

Voix sur IP Mobile avec IMS : VoLTE, VoWiFi/WiFi Calling et VoNR

EFORT

<http://www.efort.com>

1. Introduction

L'IMS (IP Multimedia Subsystem) existe en tant qu'architecture pour offrir des services multimédia sur IP depuis un certain nombre d'années et de nombreux fournisseurs d'infrastructures ont investi de manière importante dans le développement de leurs produits et solutions IMS. Mais l'acceptation du marché a été plus lente que prévue. A présent, la technologie d'accès LTE (Long Term Evolution) ayant été déployée partout dans le monde, la plate-forme IMS a un nouveau domaine d'application qui lui permet de se projeter dans le futur, à savoir le service VoLTE (Voice over IP over LTE) qui émule tous les services de la téléphonie mobile sur IP (services complémentaires, services à valeur ajoutée, service SMS, services USSD, appel d'urgence).

La même plate-forme IMS qui supporte VoLTE prendra en charge le service VoWiFi/WiFi Calling. VoWiFi (Voice over IP over WiFi) offre la possibilité de réaliser un appel de téléphonie mobile sur IP via un accès WiFi dans les zones n'ayant pas de couverture mobile ou à l'intérieur des bâtiments où la réception radio mobile est mauvaise ou en cas de pic de trafic momentané sur la radio cellulaire. Par ailleurs, les mobilités VoWiFi vers VoLTE et VoLTE vers VoWiFi sont assurées. Avec l'arrivée de la 5G, la seule variante de voix est la voix sur IP appelée VoNR, NR (New Radio) étant le nom de la nouvelle radio 5G.

Le but de ce tutoriel est de présenter les avantages de la voix sur IP mobile avec ses différentes variantes, VoLTE, VoWiFi et VoNR.

2. Réseaux d'accès mobiles

Le réseau l'accès assure la couverture de zones géographiques données appelées cellules et qui contiennent les matériels et logiciels nécessaires pour communiquer avec l'équipement de l'utilisateur.

Le réseau l'accès 2G est appelé BSS (Base Station Subsystem). Il est constitué de BTS (Base Transceiver Station) et de BSC (Base Station Controller). Les BTS (Base Transceiver Station) sont des émetteurs-récepteurs ayant un minimum « d'intelligence ». Le BSC (Base Station Controller) contrôle un ensemble de BTS (une cinquantaine). Pour le trafic abonné venant des BTS, le BSC joue le rôle de concentrateur. Pour le trafic venant du réseau, il joue le rôle d'aiguilleur vers la BTS dont dépend le destinataire.

Le réseau l'accès 3G est appelé UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network). Il est constitué de NodeB et de RNC (Radio Network Controller). Le Node B est équivalent à la BTS du réseau l'accès 2G. Un RNC contrôle une centaine de NodeB. Il est l'équivalent du BSC du réseau l'accès 2G.

Le réseau l'accès 4G est appelé LTE (Long Term Evolution of 3G) ou eUTRAN (Evolved UTRAN). Il ne comporte qu'un seul type d'entité, l' eNodeB. Un eNodeB est fonctionnellement équivalent à un NodeB et un RNC.

Le réseau l'accès 5G est appelé NR (New Radio). Lui aussi ne comporte qu'un seul type d'entité, le gNodeB équivalent en terme de fonctionnalité à l'eNodeB 4G.

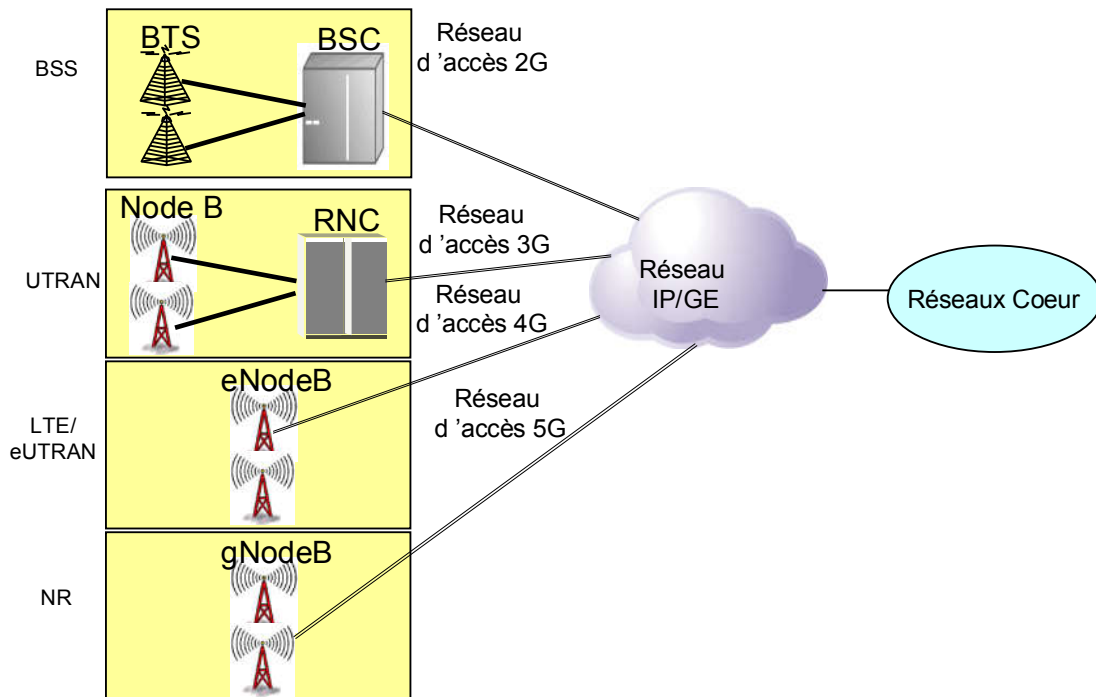


Figure 1 : Réseaux d'accès mobiles

3. Réseaux mobiles

Tout mobile sous couverture 2G ou 3G, doit s'attacher d'une part au réseau cœur circuit appelé R4 qui lui donne accès à ses services de téléphonie et d'autre part au réseau cœur paquet appelé GPRS qui lui donne accès à Internet, Intranet et aux services IP de son opérateur (MMS, TV mobile, etc).

Le réseau cœur circuit 2G/3G (R4) est aussi appelé réseau NGN mobile. Il est constitué de MSC Servers et de MGWs.

Le réseau cœur paquet 2G/3G GPRS (General Packet Radio Service) est constitué de SGSNs et de GGSNs.

Tout mobile sous couverture 4G s'attache uniquement à un réseau cœur paquet appelé ePC (Evolved Packet Core) ou SAE (System Architecture Evolution).

Le réseau 4G globalement constitué de l'accès LTE et du réseau cœur ePC est appelé EPS (Evolved Packet System). Il correspond à un accès large bande tout IP. Tous les services accédés par le client sont des services IP. Dans ce contexte, la téléphonie est mise en œuvre sur IP via l'architecture IMS (IP Multimedia Subsystem).

Le réseau cœur paquet 5G est appelé 5GC (5G Packet Core) ou NGC (Next Generation Core). Le réseau 5G globalement constitué de l'accès NR et du réseau cœur ePC est appelé 5GS (Evolved Packet System). Il correspond à un accès très large bande tout IP. Dans ce contexte aussi, la téléphonie sur IP est proposée via l'IMS.

Dans un premier temps le réseau d'accès NR s'interfacera au réseau cœur ePC (mode non standalone). Dans une seconde étape, le réseau d'accès NR se connectera au réseau cœur 5GC.

Le trafic entre le réseau d'accès et le réseau cœur est transporté via un backbone IP sur Gigabit Ethernet (GE) appelé réseau de backhauling.

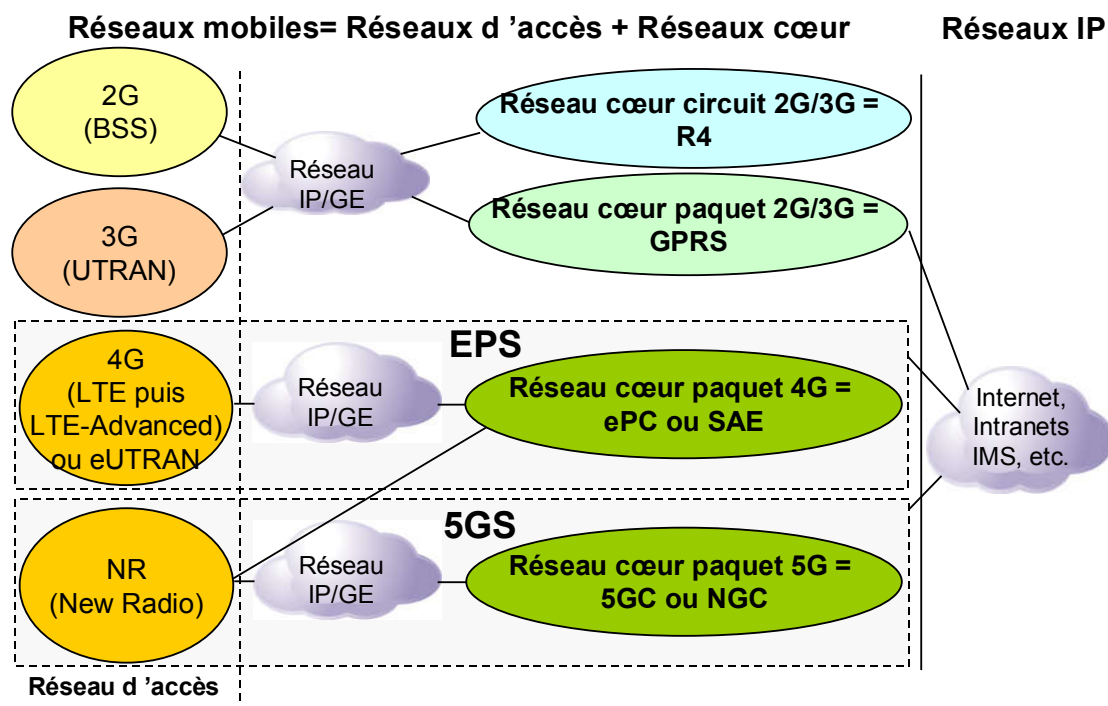


Figure 2 : Architecture des réseaux mobile

4. Circuit Switched FallBack (CSFB) et EPS FallBack

L'IMS pour offrir la voix sur IP via l'accès 4G n'a pas été mis en œuvre lors de l'ouverture de la 4G compte tenu de sa complexité. Alors que les réseaux 4G ont été déployés en France depuis 2012, il a fallu attendre la mi-2015 pour que les opérateurs ouvrent commercialement le service VoLTE. Aujourd'hui même (Avril 2019), alors qu'il existe 703 opérateurs 4G dans le monde répartis sur 216 pays, seuls 168 opérateurs ont déployé le service VoLTE dans 84 pays et 74 opérateurs ont déployé la VoWiFi dans 43 pays (chiffres GSMA du 15 Janvier 2019). Le service VoLTE se démocratisera sur l'ensemble des opérateurs 4G dans le temps.

Même si l'opérateur a ouvert VoLTE, certains terminaux 4G ne sont pas compatibles VoLTE. La solution qui a été retenue sur le court moyen terme pour offrir les services de la téléphonie aux clients 4G est CSFB (Circuit Switched FallBack). Lorsque le client 4G est couvert par la radio 4G, il se rattache à la 4G où le réseau ne lui offre que l'accès Internet/Intranet à haut débit. Lorsque le client désire établir un appel ou recevoir un appel, il est alors basculé de la 4G vers la 3G ou la 2G. Il est à noter que pour éviter un DAS (Débit d'Absorption Spécifique) élevé et une batterie qui s'épuise trop rapidement, une seule radio peut être active à un instant donné (Radio 2G ou Radio 3G ou Radio 4G). Lorsque le client est basculé de la 4G à la 3G, ses sessions data sont maintenues avec la même adresse IP et l'appel voix peut être établi en parallèle des sessions data. A la fin de l'appel, le terminal retourne en 4G pour disposer du meilleur débit possible pour ses sessions data sans interruption de ces sessions.

Par contre, lorsque le client est basculé de la 4G vers la 2G, ses sessions data sont suspendues et l'appel voix peut être établi. A la fin de l'appel, le terminal retourne en 4G pour disposer du meilleur débit possible pour ses sessions data qui sont alors reprises. Le temps de basculement lors d'un appel sortant ou entrant est environ 1 seconde.

En 5G, la seule solution de voix est la voix sur IP avec IMS appelée VoNR (Voice over IP over New Radio). Si la radio 5G ne prend pas initialement en charge la qualité de service pour la voix, la solution est EPS FallBack où l'UE est basculé sur 4G pour démarrer l'appel

avec VoLTE. Dans ce contexte, il s'agit d'une mobilité IP vers IP et nécessite l'existence de l'IMS.

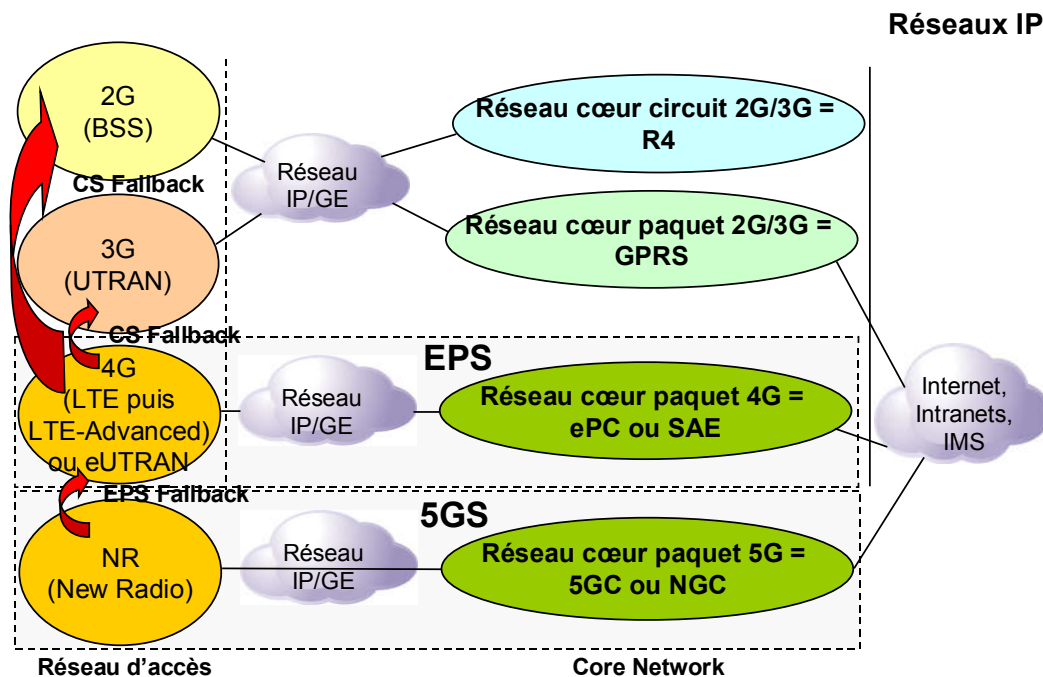


Figure 3 : CS FallBack et EPS FallBack

5. Evolution du mode circuit mobile au mode paquet mobile

Les réseaux mobiles GSM (2G) ont été initialement conçus pour les services voix et autres services s'appuyant sur la commutation de circuit tel que CSD (Circuit Switched Data). C'est la raison pour laquelle, cette génération de réseau présentait une architecture relativement simple constituée de deux parties principales :

- Le réseau d'accès
- Le cœur de réseau pour la commutation de circuit (CS, Circuit Switched Domain) fournissant les services de la téléphonie aux clients mobiles et l'interfonctionnement avec les autres réseaux circuit et le RTC (Réseau téléphonique commuté).

Les réseaux mobiles 2,5G/2,75G correspondent à l'évolution paquet de la 2G. L'architecture de ces réseaux consiste en deux parties :

- Le réseau d'accès 2G qui a été mis à jour pour supporter la transmission de paquet et des schémas d'allocation de ressource partagée : pour la voix (2G), pour GPRS (2,5G) et EDGE (2,75G).
- Un nouveau réseau cœur (PS, Packet Switching Domain) qui est rajouté au domaine circuit (CS) précédent.

Ce domaine paquet a pour but cette fois d'offrir des services de données aux clients mobiles et assurer l'interfonctionnement avec les réseaux IP (Internet, Intranet).

D'un point de vue système, l'architecture de réseau 3G est plus ou moins celle de la 2G et inclut les domaines circuit et paquet, mais offre des débits plus élevés que la 2G pour les services de données. Le domaine circuit peut être émulé par une architecture de réseau NGN appelé R4 constituée de Media Gateway (MGW) et de (G)MSC Server.

L'architecture 4G EPS (Evolved Packet System) a pour objectif d'intégrer toutes les applications sur une architecture IP commune et assez simple. Les principaux composants de l'architecture sont :

- Un réseau d'accès paquet qui peut efficacement supporter les services temps réel (e.g., la voix) et non temps réel sur IP.
- Un réseau cœur composé d'un domaine paquet supportant les services de commutation de paquet dont les services IMS et assurant l'interfonctionnement vers Internet, Intranets d'entreprise.

En 4G, le domaine circuit n'est plus présent car toutes les applications sont supportées sur un domaine paquet (PS).

L'architecture 5GS (5G System) présente des similitudes avec l'EPS puisqu'il s'agit d'une architecture qui permet uniquement l'accès à des services sur IP, services de l'Internet/Intranet et le service de voix sur IP avec IMS.

La figure montre les évolutions successives d'un mode centré sur le circuit vers un mode centré sur le paquet (Figure 4).

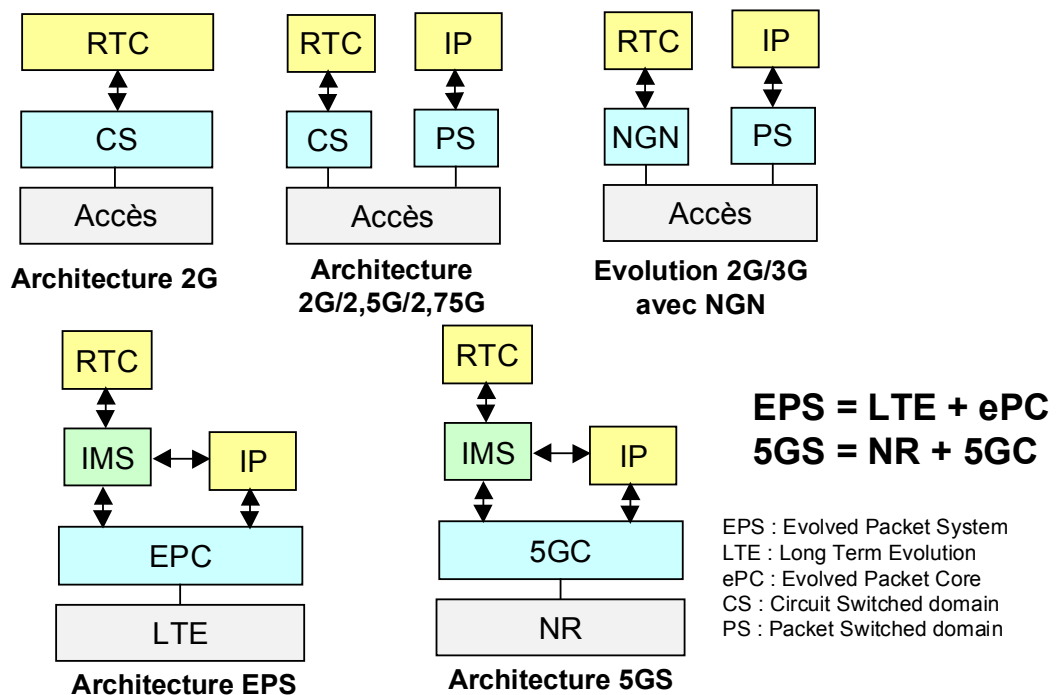


Figure 4 : Réseaux mobiles : du mode circuit au mode paquet

6. Le service VoLTE

Le service VoLTE ou voix sur IP sur LTE avec IMS doit émuler les services du domaine circuit actuel et doit donc fournir les services suivants :

- Les services complémentaires de la téléphonie (renvoi d'appel, présentation du numéro, transfert d'appel, signal d'appel, restriction de la présentation du numéro, etc).
- Les services USSD (Unstructured Supplementary Service Data).
- Les services complémentaires et les services USSD sont mis en œuvre via le serveur d'application MTAS (Multimedia Telephony Application Server)
- Le service SMS. Le service SMS est mis en œuvre via un serveur d'application appelé IP-SM-GW (IP Short Message Gateway) qui est un gateway de signalisation entre SIP et MAP et permet donc de relayer les SMS du monde IMS vers le SMSC ainsi réutilisant l'architecture SMS existante.
- Les services CAMEL (prépayé, réseau privé virtuel, etc). Les services CAMEL existants sont réutilisés en mettant en œuvre un serveur d'application appelé IM-SSF (IMS Service Switching Function) qui est un gateway de signalisation entre SIP et CAP relayant ainsi les appels aux plate-formes de service CAMEL existantes.

- Le service de continuité d'appel si l'utilisateur perd la couverture 4G pendant sa communication. En effet, en 2G et 3G, c'est le domaine circuit et le MSC Server qui prend en charge l'appel. Le service de continuité d'appel est mis en œuvre via un serveur d'application appelé SCC (Service Centralization and Continuity).

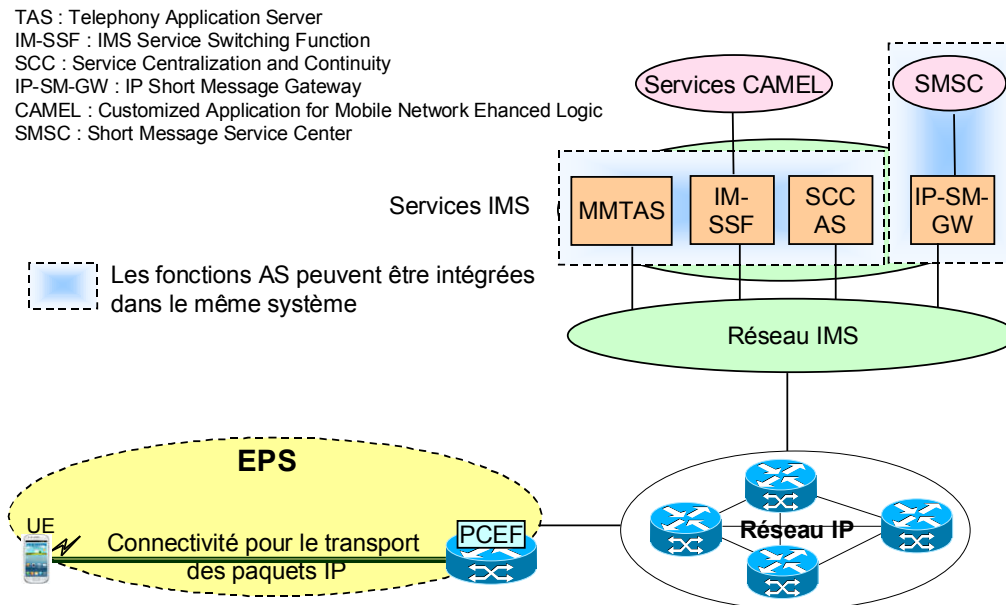


Figure 5 : 5. Le service VoLTE

7. Avantages de la VoLTE

La VoLTE présente de nombreux avantages par rapport à CSFB :

- Certains opérateurs comme Verizon Wireless aux Etats-Unis ont un réseau 2G/3G qui utilise un standard radio CDMA/CDMA 2000 différent du standard 2G/3G utilisé en Europe. Par contre tous les opérateurs dans le monde utilisent le même standard LTE. Pour ces opérateurs CDMA, il est important de disposer d'accords de roaming LTE et VoLTE afin de permettre à leurs clients d'appeler et d'être appelés partout dans le monde. En effet, il ne sera pas possible de basculer le client Verizon Wireless de la 4G vers la 2G/3G pour le service CSFB car son terminal ne supporte pas les technologies 2G/3G.
- Beaucoup d'opérateurs utilisent la technologie 4G pour offrir un accès large bande fixe et la téléphonie sur IP émulsés via une box LTE. Cela leur permet, dans les zones où leurs clients ne sont pas éligibles au service xDSL, de proposer un service équivalent via la 4G. Pour la téléphonie sur IP, il faut le service VoLTE car la box LTE n'implémente que la radio LTE.
- En VoLTE, le débit de la session data en cours est maintenu. L'appel voix sur IP est établi sur la 4G en parallèle de la session data en cours et n'impacte pas cette dernière. En CSFB, le client est basculé de la 4G à la 3G et voit le débit de sa session data baisser. En effet, le terminal ne peut utiliser qu'une seule radio à la fois. Si le terminal est basculé de la 4G à la 2G avec CSFB, la session data doit être suspendue car il n'est pas possible de disposer d'une session voix et data en parallèle en 2G.
- VoLTE n'induit aucun temps de basculement à la différence de CSFB. En CSFB le client est sous couverture 4G au moment de l'établissement de l'appel. Il est alors

d'abord nécessaire de le basculer en 3G ou en 2G pour qu'il puisse établir ou recevoir son appel ce qui induit un temps de basculement de 1 à 2 secondes qui s'additionnent au temps d'établissement d'appel. En VoLTE, le client reste en 4G pour établir ou recevoir son appel.

- VoLTE offre une meilleure qualité audio que CSFB. Le codec commun en 2G et 3G est AMR. En 3G, certains opérateurs ont mis en œuvre le codec haute définition appelé AMR-WB. Le CSFB permet donc l'utilisation de l'AMR et dans certains cas de l'AMR-WB. Le service VoLTE supporte les codecs AMR, AMR-WB et le codec très haute définition appelé EVS (Enhanced Voice Service).
- Le service VoLTE offre un meilleur taux de succès d'établissement d'appel que CSFB. En effet, la fréquence 800 MHz utilisée par la 4G offre 40% de couverture en plus que le 900 MHz utilisé par les réseaux 2G/3G. Un client peut donc se retrouver dans une aire 4G sans couverture 2G/3G. S'il utilise le service voix CSFB, il doit être basculé de la 4G à la 3G ou la 2G ; mais faute de couverture, il ne pourra pas établir son appel.
- Le service VoLTE peut être complété par le service ViLTE (Vidéo sur LTE) avec la même architecture IMS pour offrir au client le service de visiophonie mais de meilleure qualité que le service équivalent en 3G grâce au débit élevé pour le composant vidéo en 4G. En 3G, ce service a vite été abandonné car le débit possible était de 64 kbit/s, ce qui est insuffisant pour une qualité acceptable.
- Avec le démantèlement de la radio 3G prévu dans les années à venir, généraliser la VoLTE devient un besoin pour ne pas offrir le CSFB de 4G vers 2G. Les opérateurs ont déjà commencé à procéder au refarming des fréquences 3G en 4G (fréquences 2100 MHz). Bouygues Telecom a déjà repris 10 MHz de ses 15 MHz 3G pour les réutiliser en 4G. SFR et ORANGE ont déjà repris 15 de leur 20 MHz 3G pour les réutiliser en 4G.
- La VoLTE offre une meilleure disponibilité du service voix que le CSFB. Les bandes de fréquences 700 MHz et 800 MHz utilisées par la radio 4G offrent une meilleure couverture que la bande 900 MHz de la 2G ou de la 3G. Cela signifie qu'il est alors possible d'appeler en VoLTE dans certaines zones où la couverture 2G/3G est absente. Par ailleurs, les opérateurs sont en train de couvrir les zones blanches en 4G.
- En 5G, la seule variante de voix possible est la voix sur IP avec IMS qui utilise la même plate-forme IMS que le service VoLTE. Le CSFB n'est possible que pour les clients 4G.
- Une fois le service VoLTE mise en place, il est possible de proposer le service VoWiFi en rajoutant deux composants à l'architecture EPC (AAA Server et ePDG). Le coût d'introduction du service VoWiFi est alors négligeable et permettra aux clients ayant une mauvaise couverture cellulaire là où la technologie WiFi est disponible de pouvoir utiliser leur service de téléphonie mobile et rester joignable.
- Les opérateurs sont en train d'intégrer RCS Universal Profile qui permet de compléter la voix sur IP avec des services de Présence, video sharing, File Transfer, Chat, instant messaging, etc. Le client peut donc établir en parallèle différentes sessions sur IP incluant la voix sur IP.

8. Le service VoWiFi

L'opérateur souhaite offrir à ses clients les services de téléphonie via la radio mobile et la radio WiFi. Ceci est rendu possible grâce à l'ePC qui est un réseau cœur paquet convergent qui garantit la mobilité des paquets et l'IMS qui offre le service de téléphonie sur IP indépendamment du type d'accès.

L'utilisateur pourra donc disposer via la radio WiFi du même numéro de téléphone mobile, des mêmes services de téléphonie et de la même expérience usager qu'avec la radio cellulaire.



Décrivons à un haut niveau l'accès WiFi untrusted à l'ePC.

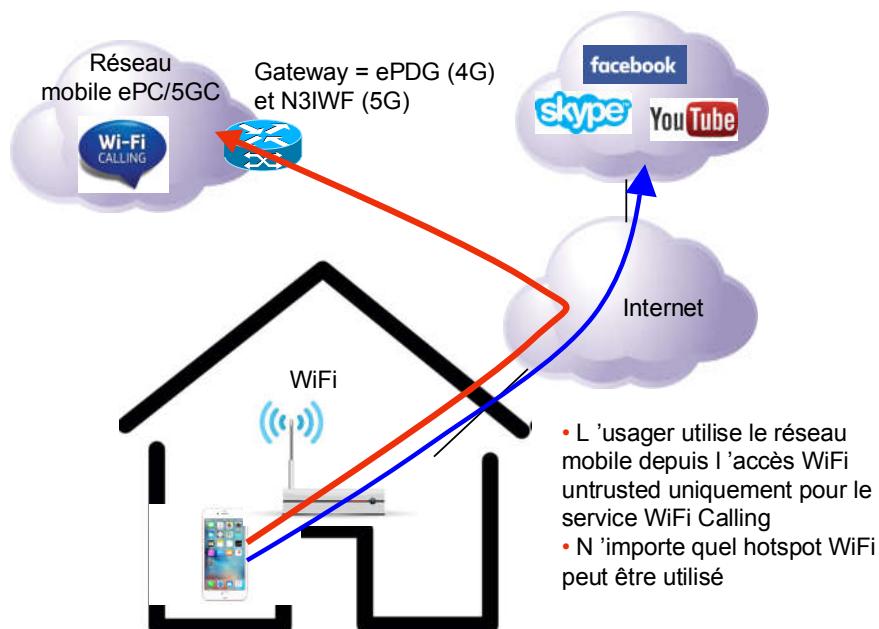
Dans le cas de WiFi untrusted, l'utilisateur peut utiliser n'importe quel hotspot (de la maison quel que soit le FAI, de l'entreprise, de lieux publics) et se connecter au réseau cœur paquet ePC de son opérateur mobile pour accéder à ses services de téléphonie, c'est à dire le service VoWiFi/WiFi Calling offert par l'IMS de l'opérateur, l'IMS étant une plate-forme de service sur IP.

Par contre, l'utilisateur accède directement aux services de l'Internet à partir de WiFi en contournant le réseau ePC.

En terme d'APN, c'est uniquement l'APN IMS qui est activé depuis WiFi untrusted pour des appels normaux ou l'APN SOS pour l'appel d'urgence.

L'UE doit établir un tunnel IPsec associé à son APN IMS avec un point d'entrée du réseau ePC appelé ePDG (Evolved Packet Data Gateway).

La même approche s'applique lorsque l'opérateur introduira le réseau cœur paquet 5G. L'UE ouvre un tunnel Psec pour son APN IMS avec une fonction appelée N3IWF.



Parmi les avantages du service VoWiFi/WiFi Calling pour le client final figurent :

- Appeler ou être appelé même sans couverture mobile ou lorsque la couverture mobile est de mauvaise qualité du moment qu'une couverture WiFi est disponible.

- Le client VoWiFi est natif sur le terminal. Aucune application n'est à installer. Il s'agit du même numéro MSISDN que dans le cas de la VoLTE et des appels dans le domaine circuit.
- La gestion de la mobilité et la gestion du handover sont assurées entre VoLTE et VoWiFi et vice versa. Par contre SR-VCC n'est pas possible mais DR-VCC (Dual-Radio Voice Call Continuity) l'est pour garantir la continuité de l'appel du monde VoWiFi au monde circuit mobile. Mais les terminaux du marché ne supportent pas le service DR-VCC même si la fonctionnalité a été normalisée.
- Le service VoWiFi permet d'accéder à l'ensemble des services de téléphonie, incluant les services complémentaires, le SMS, l'USSD, l'appel d'urgence, les services CAMEL, le voice mail, via l'architecture IMS commune avec VoLTE.

Parmi les avantages du service VoWiFi/WiFi Calling pour l'opérateur figurent :

- La couverture indoor est améliorée, ce qui contribue à la satisfaction client puisque VoWiFi fonctionne avec n'importe quel hotspot WiFi de n'importe quelle BOX du marché.
- Le même modèle de taxation que la voix cellulaire s'applique lorsque le client est dans son réseau nominal
- VoWiFi remplace la solution femtocell 3G ou 4G, à moindre coût, surtout pour les clients qui ne disposent pas de couverture mobile dans leur résidence avec l'opérateur (C'est la première raison pour laquelle un client change d'opérateur). L'opérateur très souvent finance l'équipement femtocell.
- Le coût de mise en œuvre du service est relativement bas pour l'opérateur puisqu'il peut réutiliser l'IMS du service VoLTE. Il faut uniquement déployer deux nœuds additionnels : ePDG et 3GPP AAA Server.
- L'opérateur peut attirer de nouveaux clients avec le service VoWiFi si les concurrents ne l'offrent pas.

9. Autres services supportés par l'IMS

Indépendamment des services VoLTE et VoWiFi, la même architecture IMS supporte ou va supporter les autres services IMS suivants :

- Le remplacement du RTC via des BOX de téléphonie basés sur le protocole SIP chez le client disposant auparavant d'une ligne téléphonique auprès de l'opérateur RTC. Les services offerts sont les services de téléphonie. Un TAS (Telephony Application Server) est mis en œuvre.
- la VoIP résidentielle fixe sur l'accès xDSL, câble ou FTTH en utilisant des BOX basées sur le protocole SIP. La voix résidentielle sur IP se généralise avec l'offre triple play via une BOX et un décodeur TV. La BOX fournit l'accès à Internet ainsi qu'un port RJ11 pour connecter le téléphone analogique. A partir de la BOX, le trafic voix est transporté sur IP. La BOX se connecte à des réseaux d'accès large bande comme xDSL, le câble, FTTH, etc. La BOX est vue comme un client SIP/IMS. L'IMS dispose d'un serveur d'application appelé TAS (Telephony Application Server) qui émule les services de la téléphonie pour le marché résidentiel.
- L'IP-centrex pour les clients professionnels pour leur offrir des services de téléphonie évolués qui sont ceux d'un PBX. Un serveur d'application IP-Centrex est mis en œuvre.
- SIP Trunking pour les clients professionnels pour leur permettre les communications en voix sur IP entre les sites de l'entreprise, l'interfonctionnement avec des réseaux SIP externes et l'interfonctionnement avec le RTC pour les appels vers des réseaux externes circuit.
- RCS (Rich Communication Suite) qui est un service mobile permet d'enrichir l'appel voix (mis en œuvre avec le domaine circuit) avec des services SIP/IMS tels que la présence, le partage de photos ou vidéos prises en direct ou pré-enregistrées, le

chat, le transfert de fichier, etc.. Ces services complètent l'appel voix pour offrir une voix enrichie. Google promeut le service RCS Universal Profile (UP) natif via le système d'exploitation Android.

- VoNR (Voix sur IP sur NR) qui permet à un client 5G d'établir des appels voix sur IP, ainsi que d'échanger des SMS sur IP.
- ViLTE (Video sur IP sur LTE), ViWiFi et ViNR pour établir des appels visiophonie.
- L'IMS promeut la convergence fixe-mobile puisque la même plate-forme permet de proposer des services sur IP d'opérateur aux clients fixes et clients mobiles.