

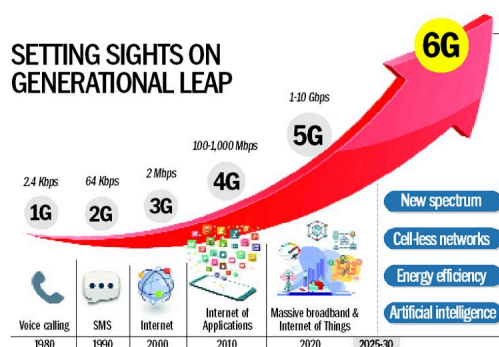
Les nouvelles générations de téléphonie numérique 2 G et UMTS, 3.5 G, 4G

4.1 Sous objectifs

- Identifier les différences entre les technologies analogiques de la première génération (1G) et le GSM.
- Définir les générations de téléphonie mobile (1G à 5G).
- introduire la perspective sur la 6G..

4.2 introduction

Les réseaux mobiles n'ont pas cessé depuis plusieurs années le développement de l'augmentation, plusieurs générations ont en effet vu le jour (1G, 2G, 3G, 4G, 5G et bientôt le 6G pas encore mis en œuvre) et ont connu une évolution remarquable en fournissant des bandes passantes exceptionnelles et en constante augmentation, une bande passante de plus en plus large



4.3 La deuxième génération de GSM "2G"

4.3.1 Caractéristiques de la 2G

La deuxième génération de téléphonie mobile, ou 2G, présente plusieurs avantages significatifs par rapport à la première génération, 1G. Voici les principaux points de comparaison :

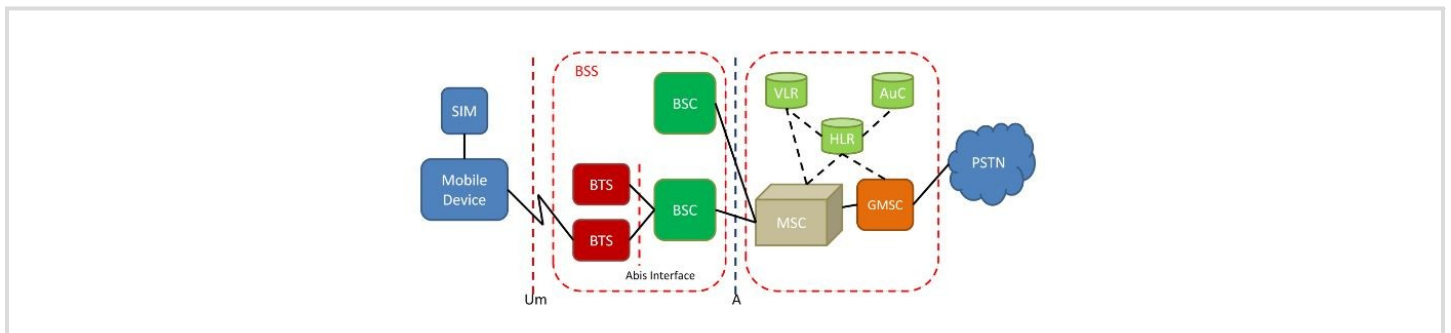
- **Transmission numérique** : Contrairement à 1G, qui utilisait un signal analogique, la 2G utilise un signal numérique, permettant une meilleure qualité d'appel et une sécurité accrue grâce à un cryptage numérique
- **Vitesse de transmission** : Les débits maximaux de transmission de données pour la 2G sont relativement bas, atteignant jusqu'à 1 Mbps dans des conditions idéales, mais plus typiquement autour de 9.6 Kbps pour les services standards
- **Services offerts** : La 2G a permis l'introduction de services tels que les SMS (Short Message Service) et les MMS (Multimedia Messaging Service), ouvrant ainsi la voie à la communication

4.3.2 Évolution et technologies associées

La 2G (GSM) a également donné naissance à des évolutions comme le **GPRS** et **EDGE**,

- ☐ **GPRS (General Packet Radio Service):** est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM souvent désigné comme **2.5G**, qui a amélioré les débits théoriques jusqu'à 171.2 Kbps, facilitant l'accès à Internet mobile (**2.5G permet de transmettre les SMS et les MMS**).
- ☐ **EDGE (Enhanced Data Rates for GPRS Evolution)** est une norme de téléphonie mobile, une évolution du GPRS. souvent désigné comme **2.75G** qui a permis d'atteindre des vitesses allant jusqu'à 384 Kbps. (**2.75G permet de transmettre les petites vidéos**).

Les terminaux (**appareils**) sont identifiés par un numéro d'identification unique de **15 chiffres** appelé **IMEI (International Mobile Equipment Identity)**. Chaque carte SIM possède également un numéro d'identification unique (et secret) appelé **IMSI (International Mobile Subscriber Identity)**. Ce code peut être protégé à l'aide d'une clé de 4 chiffres appelés code PIN. La carte SIM permet ainsi d'identifier chaque utilisateur indépendamment du terminal utilisé lors de la communication avec une station de base. la communication se fait par le passage par le réseau d'accès et le réseau cœur.



Mais pour aller plus loin et offrir des services au-delà de la consultation WAP ou de la réception d'emails et se rapprocher de ceux utilisés sur les ordinateurs, il fallait changer d'architecture. la 3G a été conçue pour répondre à la demande croissante de connectivité mobile et de services multimédias.

4.4 La troisième génération de GSM "3G- UMTS" Universal Mobile Telecommunication Services

La **3G** est une norme technologique pour les téléphones mobiles et les ordinateurs portables, au même titre que les normes GSM ou EDGE. Elle est une évolution de ces dernières, puisqu'elle permet d'obtenir un débit de données plus important.

4.4.1 Caractéristiques principales de la 3G

- **Vitesse de transmission** : La 3G permet des vitesses de données allant jusqu'à plusieurs mégabits par seconde, facilitant ainsi la navigation sur Internet, le streaming vidéo et les appels vidéo. Les normes 3G, telles que UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), ont été établies pour garantir des débits minimaux de 144 Kbps en mouvement et jusqu'à 2 Mbps dans des conditions stationnaires
- **Services multimédias** : La 3G a introduit des fonctionnalités avancées comme les appels vidéo, la télévision mobile, et l'accès à Internet sur mobile, rendant les smartphones plus fonctionnels
- **Transmission simultanée** : Contrairement à la 2G, qui ne pouvait généralement gérer qu'un seul type de communication à la fois (voix ou données), la 3G permet la transmission simultanée de voix et de données (la 3G permet de transmettre une **vidéo standard de taille normal**)

4.4.2 Avantages de 3G

- Meilleure qualité d'appel : La transmission numérique en 3G réduit le bruit et améliore la clarté des appels vocaux
- Accès à Internet mobile : La possibilité d'accéder à Internet à des vitesses significativement plus rapides a ouvert la voie à une multitude d'applications mobiles et de services en ligne
- Capacité accrue : La 3G peut gérer un plus grand nombre d'utilisateurs simultanément sans dégradation significative du service, ce qui est essentiel dans les zones densément peuplées

Malgré ses nombreux avantages, la technologie 3G présente également certaines limitations :

- Couverture limitée : Dans certaines régions éloignées, la couverture réseau peut être insuffisante
- Consommation d'énergie : Les appareils 3G consomment généralement plus d'énergie que ceux de générations précédentes, ce qui peut affecter l'autonomie des batteries
- Coûts d'infrastructure : Le déploiement de réseaux 3G nécessite des investissements significatifs en infrastructure, ce qui peut entraîner des coûts élevés pour les opérateurs

4.5 La quatrième génération de GSM "4G"

La quatrième génération de téléphonie mobile, communément appelée 4G, a été introduite dans les années 2010 et représente une avancée significative par rapport aux générations précédentes, notamment la 3G. Elle est principalement caractérisée par des vitesses de transmission de données beaucoup plus élevées et une meilleure capacité de réseau. **(la 4G permet de transmettre des vidéos de hautes qualité)**

4.5.1 Caractéristiques principales de la 4G

- **Vitesse de transmission** : La 4G offre des débits allant de 100 Mbps à 1 Gbps, permettant ainsi un accès rapide à Internet, idéal pour le streaming vidéo en haute définition et le téléchargement de fichiers lourds
- **Technologie LTE** : La norme principale de la 4G est le LTE (Long Term Evolution), qui utilise des techniques de commutation de paquets pour fournir des services de données. Cela

permet également l'implémentation de VoLTE (Voice over LTE), qui améliore la qualité des appels vocaux

- **Accès à Internet mobile amélioré** : Avec la 4G, les utilisateurs peuvent profiter d'une expérience Internet comparable à celle des connexions fixes, rendant possible le visionnage de vidéos en streaming, les jeux en ligne et d'autres applications gourmandes en données

4.5.2 Avantages de 4G

- **Débits supérieurs** : La 4G offre des vitesses nettement plus élevées que celles disponibles avec la 3G, facilitant ainsi des activités telles que le streaming en direct et les vidéoconférences sans latence
- **Latence réduite** : Grâce à une architecture réseau optimisée, la latence dans les communications est considérablement réduite, ce qui améliore l'expérience utilisateur lors d'activités en temps réel comme les jeux en ligne ou les appels vidéo
- **Capacité accrue** : La 4G peut gérer un plus grand nombre d'utilisateurs simultanément sans dégradation significative du service, ce qui est essentiel dans les zones densément peuplées

4.5.3 Applications et services

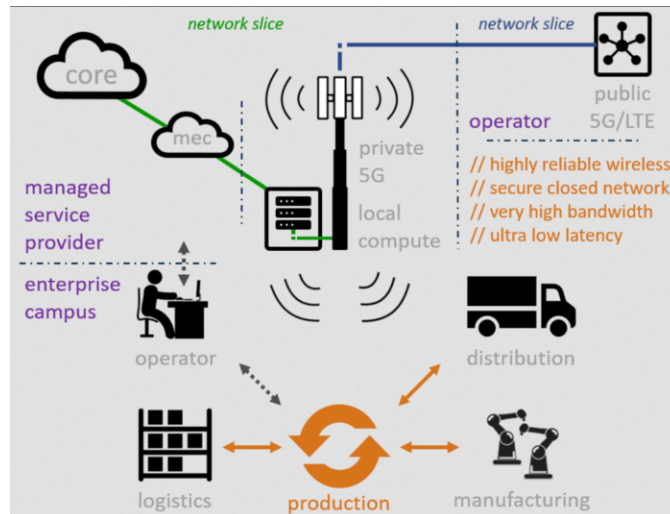
La 4G a permis l'émergence de nombreux services et applications modernes :

- Streaming vidéo HD : Les utilisateurs peuvent regarder des films et des émissions en haute définition sans interruption.
- Jeux en ligne : Les jeux nécessitant une connexion rapide et stable sont devenus plus accessibles grâce aux vitesses élevées.
- Internet des objets (IoT) : La connectivité améliorée a également favorisé le développement d'appareils IoT, permettant une communication fluide entre divers dispositifs connectés.

La quatrième génération de réseaux mobiles a transformé la manière dont les utilisateurs interagissent avec leurs appareils mobiles et accèdent à Internet. En offrant des vitesses rapides, une latence réduite et une meilleure capacité réseau, la 4G a établi un nouveau standard pour les communications mobiles et a ouvert la voie à l'innovation continue dans le domaine des technologies sans fil.

4.6 La cinquième génération de GSM "5G"

La cinquième génération de téléphonie mobile, connue sous le nom de 5G, est la dernière norme technologique pour les réseaux cellulaires, déployée à partir de 2019. Elle représente une avancée majeure par rapport à la 4G, offrant des vitesses de transmission de données beaucoup plus élevées, une latence réduite et une capacité réseau accrue.



4.6.1 Caractéristiques principales de la 5G

- **Vitesse de transmission** : La 5G peut atteindre des vitesses théoriques allant jusqu'à 10 Gbps, ce qui est environ dix fois plus rapide que la 4G. En pratique, des vitesses moyennes observées sont d'environ 186,3 Mbps aux États-Unis, avec des pointes allant jusqu'à 432 Mbps en Corée du Sud
- **Latence réduite** : La latence, qui est le temps nécessaire pour qu'un signal fasse un aller-retour entre l'utilisateur et le réseau, peut descendre à 1 milliseconde avec la 5G, contre environ 30-60 millisecondes pour la 4G. Cela permet des applications en temps réel comme les jeux en ligne et la réalité augmentée
- **Capacité accrue** : La 5G peut connecter jusqu'à un million d'appareils par kilomètre carré, contre seulement 4 000 appareils pour la 4G. Cela est crucial pour les zones urbaines densément peuplées et pour le développement de l'Internet des objets (IoT)

4.6.2 Technologies sous-jacentes

- Utilisation de fréquences variées : La 5G utilise un éventail de fréquences allant des bandes basses (600-900 MHz) aux bandes hautes (24-47 GHz), permettant une meilleure couverture et des vitesses plus élevées
- Petites cellules et beamforming : Pour compenser les limitations de portée des ondes millimétriques, la 5G repose sur un réseau dense de petites cellules qui améliorent la couverture dans les zones urbaines. Le beamforming permet aux antennes de diriger les signaux directement vers les appareils utilisateurs, améliorant ainsi l'efficacité

4.6.3 Applications et bénéfices

La 5G ouvre la voie à de nombreuses nouvelles applications :

- Villes intelligentes : La capacité accrue et la faible latence permettent le déploiement d'infrastructures connectées dans les villes, comme des capteurs pour la gestion du trafic ou des systèmes de surveillance.
- Automatisation industrielle : Les applications dans l'industrie 4.0 bénéficieront d'une communication ultra-fiable et à faible latence pour des processus critiques comme la robotique et le contrôle à distance

- Santé connectée : La télémédecine pourra être améliorée grâce à des connexions rapides et fiables, permettant des consultations médicales en temps réel.

La technologie 5G représente une transformation significative dans le domaine des communications mobiles, offrant non seulement des vitesses de données sans précédent mais aussi une infrastructure capable de soutenir un nombre croissant d'appareils connectés. Bien que son déploiement soit encore en cours et que des défis subsistent concernant l'infrastructure et les coûts, ses implications pour divers secteurs sont vastes et prometteuses.

4.7 La sixième génération de GSM "6G"

La sixième génération de téléphonie mobile, connue sous le nom de 6G, est la prochaine évolution des technologies sans fil, attendue autour de 2030. Elle promet de révolutionner la connectivité avec des vitesses de données extrêmement élevées, une latence ultra-faible et une capacité réseau sans précédent.

4.7.1 Caractéristiques principales de la 6G

- Vitesse de transmission : La 6G vise à atteindre des vitesses de données allant jusqu'à 1 Tbps (terabit par seconde), soit environ 100 fois plus rapide que la 5G. Cela permettra des téléchargements instantanés et un streaming de contenu en ultra-haute définition, y compris des vidéos 8K et des expériences immersives en réalité augmentée et virtuelle
- Latence ultra-faible : La latence pourrait descendre en dessous de 1 milliseconde, rendant possibles des applications critiques en temps réel telles que la chirurgie à distance et la conduite autonome
- Nouveaux spectres de fréquence : La 6G exploitera des bandes de fréquences allant jusqu'à plusieurs centaines de térahertz (THz), permettant ainsi des transmissions de données à très haute vitesse.

4.7.2 Technologies sous-jacentes

- Intelligence Artificielle (IA) et Apprentissage Automatique (AA) : Ces technologies joueront un rôle crucial dans l'optimisation des réseaux 6G, en permettant une gestion proactive et en améliorant la sécurité du réseau
- Communication Quantique : Cette approche promet d'améliorer la sécurité des transmissions de données grâce à des techniques d'encryptage quantique, rendant toute tentative d'interception détectable
- Réseaux Maillés : Contrairement à l'architecture traditionnelle en étoile de la 5G, la 6G pourrait adopter un modèle de réseau maillé où chaque appareil peut transmettre des données pour les autres,

4.7.3 Applications potentielles

- **Villes intelligentes et Internet de Tout (IoE)** : La 6G permettra une connectivité massive, avec la capacité de connecter jusqu'à 10 millions d'appareils par kilomètre carré, facilitant le développement d'environnements urbains intelligents où les dispositifs interagissent de manière autonome

- **Télémédecine et chirurgie à distance** : Grâce à sa latence ultra-faible et à ses vitesses élevées, la 6G transformera les soins de santé en permettant des interventions chirurgicales à distance avec une précision accrue
- **Communication holographique** : La 6G pourrait rendre possible la communication holographique, offrant une nouvelle dimension aux interactions à distance, tant dans le cadre professionnel que personnel

La sixième génération de réseaux mobiles représente une avancée majeure dans le domaine des communications sans fil. Bien qu'elle soit encore en phase de recherche et développement, les promesses qu'elle offre en matière de vitesse, d'efficacité et d'applications pratiques pourraient transformer radicalement notre façon d'interagir avec le monde numérique. Les premières commercialisations sont attendues vers 2030, avec des essais pré-commerciaux dès 2028