point dont la migration vers d'autres bandes est prévue au cours des 2 prochaines années. Les bandes 32 et 38 GHz sont d'autres bandes millimétriques identifiées pour la 5G. En octobre 2019, la toute nouvelle Jordan Advanced Fibre Company (FiberTech) a été autorisée par la TRC à fournir l'infrastructure nécessaire aux services 5G. Ceci est conforme au cadre de la TRC qui vise à fournir les ressources nécessaires pour lancer les services 5G en Jordanie, ce qui permettra à terme d'améliorer l'économie numérique et les services électroniques, et contribuera à améliorer la qualité globale des services gouvernementaux dans le pays⁷⁶.

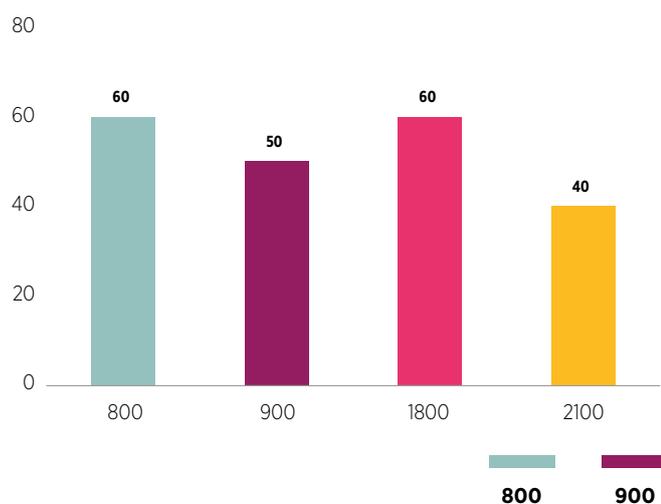
En ligne avec la demande de 5G prévue en Jordanie, le gouvernement entreprend des consultations sur plusieurs bandes 5G et prévoit d'attribuer un total de 29740 MHz de spectre. Les bandes concernées sont celles des 700 MHz, 3,5 GHz, 3,7 GHz, 26 GHz, 32 GHz, 37 GHz, 42 GHz, 43 GHz, 45 GHz, 47 GHz, 52 GHz, 71 GHz et 86 GHz. Un total de 29740 MHz de bande passante est donc en cours de consultation, mais les délais de disponibilité du spectre ne sont pas déterminés.

B.6 Liban

Au total, 210 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués au Liban :

FIGURE B.17

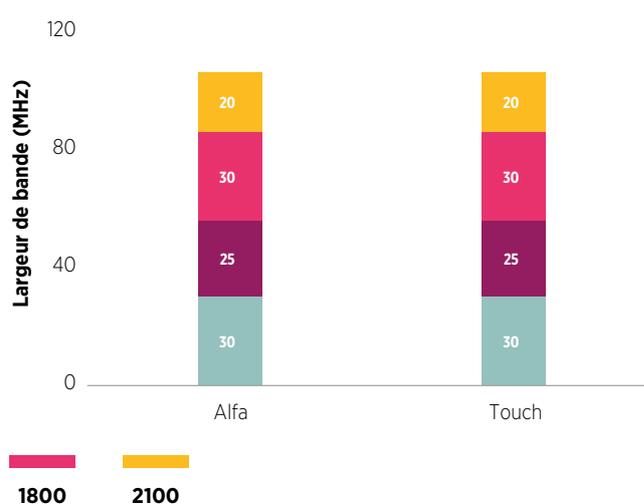
SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)⁷⁷



Le spectre est divisé entre deux opérateurs mobiles, comme le montre la Figure B.18.

FIGURE B.18

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR⁷⁸



⁷⁴ <https://www.commsmea.com/technology/20616-jordan-is-getting-ready-for-5g-services>

⁷⁵ <https://menafn.com/1099524053/Jordan-TRC-Ericsson-kick-off-workshop-on-5G-services>

⁷⁶ <https://www.umnih.com/en/explore-umniah/jepco-umniah-officially-launch-jordan-advanced-fiber-company-fibertech/>

⁷⁷ Source : GSMAi

⁷⁸ Source : GSMAi

Technologies déployées par opérateur et par bande

Il ressort de la Figure B.19 que les services 2G ont été introduits en 1995 dans les bandes 900 MHz, les services 3G en 2011 dans

la bande 2100 MHz et la 4G sur la période 2013-2016 dans les bandes 800 et 1800 MHz.

FIGURE B.19

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁷⁹

Technologies	Bands (MHz)	Generation	Alfa	Touch
GSM	900	2G	Mai 1995	Jan 1995
WCDMA HSPA+	2100	3G	Nov 2011	Nov 2011
LTE	800, 1800	4G	Mai 2013	Mai 2013
LTE Advanced	800, 1800	4G	Août 2016	Oct 2016
VoLTE		4G	Sept 2018	

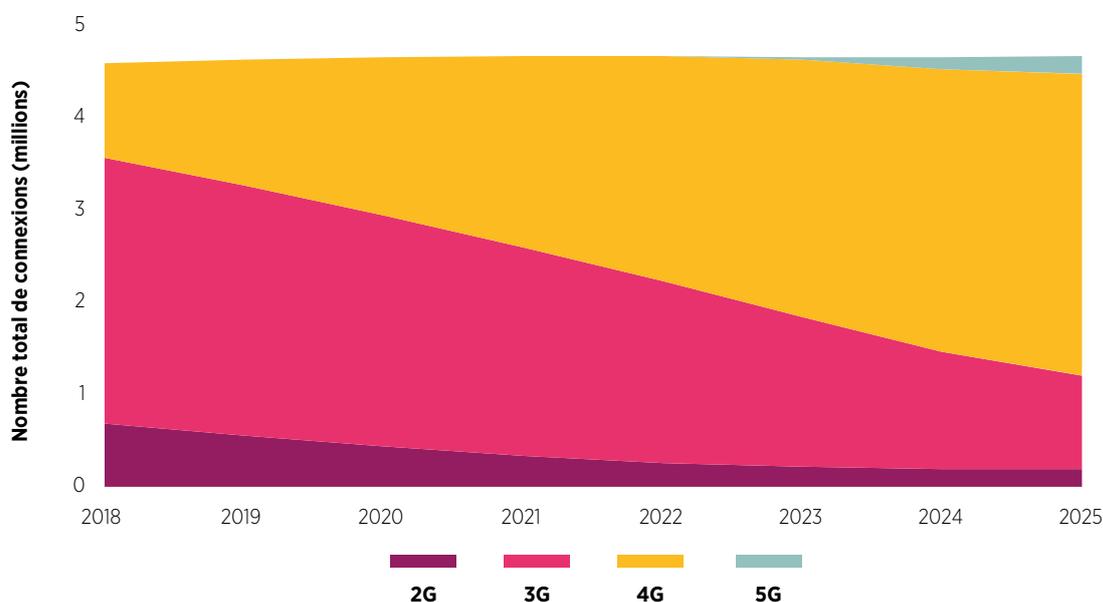
Nombre de connexions par technologie

La Figure B.20 montre une stabilité du nombre de connexions globales sur la période 2018-2025, avec une diminution des

connexions 2G et 3G, et une augmentation des connexions 4G. La demande en 5G est attendue à partir de 2023.

FIGURE B.20

PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018 - 2025)⁸⁰



Initiatives 5G

Le premier essai 5G réussi a été mené au Liban en 2018, en utilisant un équipement Huawei sur des fréquences en bande C⁸¹. En septembre 2019, Touch a lancé le premier site mobile 5G du Liban, situé en son siège à Beyrouth. Des vitesses de données de 1,4 Gbit/s ont été testées sur le site, avec une latence inférieure

à 6 ms⁸². La société vise à déployer un cluster commercial 5G. Touch a officiellement demandé une attribution de fréquences en bande C 5G. L'opérateur a réattribué son spectre 2G et 3G au LTE pour un interfonctionnement 5G à venir et a introduit le MIMO (4T4R) et l'agrégation de porteuses de 4 composants dans des hotspots et les zones à forte valeur⁸³.

79 Source : GSMAi

80 Source : GSMAi

81 <https://telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/2856-by-2023-touch-will-become-a-digital-network-accelerator-says-ceo-emre-gurkan>

82 <https://www.developingtelecoms.com/telecom-technology/wireless-networks/8774-vietnam-lebanon-mexico-almost-5g-ready.html>

83 <https://telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/2856-by-2023-touch-will-become-a-digital-network-accelerator-says-ceo-emre-gurkan>

En novembre 2018, l'opérateur Alfa annonçait qu'il déploierait la technologie 4.5G Pro⁸⁴. Alfa est également en discussion avec les autorités au sujet des fréquences 5G. Ses équipes ont entrepris des études pour identifier les besoins du marché et les opportunités commerciales, ainsi que les secteurs à envisager et les cas d'utilisation qui deviendront possibles avec la 5G. Alfa s'attend à ce que la 5G complète les principales technologies précédentes (3G et 4G) sans les remplacer. Par conséquent, l'opérateur prévoit de lancer des produits et services innovants qui cibleront uniquement les utilisateurs 3G et 4G, tout en travaillant en parallèle sur des offres 5G. Compte tenu du coût

élevé et de la complexité des appareils 5G, Alfa ne s'attend pas à ce que cette technologie envahisse le marché des télécommunications au cours des cinq prochaines années⁸⁵.

Par ailleurs, le Liban met en œuvre un projet national de déploiement de la fibre pour permettre aux deux opérateurs mobiles de fournir des services 5G. Dans le cadre de ce projet, des sites pilotes 5G d'Alfa ont été construits et intégrés⁸⁶. De plus, l'aéroport international Rafic Hariri de Beyrouth est équipé du Wi-Fi public utilisant les technologies LTE et 5G via un réseau sans fil fixe⁸⁷.

B.7 Libye

Ce sont 328,4 MHz de spectre adapté aux services mobiles au total qui ont été attribués en Libye.

FIGURE B.21

SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)⁸⁸

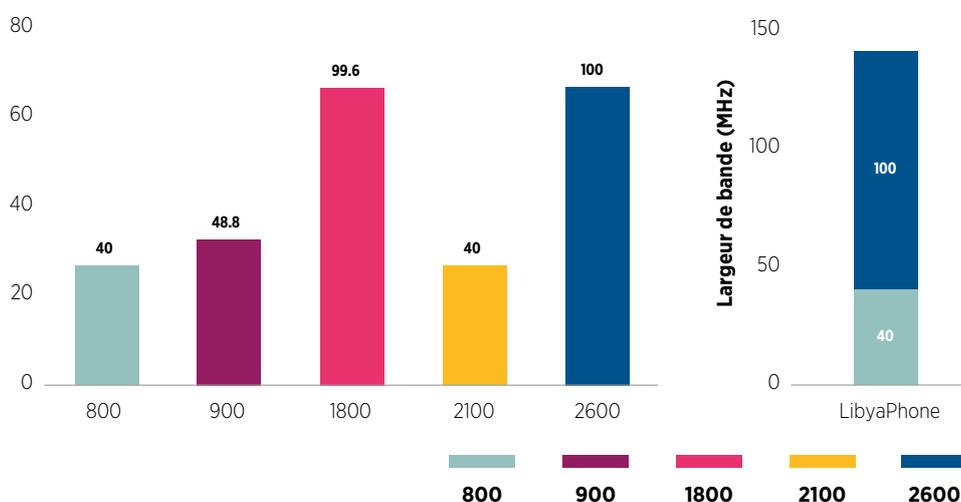
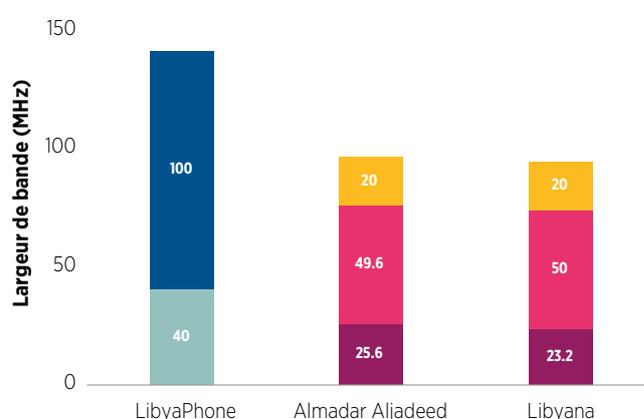


FIGURE B.22

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR⁸⁹



Le spectre est divisé entre trois titulaires de licence, comme le montre la Figure B.22 : deux opérateurs mobiles (Almadar Aljadeed et Libyana) et un troisième opérateur, LibyaPhone, qui fournit des services d'accès internet sans fil haut débit fixe.

84 <https://www.commsupdate.com/articles/2018/11/21/alfa-and-nokia-will-deploy-gigabit-capable-services-vendor-announces/>

85 <https://telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/2965-alfa-leads-the-5g-journey-in-lebanon>

86 <https://www.telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/3259-qts-brings-lebanon-closer-to-fiber-and-5g-deployments>

87 <https://www.telecomreview.com/index.php/articles/exclusive-interviews/3345-ogero-chairman-reveals-impressive-figures-for-the-two-newly-launched-services-at-beirut-international-airport-2>

88 Source : GSMAi

89 Source : GSMAi

Technologies déployées par opérateur et par bande

Comme indiqué en Figure B.23, les services 2G ont été introduits en 1996 et 2004 dans la bande 900 MHz, les services 3G en 2006-2007 dans la bande 2100 MHz et la 4G en 2017 et 2018 dans la bande 1800 MHz. LibyaPhone fournit des services

d'accès à Internet en utilisant les bandes 800 et 2600 MHz et la technologie LTE, mais l'information disponible ne permet pas d'affirmer que LibyaPhone est titulaire des licences. LibyaPhone est un MVNO.

FIGURE B.23

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁹⁰

Technologies	Bands (MHz)	Generation	LibyaPhone	Libyana	Almadar Aljadeed
GSM	900	2G		Sep 2004	Nov 1996
WCDMA	2100	3G		Sep 2006	Mar 2007
WCDMA HSDPA	2100	3G		Déc 2007	
WiMAX now LTE	2600	-	Fév 2009		
LTE	-	4G	Mar 2018	Mar 2017	
LTE Advanced	1800	4G			Oct 2018

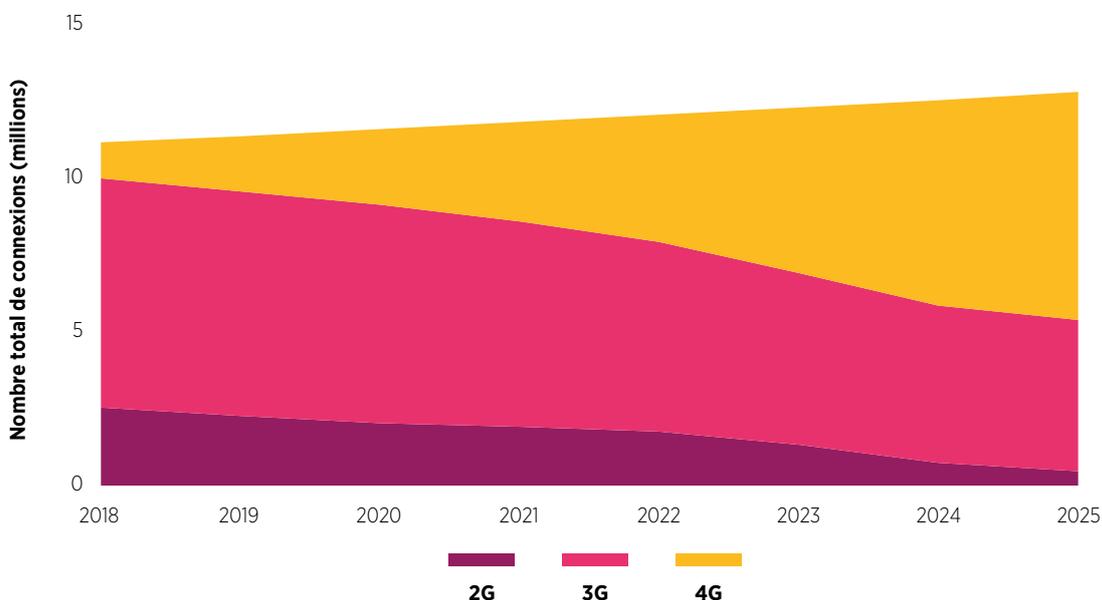
Nombre de connexions par technologie

D'après la Figure B.24, sur la période 2018-2025, les connexions 2G et 3G sont en baisse et que les connexions 4G augmentent.

Aucune demande de 5G n'a été identifiée. Les connexions globales augmentent, poussées par le nombre de connexions 4G.

FIGURE B.24

PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018-2025)⁹¹



90 Source : GSMAl

91 Source : GSMAl

Initiatives 4G/5G

Libyana a lancé le premier réseau 4G LTE du pays en 2017. La couverture était limitée aux villes de Tripoli, Zawiya, Sabha et Misrata⁹². En janvier et février 2018, des réunions ont eu lieu avec des filiales de la Libyan Post Telecommunications & Information Technology Company (LPTIC) pour examiner et discuter des initiatives et des projets stratégiques clés visant à développer

le secteur libyen des TIC et à améliorer la qualité des services TIC à travers le pays. Ces projets incluent le lancement de services 4G, le développement de réseaux de fibres optiques, la modernisation des services postaux, le projet Smart City et diverses initiatives visant à développer des partenariats avec le secteur privé afin de fournir des services Internet de haute qualité⁹³.

B.8 Mauritanie

La Mauritanie n'a pas encore lancé de services LTE, les services 5G ne sont donc pas encore envisagés.

Technologies déployées par opérateur et par bande

Il ressort de la Figure B.25 que les services 2G ont été introduits de 2000 à 2010 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les services 3G entre 2007 et 2011 dans les bandes 800 et 2100 MHz.

FIGURE B.25

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE⁹⁴

Technologies	Bands (MHz)	Generation	Mattel	Chinguitel	Mauritel
GSM	900, 1800	2G	Oct 2000	Jan 2010 ⁹⁵	Nov 2000
CDMA2000 1X	800	3G		Août 2007	
CDMA2000 1xEV-DO	800	3G		Août 2007	
WCDMA	2100	3G		Août 2007	
WCDMA HSDPA	2100	3G	Déc 2011		Jun 2009

Initiatives 4G/5G

Les licences 4G doivent encore être attribuées. Il y a eu un processus d'attribution en octobre 2018 mais seule Mauritel avait soumis une offre⁹⁶.

92 <https://www.commsupdate.com/articles/2017/03/28/libyana-launches-4g-in-four-major-cities/>

93 <http://lptic.ly/en/2018/02/06/lptic-holds-annual-general-assembly-meetings-for-all-of-its-libyan-operating-subsidiaries-for-the-first-time-since-2014/>

94 Source : GSMAi

95 Chinguitel déploie la technologie GSM sur les bandes 900 et 1800 MHz. D'autres opérateurs ne le déploient que sur la bande 900 MHz.

96 <http://afrique.le360.ma/mauritanie/economie/2019/02/19/25120-mauritanie-telecoms-la-4g-se-fait-desirer-25120>

B.9 Maroc

Au total, 532 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués au Maroc.

Les fréquences sont divisées entre trois opérateurs mobiles, comme le montre la Figure B.27.

FIGURE B.26

SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ) ⁹⁷

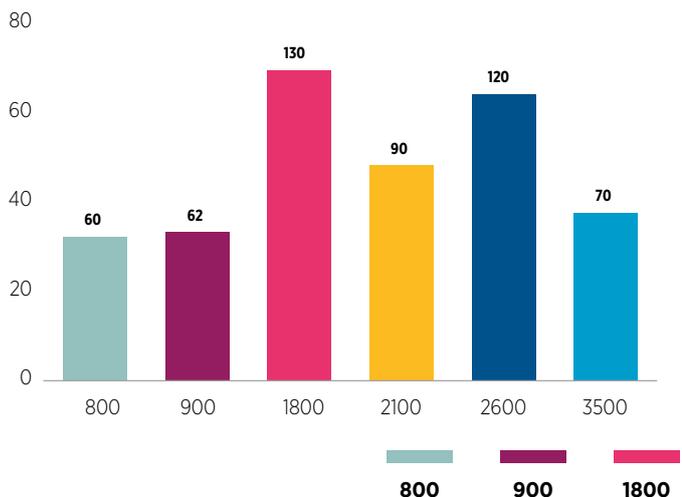
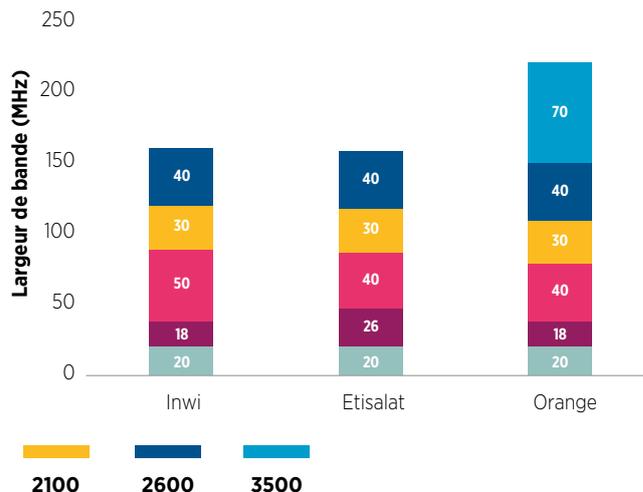


FIGURE B.27

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR ⁹⁸



Technologies déployées par opérateur et par bande

Comme indiqué en Figure B.28, les services 2G ont été introduits de 1994 à 2000 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les services 3G de 2007 à 2014 dans la bande 2100 MHz et la 4G de 2014 à 2018 dans la bande 1800 MHz (Inwi aura éventuellement réattribué

une partie de sa bande des 1800 MHz) ainsi que dans la bande 2600 MHz. En outre, la bande 800 MHz a été attribuée pour une utilisation par les technologies CDMA 2000⁹⁹, l'alternative au WCDMA, par Inwi en 2007.

⁹⁷ Source : GSMAi

⁹⁸ Source : GSMAi

⁹⁹ CDMA 2000 is a 3G technology evolved from IS-95 CDMA technique primarily developed for Region 2 countries. WCDMA is a 3G technology evolved from GSM technology

FIGURE B.28

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE¹⁰⁰

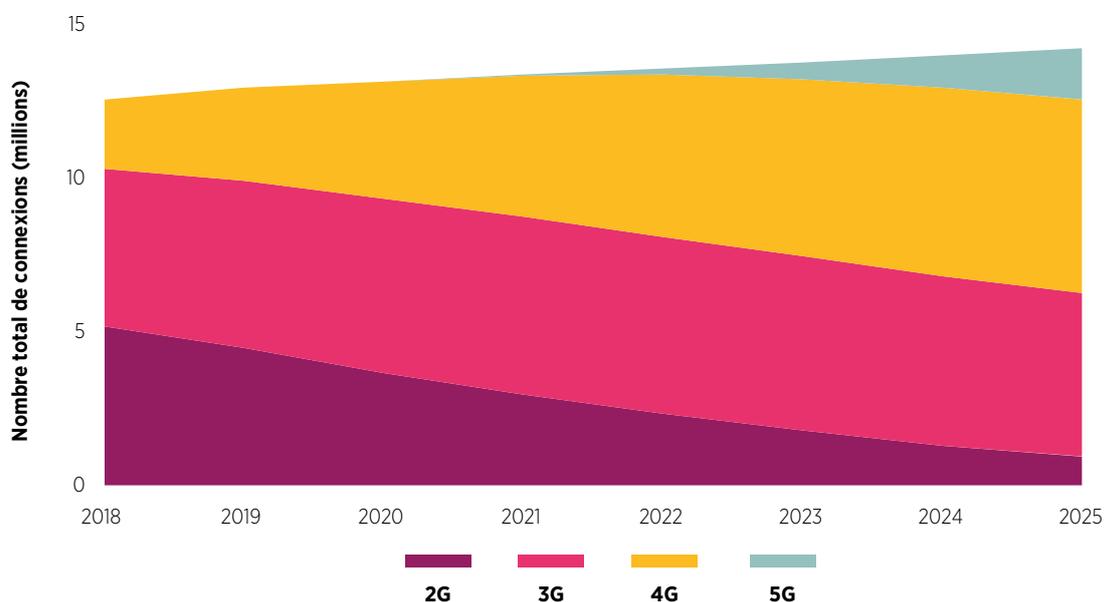
Technologies	Bands (MHz)	Generation	Inwi	Orange	Etisalat
GSM	900, 1800	2G	Fév 2010 ¹⁰¹	Mar 2000	Avr 1994
CDMA2000 1xEV-DO	800	3G	Fév 2007		
CDMA2000 1xEV-DO Rev. A	800	3G	Mar 2007		
WCDMA	2100	3G			Jan 2009
WCDMA HSDPA	2100	3G		Avr 2007	Jan 2008
WCDMA HSPA+	2100	3G	Mar 2014		
LTE	1800	4G	Juin 2014	Juin 2014	
LTE Advanced	1800, 2600	4G		Fév 2018 ¹⁰²	Juil 2015 ¹⁰³
LTE Advanced Pro	1800, 2600	4G	Août 2018		
VoLTE	1800	4G	Sept 2016		

Nombre de connexions par technologie

La Figure B.29 montre que le nombre de connexions 2G diminue régulièrement et que les connexions 3G restent stables. La

croissance des connexions entre 2021 et 2025 est due à la demande continue en 4G et à l'attente des services 5G en 2021.

FIGURE B.29

PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018 - 2025)¹⁰⁴

100 Source : GSMAi

101 Inwi déploie la technologie GSM dans les bandes 900 MHz et 1800 MHz. Les autres opérateurs n'utilisent la technologie GSM que sur 900 MHz.

102 Orange déploie la technologie LTE Advanced sur les bandes 1800 MHz et 2600 MHz.

103 La ou les bandes utilisée(s) par Etisalat pour déployer les services LTE Advanced ne sont pas claires.

104 Source : GSMAi

Initiatives 5G

En février 2019, le cadre légal et réglementaire des télécoms a été revu (avec la loi n° 121-12) pour être plus adapté aux évolutions actuelles du numérique, dont la 5G et l'IoT.

Le Maroc est au stade de l'évaluation, des tests et des essais de la 5G¹⁰⁵. Le marché attend un appel d'offre de l'ANRT. Au départ, la 5G devrait être dédiée aux secteurs stratégiques (mines, agriculture et transports).

L'ANRT a indiqué qu'en 2020, elle lancerait une étude pour fixer les conditions d'attribution des licences 5G et que, de 2020 à 2022, elle envisagerait le redéploiement du spectre¹⁰⁶.

Ses objectifs politiques sont les suivants :

- Consolidation et renforcement du plan national de développement des services large bande et haut débit.
- Amélioration de l'expérience de l'utilisateur final en offrant de nouveaux services à large bande et de nouvelles applications.
- Amélioration de la qualité de fonctionnement et de la fiabilité des réseaux.
- Satisfaction des besoins de connectivité.

Les premières bandes qui seront étudiées sont les 700 MHz, 1400 MHz, 3500 et 3700 MHz, ainsi que la bande des 26 GHz.

B.10 Palestine

Au total, 18 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués en Palestine.

FIGURE B.30

SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ) ¹⁰⁷

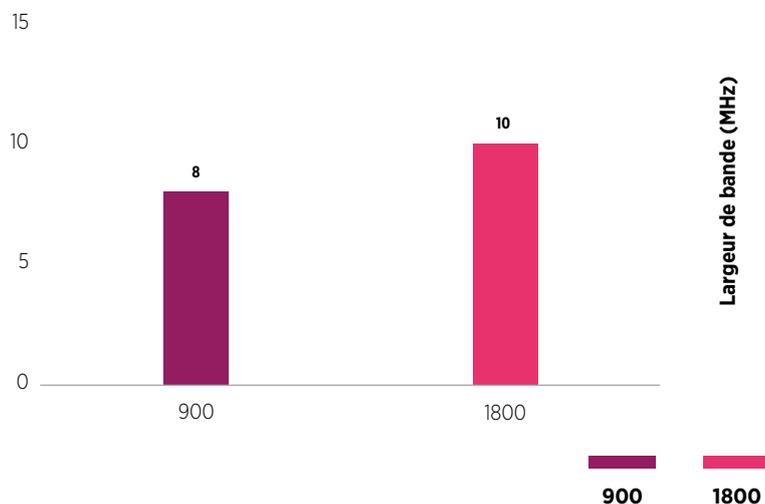
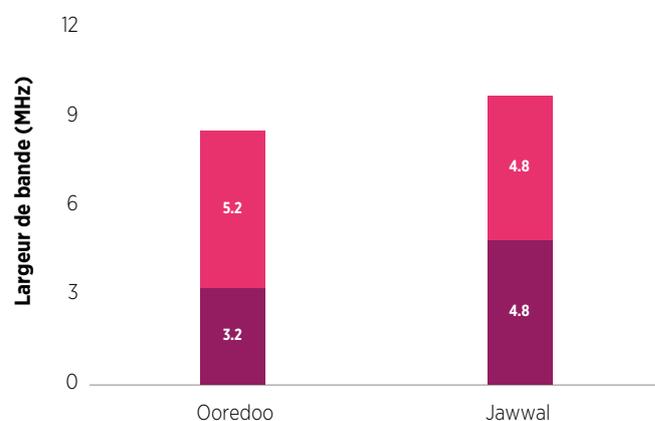


FIGURE B.31

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR ¹⁰⁸



¹⁰⁵ Source Global mobile Suppliers Association (GSA) database

¹⁰⁶ Source: ANRT en réponse aux questions sur le développement de la 5G

¹⁰⁷ Source : GSMAi

¹⁰⁸ Source : GSMAi

Technologies déployées par opérateur et par bande

Comme le montre la Figure B.32, les services 2G ont été introduits sur la période 1999-2009 dans les bandes 900 et 1800 MHz, et

les services 3G en 2018 (les opérateurs étant tenus de réaffecter une partie de leur spectre existant. Les licences 4G doivent encore être attribuées.

FIGURE B.32

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE¹⁰⁹

Technologies	Bands (MHz)	Generation	Ooredoo	Jawwal
GSM	900, 1800	2G	Nov 2009 ¹¹⁰	Aug 1999
WCDMA HSPA+	–	3G	Jan 2018	Jan 2018

Toutes les licences sont prises en charges par le régulateur israélien, qui répartit le spectre entre Israël et la Palestine en veillant à ce qu'il n'y ait pas de risque d'interférence.

B.11 Soudan

C'est un total de 308,6 MHz de spectre adapté aux services mobiles qui a été attribué au Soudan.

Comme le montre la Figure B.34, le spectre est réparti entre les trois opérateurs mobiles.

FIGURE B.33

SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)¹¹¹

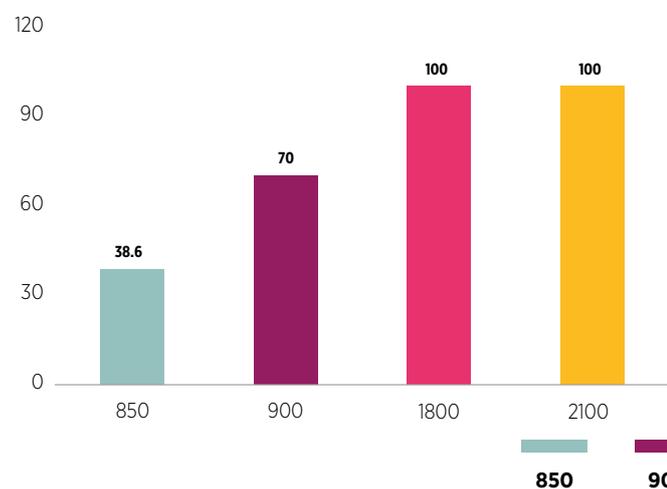
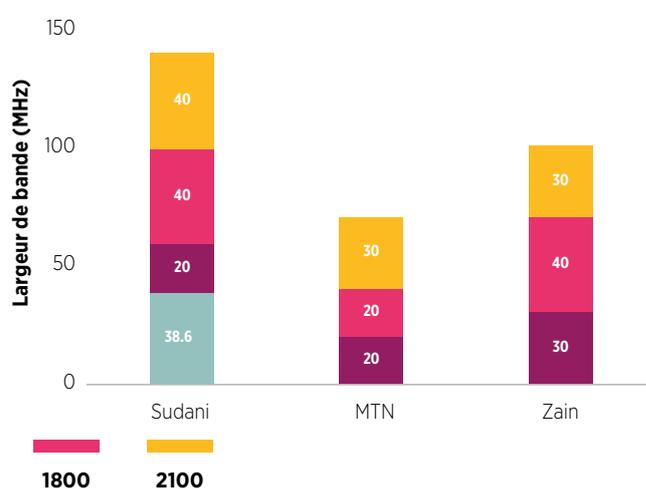


FIGURE B.34

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR¹¹²



Technologies déployées par opérateur et par bande

La figure B.35 montre que les services 2G ont été introduits sur la période 1997-2009 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les services 3G de 2006 à 2013 dans la bande 2100 MHz et la 4G en 2016-2017

dans la bande 1800 MHz, potentiellement par une réattribution de spectre. De plus, la bande des 800 MHz a été attribuée pour une utilisation par les technologies CDMA 2000¹¹³, l'alternative au WCDMA, par Sudani en 2007.

¹⁰⁹ Source : GSMAi

¹¹⁰ Ooredoo déploie la technologie GSM sur les bandes 900 MHz et 1800 MHz. Jawwal déploie la technologie GSM seulement sur la bande 900 MHz.

¹¹¹ Source : GSMAi

¹¹² Source : GSMAi

FIGURE B.35

 TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE¹¹⁴

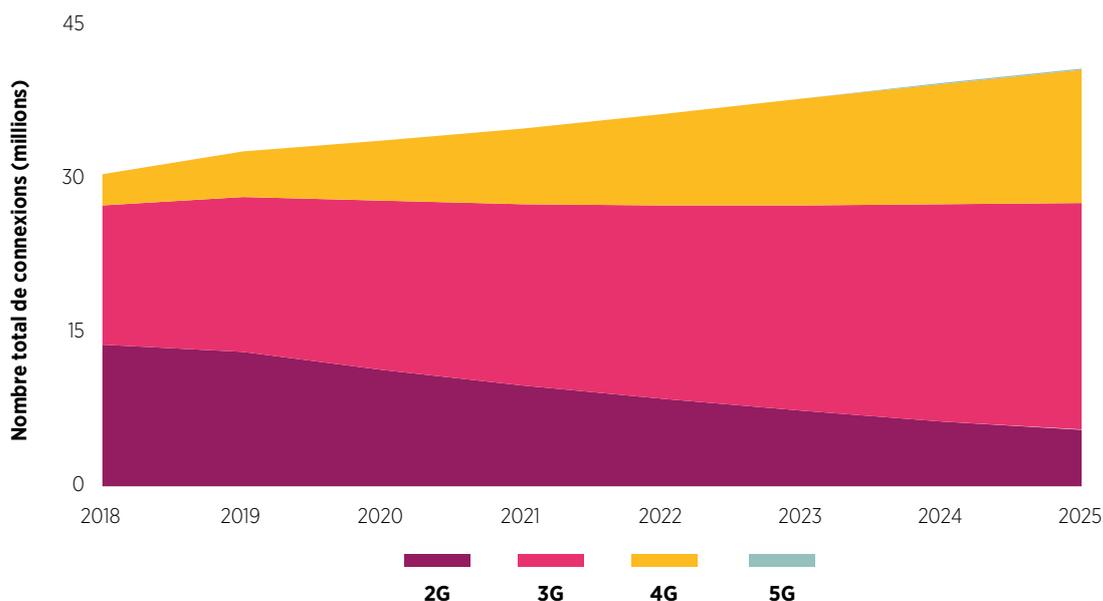
Technologies	Bands (MHz)	Generation	Sudani	MTN	Zain
GSM	900, 1800	2G	Nov 2009	Juill 2005	Jan 1997
CDMA2000 1X	800	3G	Avr 2006		
WCDMA	2100	3G		Oct 2006	
WCDMA HSDPA	2100	3G	Nov 2009	Mai 2010	Apr 2008
WCDMA HSPA+	2100	3G			Dec 2013
LTE	1800	4G		Nov 2017 ¹¹⁵	Apr 2016
LTE Advanced	1800	4G	Avr 2017		

Nombre de connexions par technologie

Les connexions 2G diminuent sur la période 2018-2025 (Figure B.36). Les connexions 3G et 4G augmentent. On identifie une

demande 5G très limitée à partir de 2024. Les connexions globales augmentent, principalement sous-tendues par l'augmentation des connexions 3G et 4G.

FIGURE B.36

 PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018-2025)¹¹⁶


Initiatives 5G

Des consultations sont actuellement en cours pour les bandes 700 et 800 MHz. Une consultation sur la bande 700 MHz est attendue pour la 5G.

113 CDMA 2000 est une technologie 3G issue de la technique IS-95 CDMA principalement développée pour les pays de la Région 2-UIT. WCDMA est une technologie 3G issue de la technologie GSM.

114 Source: GSMAi

115 MTN déploie la technologie LTE sur la bande 1800 MHz. Il n'est pas spécifié sur quelle bande Zain déploie la technologie LTE.

116 Source : GSMAi

B.12 Tunisie

Patrimoine de fréquences

Au total, 359 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués en Tunisie.

Les fréquences sont réparties entre les 3 opérateurs mobiles, comme le montre la Figure B.38.

FIGURE B.37

SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)¹¹⁷

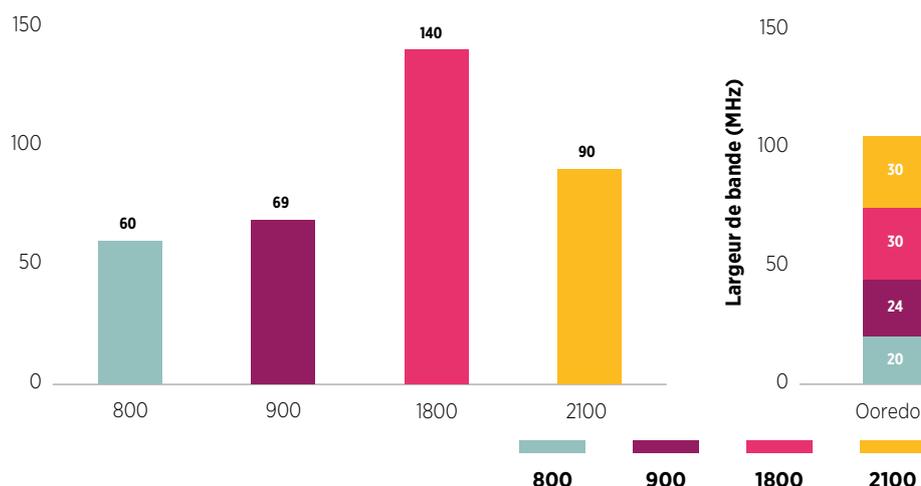
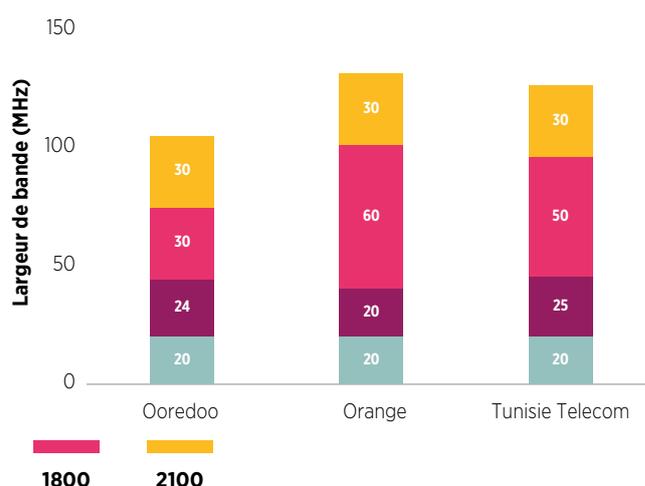


FIGURE B.38

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR¹¹⁸



Technologies déployées par opérateur et par bande

Il ressort de la Figure B.39 que les services 2G ont été introduits de 1998 à 2010 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les services

3G de 2010 à 2012 dans les bandes 900 et 2100 MHz, et la 4G en 2016 dans les bandes 800 et 1800 MHz (par une réattribution potentielle du spectre de la bande 1800 MHz).

FIGURE B.39

TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE¹¹⁹

Technologies	Bands (MHz)	Generation	Ooredoo	Orange	Tunisie Telecom
GSM	900, 1800	2G	Déc 2002	Mai 2010 ¹²⁰	Mar 1998
WCDMA HSDPA	2100	3G		Mai 2010	
WCDMA HSPA+	900, 2100	3G	Juill 2012 ¹²¹	Août 2010	
WCDMA DC-HSPA+	900, 2100	3G	Juill 2012	Mai 2012	Août 2011
LTE Advanced	800/1800	4G	Mar 2016	Mar 2016	Mar 2016

117 Source : GSMAi

118 Source : GSMAi

119 Source : GSMAi

120 Orange déploie la technologie GSM sur les bandes 900 et 1800 MHz. Cependant, Ooredoo et Tunisie ne la déploient que sur la bande 900 MHz.

121 Ooredoo déploie le WCDMA HSPA+ et le WCDMA DC-HSPA+ sur les bandes 900 et 2100 MHz. Cependant, d'autres déploient les deux technologies sur la bande 2100 MHz uniquement.

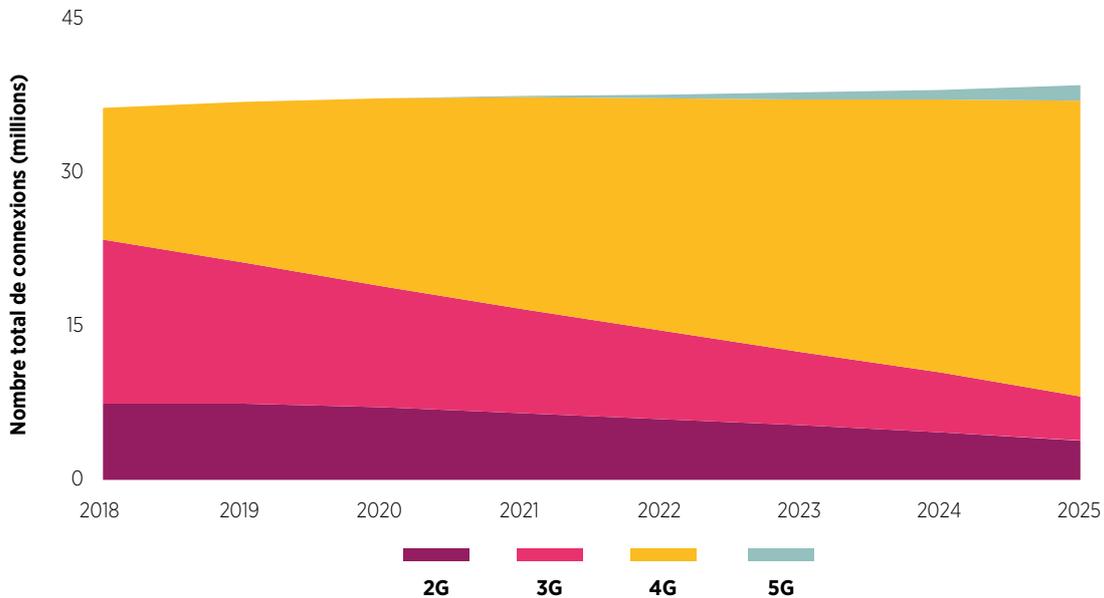
Nombre de connexions par technologie

Le nombre de connexions 2G et 3G diminue régulièrement sur

la période 2018-2025, alors que les connexions 4G augmentent (Figure B.40). La demande de 5G est attendue à partir de 2021.

FIGURE B.40

PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018 - 2025)¹²²



Initiatives 5G

La Tunisie a un des taux de pénétration les plus élevés d'Afrique du Nord, pour le mobile et Internet. Le programme Digital Tunisia 2020 est une initiative visant à améliorer la connectivité Internet dans les zones mal desservies.

Le lancement commercial de la 5G est prévu en 2021, avec des bénéfices importants attendus dans les secteurs de l'agriculture et de la santé¹²³. Ooredoo devrait utiliser le service cloud de

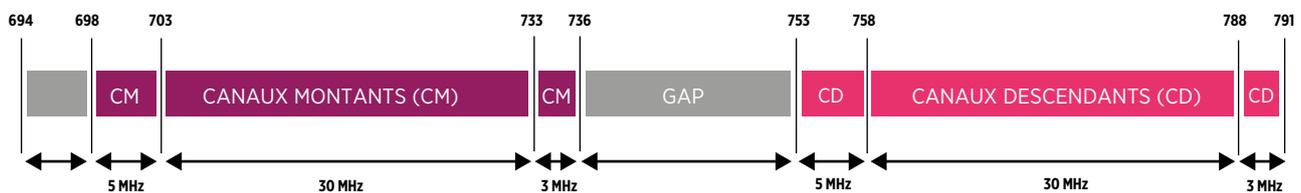
Nokia pour ses réseaux 5G^{124,125}. En juin 2019, un appel d'offres international a été lancé par les autorités locales tunisiennes sur la gestion des enjeux techniques et économiques de l'introduction de la 5G en Tunisie¹²⁶.

Selon le régulateur tunisien, l'ANF, les bandes de fréquences 5G sont celles des :

- 700 MHz (694 - 790 MHz) comme indiqué sur le plan ci-dessous (Figure B.41). Ce spectre est disponible depuis mai 2016 suite à l'arrêt de la télévision analogique.

FIGURE B.41

PLAN DES FRÉQUENCES 700 MHz EN TUNISIE¹²⁷



122 Source : GSMAi

123 <https://www.webmanagercenter.com/2019/09/23/439243/la-tunisie-pourrait-installer-en-2021-la-5g-des-reseaux-mobiles/>

124 <https://www.leconomistemaghreb.com/2019/11/04/nokia-prepare-ooredoo-tunisie-pour-la-5g/>

125 <https://www.agencecofin.com/telecom/3010-70644-tunisie-ooredoo-et-nokia-annoncent-un-partenariat-pour-lancer-la-5g>

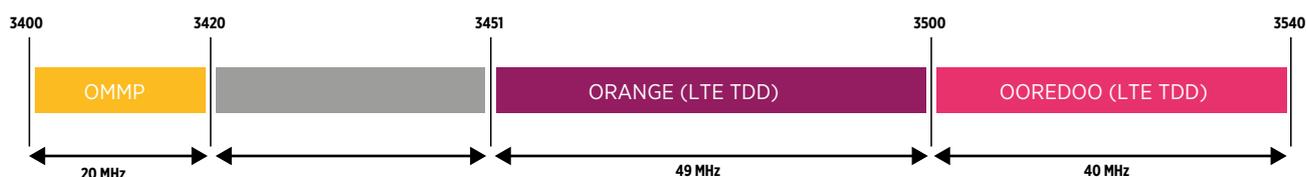
126 <http://www.blog-ericssonfrance.com/2019/10/01/5g-en-tunisie-ericsson-day/>

127 Source : ANF

- 3,5 GHz (3,4 -3,6 GHz) avec extension possible à 3,3 - 3,4 et 3,6 GHz (Figure B.42). La bande 3,5 GHz est actuellement attribuée à Orange et Ooredoo. 20 MHz sont utilisés et continueront d'être utilisés par l'OMPP (Office des Marines Marchandes et des Ports) ; comme ils ne sont utilisés que

pour 3 ports, le partage géographique sera possible. La migration d'Orange et d'Ooredoo sera développée en collaboration avec les opérateurs. La bande n'est pas utilisée pour les services fixes ou par satellite.

FIGURE B.42

PLAN DES FRÉQUENCES 3.5 GHZ EN TUNISIE¹²⁸

- 26 GHz (24,25 - 27,5 GHz). Cela fait partie de la bande de fréquences des liaisons fixes 24,25 - 28,5 GHz. Ooredoo a 2 x 112 MHz qu'ils gèrent eux-mêmes et la Douane Tunisienne 4 x 56 MHz de bande passante.

Notons que la neutralité technologique doit être mise en œuvre dans la législation.

B.13 Turquie

Au total, 549,2 MHz de spectre adapté aux services mobiles ont été attribués en Turquie.

Le spectre est réparti entre trois opérateurs mobiles, comme le montre la Figure B.44.

FIGURE B.43

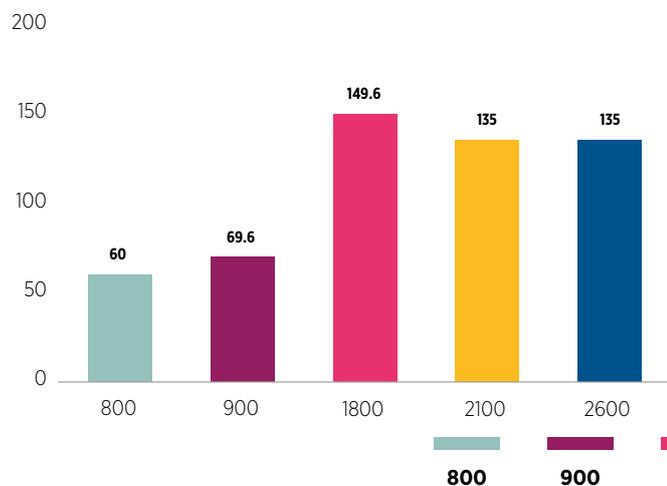
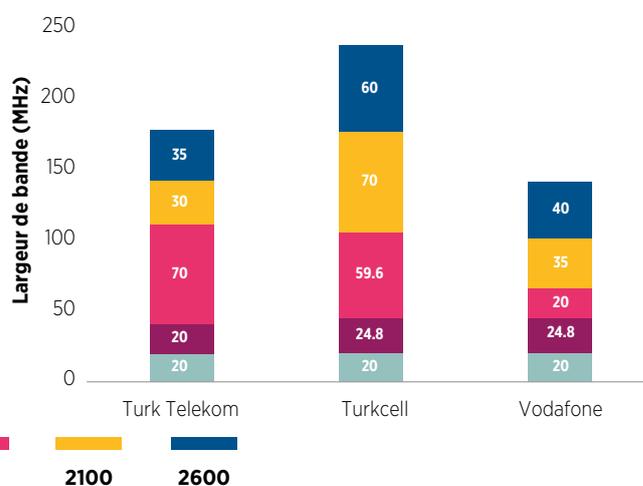
SPECTRE ATTRIBUÉ PAR BANDE (MHZ)¹²⁹

FIGURE B.44

PATRIMOINE DE FRÉQUENCES PAR OPÉRATEUR¹³⁰

¹²⁸ Source : ANF

¹²⁹ Source : GSMÀi. Un spectre supplémentaire de 15 MHz de la bande TDD 2,1 GHz attribué en Turquie n'a pas été inclus dans ces portefeuilles de spectre.

¹³⁰ Source : GSMÀi. Les 10 MHz de la bande TDD 2,1 GHz attribués à Turkcell et les 5 MHz de la bande TDD 2,1 GHz attribués à Vodafone n'ont pas été inclus dans les portefeuilles de spectre des opérateurs.

Technologies déployées par opérateur et par bande

Comme le montre la Figure B.45, les services 2G ont été introduits entre 1994 et 2001 dans les bandes 900 et 1800 MHz, les services

3G entre 2009 et 2014 dans la bande 2100 MHz et la 4G en 2016-2017 dans les bandes 800, 1800, 2100 et 2600 MHz (avec un réaménagement potentiel des bandes 2100, 900 et 1800 MHz).

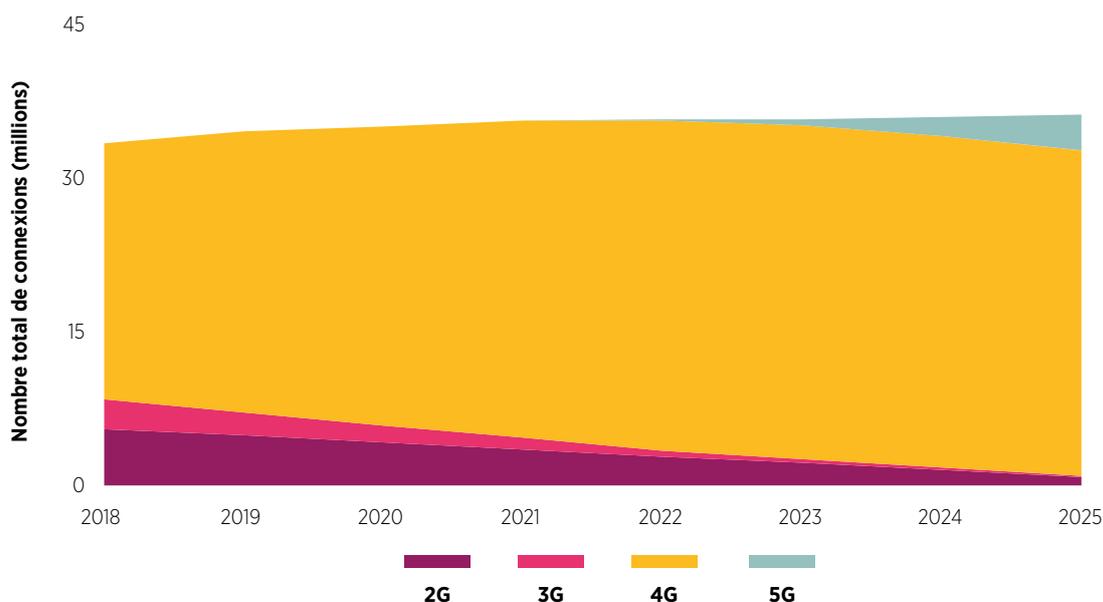
FIGURE B.45
FIGURE B.45: TECHNOLOGIES DÉPLOYÉES PAR OPÉRATEUR ET PAR BANDE¹³¹

Technologies	Bands (MHz)	Generation	Turk Telekom ¹³²	Turkcell	Vodafone
GSM	1800, 900	2G	Mar 2001 ¹³³	Mar 1994	Mai 1994
WCDMA HSPA+	900, 2100	3G	Sep 2009, Déc 2015 ¹³⁴	Sep 2009	Sep 2009
WCDMA DC-HSUPA	2100	3G		Déc 2014	
WCDMA DC-HSPA+	2100	3G	Déc 2010	Déc 2010	
WCDMA MC-HSPA+	2100	3G		Déc 2014	
LTE-M		4G		Août 2017	
LTE Advanced Pro ¹³⁵	800/1800/2100/2600	4G	Avr 2016	Oct 2015	Avr 2016
NB-IoT ¹³⁶	800/900/1800/2100/2600			Août 2017	Oct 2017
ViLTE		4G		Avr 2016	
VoLTE		4G	Avr 2016	Avr 2016	Avr 2016

Nombre de connexions par technologie

La Figure B.46 montre que les connexions 2G et 3G sont en baisse sur la période 2018-2025, la 3G diminuant plus rapidement. Les connexions 4G augmentent et constituent la plus grande part

des connexions sur la période. La Turquie a plus de connexions LTE que la plupart des autres pays. La demande en 5G est attendue à partir de 2022. Les connexions globales augmentent également, soutenues par la demande de 4G et 5G.

FIGURE B.46
PROJECTION DES CONNEXIONS PAR TECHNOLOGIE (2018-2025)¹³⁷


¹³¹ Source : GSMAi

¹³² Anciennement Avea

¹³³ Turk Telekom déploie la technologie GSM sur 1800 MHz tandis que Turkcell et Vodafone la déploient sur 900 MHz.

¹³⁴ Turk Telekom déploie la technologie WCDMA HSPA+ sur la bande 900 MHz (déc. 2015) et 2100 MHz (sept. 2009) tandis que d'autres ne la déploient que sur la bande 2100 MHz.

¹³⁵ Turkcell, Vodafone et Turk Telekom déploient les technologies LTE Advanced Pro sur les bandes 800/1800/2100/2600. Les dates de lancement ne sont pas encore disponibles pour tous.

¹³⁶ Turkcell et Vodafone déploient le NB-IoT sur les bandes 800/1800/2100/2600. Les dates de lancement ne sont pas encore disponibles.

¹³⁷ Source : GSMAi and Turkcell

Initiatives 5G

BTK, le régulateur turc, a présenté ses objectifs stratégiques 2019-2023 selon neuf thèmes principaux dans un document de 105 pages¹³⁸. Les objectifs traitent de manière détaillée du soutien aux activités de R&D pour établir des technologies nationales «5G et au-delà », de l'expansion de l'infrastructure de fibre optique pour prendre en charge les technologies à large bande fixe, mobile et par câble, du soutien aux technologies émergentes, comme l'IoT et le M2M, ainsi que du développement de capacités nationales de cybersécurité.

Le 5GTR Forum (Forum sur les technologies de communications mobiles de nouvelle génération en Turquie) a été créé en 2016 pour coordonner les activités de l'industrie et du monde universitaire liées au développement de la technologie 5G en Turquie. Le Forum a publié un livre blanc de 338 pages intitulé «5G et au-delà »¹³⁹. Il fournit un ensemble de recommandations pour le développement de la couche physique, du réseau cœur

aux terminaux, ainsi que sur la façon dont les secteurs verticaux individuels pourraient bénéficier de l'utilisation de la 5G. En ce qui concerne les attributions de spectre, le rapport note que les bandes 470-694 MHz, 694-790 MHz, 1427-1518 MHz, 2300-2400 MHz, 2500-2690 MHz¹⁴⁰ étaient prévus à court terme (avant 2023), la bande 3400-3800 MHz à moyen terme (2023-2028) et les bandes 24,25-27,5 GHz, 40-43,5 GHz et 66-71 sur le long terme (au-delà de 2028).

Des essais 5G sont en cours, notamment :

- Essais live de Turk Telekom pour la bande 3,5 GHz, et
- Essais-terrain de Turkcell pour les bandes 26/28 GHz et 3,5 GHz.

Des essais 5G sont prévus par Vodafone, mais doivent encore être opérationnalisés.

138 <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/yayinlar-stratejik-planlar/btk-2019-2023-stratejik-plani.pdf>

139 <https://www.btk.gov.tr/duyurular/5g-ve-otesi-beyaz-kitap>

140 Blocs pas encore attribués.

Appendix C

Abréviations pays

Abréviations pays

Acronyme	Forme complète
DEU	Allemagne
DZA	Algérie
EGY	Egypte
FRA	France
GBR	Royaume-Uni
HKG	Hong Kong
IRQ	Irak
JOR	Jordanie
JPN	Japon
KOR	Corée du Sud

Acronyme	Forme complète
KSA	Arabie Saoudite
LBY	Libye
LDN	Liban
MAR	Maroc
PLS ¹⁴¹	Palestine
SDN	Soudan
SGP	Singapour
TUN	Tunisie
TUR	Turquie
TWN	Taiwan

141 Dans ce rapport, l'abréviation de la Palestine est PLS.



www.gsma.com/spectrum



Floor 2, The Walbrook Building
25 Walbrook, London EC4N 8AF UK
Tel: +44 (0)207 356 0600

spectrum@gsma.com
www.gsma.com

© GSMA Juin 2020

