

Evolution des Réseaux Mobiles vers la 4G

EFORT

<http://www.efort.com>

Les réseaux des opérateurs mobiles ont été conçus initialement pour le trafic de la voix. Progressivement, la nature du trafic a évolué vers des services plus complexes de données tels que les SMS, l'accès Internet ou encore la télévision mobile. Les équipementiers ainsi que les opérateurs mobiles ont su accompagner cette évolution en introduisant de nouveaux types de modulations et de technologies d'accès et technologies de réseau. Cependant, l'évolution au cours de la dernière décennie est sans aucune commune mesure comparée au tsunami du besoin en bande passante déclenché notamment par la généralisation des abonnements data mobiles et notamment avec un usage de la vidéo streaming pour mobile depuis les smartphones. L'introduction de la 4G a donc été anticipé par les opérateurs afin de mieux contrôler cette évolution des usages dans un monde mobile tout IP. Le but de ce tutoriel est de présenter l'évolution des réseaux mobiles vers la 4G.

1 Structure générique d'un réseau mobile

Un réseau mobile est constitué d'un réseau d'accès qui intègre une technologie radio qui assure la modulation du trafic de l'utilisateur et d'un réseau cœur qui assure la mobilité de l'utilisateur (Figure 1). Le réseau d'accès est relié au réseau cœur par un réseau de backhaul (réseau d'amenée). Ce terme est utilisé dans les réseaux mobiles, pour désigner le réseau et les liens entre le cœur de réseau, et les contrôleurs d'antennes de l'accès mais aussi pour relier les contrôleurs d'antennes et les antennes relais de la partie radio. Les liaisons du réseau d'amenée peuvent être en fibre optique, en cuivre ou supportées par des faisceaux hertziens.

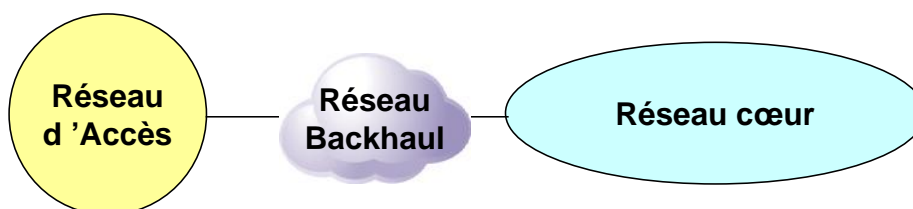


Figure 1 : Structure générique d'un réseau mobile

2 Réseau d'Accès

Le réseau d'accès assure la couverture de zones géographiques données appelées cellules et qui contiennent les matériels et logiciels nécessaires pour communiquer avec les stations mobiles (Figure 2).

Le réseau d'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 cœur, il joue le rôle d'aiguilleur vers la BTS dont dépend le destinataire.

Le réseau d'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 d'accès 2G. Un RNC contrôle d'une centaine de NodeB. Il est l'équivalent du BSC du réseau d'accès 2G.

Le réseau d'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. D'ailleurs certains fournisseurs (e.g., NSN) proposent les fonctions NodeB/RNC combinées dans le même équipement pour la mise en œuvre du réseau d'accès 3G.

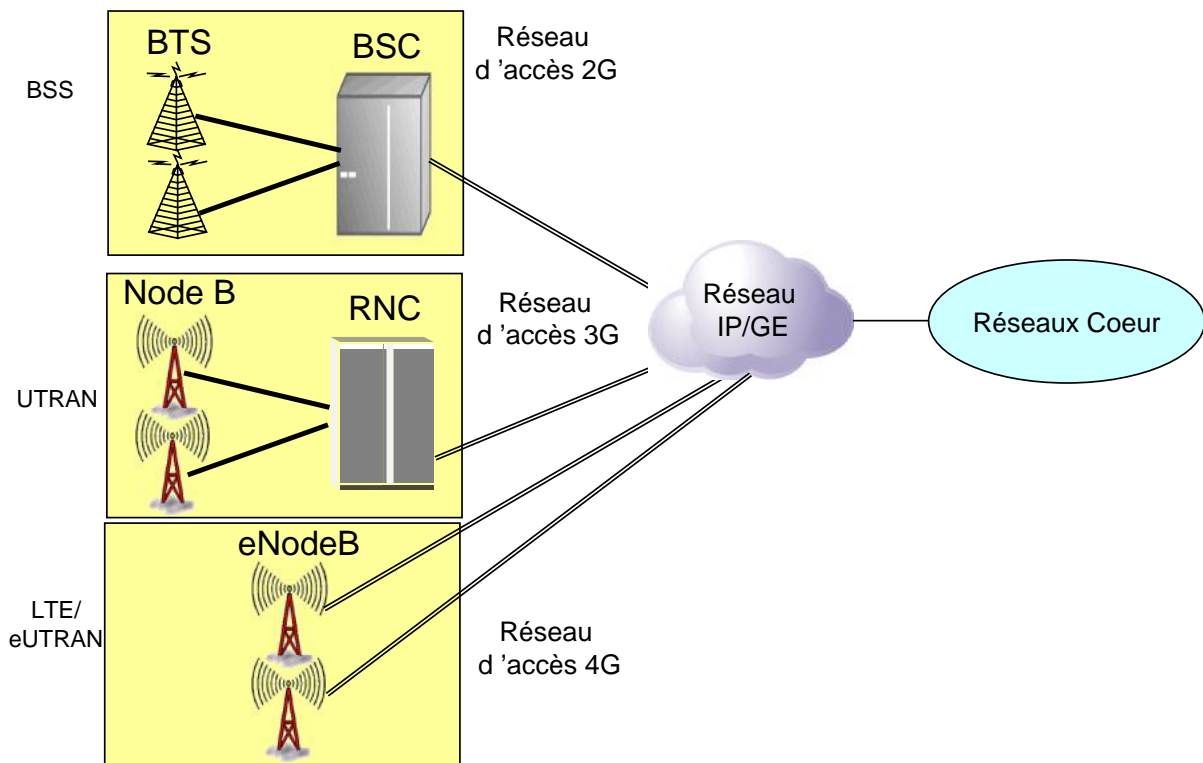


Figure 2 :Réseau d'accès

3 Réseau Cœur

Le réseau cœur 2G/3G consiste en deux domaines : Domaine circuit et domaine paquet. Le domaine circuit offre des services de téléphonie. Au départ constitué de commutateurs voix, il a évolué vers une structure NGN Mobile appelée R4. Le domaine paquet appelé GPRS (General Packet Radio Service) offre un accès plus (3G) ou moins (2G) haut débit au monde IP et à ses services. Le réseau cœur paquet GPRS est constitué de commutateurs de paquets et sert à transférer les paquets émis depuis des accès 2G ou 3G vers l'Internet et les Intranets d'entreprise. Par ailleurs ce réseau sert à remettre au mobile des paquets émis par l'Internet ou par les Intranets.

La 4G fait apparaître un nouveau réseau cœur pour les services de données et services conversationnels appelé ePC (Evolved Packet Core). Il est parfois appelé SAE (System Architecture Evolution). Les services conversationnels (téléphonie) seront offerts par la plateforme de service d'opérateur IMS (IP Multimedia Subsystem) à la différence d'aujourd'hui où il y a un réseau cœur dédié pour offrir ces services. LTE + ePC = EPS (Evolved Packet System).

Le trafic entre le réseau d'accès et le réseau cœur est transporté via un backbone IP sur Gigabit Ethernet (GE). La figure 3 montre les différents réseaux cœur mobiles.

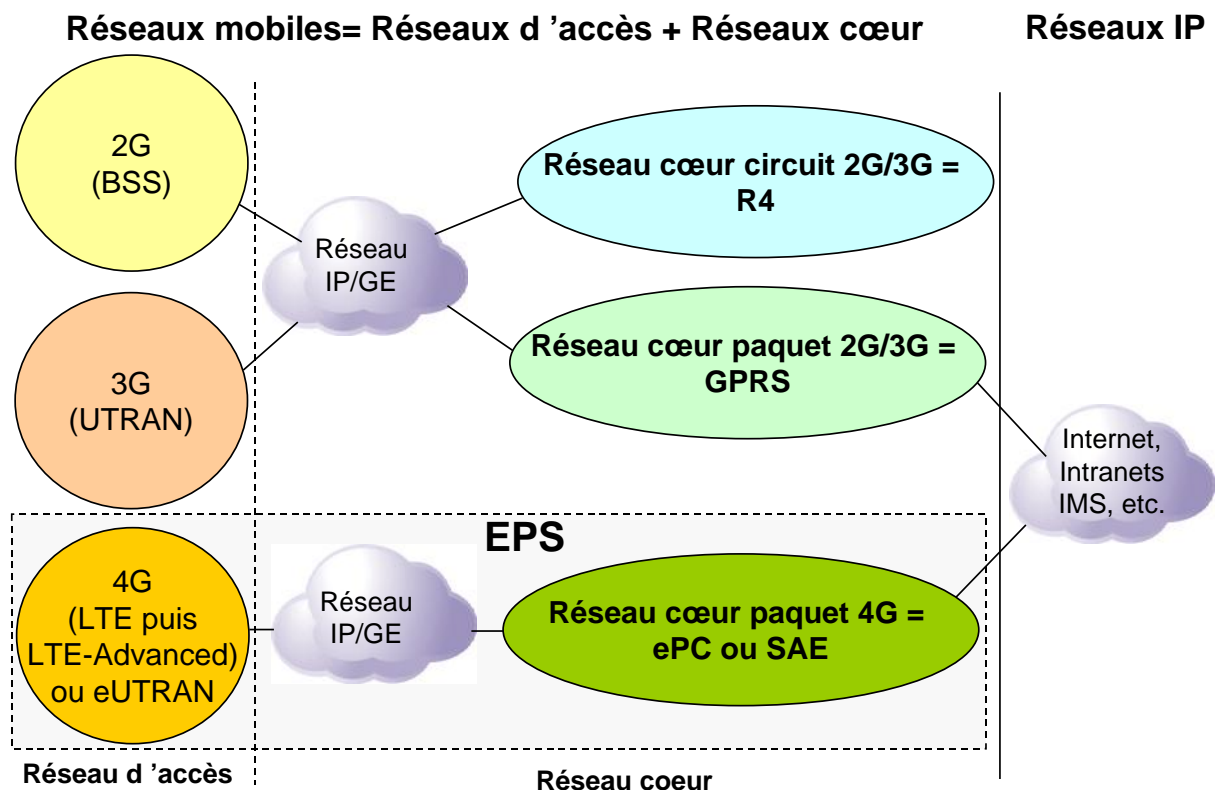


Figure 3 : Réseau cœur

Le réseau ePC a été conçu pour être un réseau cœur convergent afin de permettre la mobilité des paquets IP de l'UE (avec souscription 4G) quelque soit la technologie radio mobile utilisée (2G, 3G, 3G+, 4G, et même WiFi) (Figure 4). En effet, l'interfonctionnement entre WLAN (accès non 3GPP) au réseau cœur paquet 4G appelé Evolved Packet Core (ePC) a été complètement spécifié. L'offload du trafic de l'accès mobile à WiFi en est une des principales raisons. L'offload vise à décharger une partie du trafic de données des utilisateurs du réseau mobile de l'opérateur sur un réseau filaire via les cellules WiFi. Ce détournement du signal vise à répondre à la demande exponentiellement croissante de consommation de l'Internet mobile. Par ailleurs cette solution permet l'authentification par l'opérateur mobile du client WiFi qui permet à ce dernier d'accéder à ses services mobiles depuis l'accès WiFi (TV mobile, MMS, voix sur IP avec IMS, RCS, etc.). Enfin la gestion de la mobilité 4G/WiFi est prise en compte ce qui permet au client de conserver son adresse IP et donc ses sessions de données en changeant de technologie d'accès.

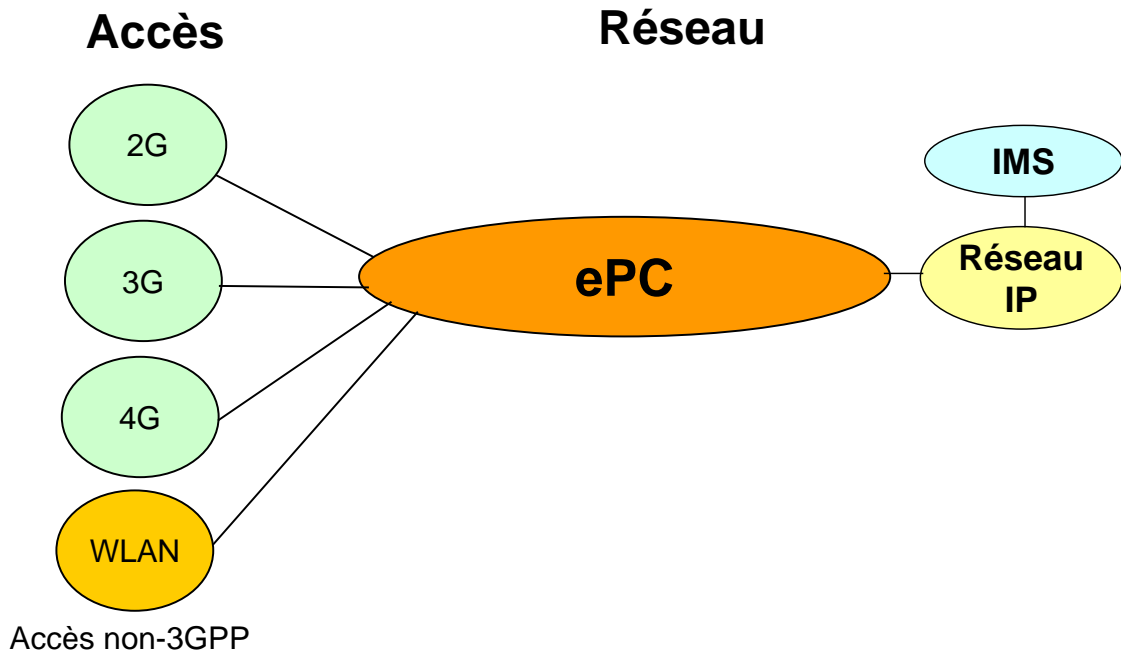


Figure 4 : Réseau ePC : Réseau cœur paquet convergent

4 Services IP

La tendance des opérateurs est d'offrir au client un accès large bande associé à un bundle de services incluant la téléphonie sur IP et la télévision sur IP (télévision broadcast et vidéo à la demande).

Ceci devient possible à la fois sur le fixe et le mobile. Les accès large bande fixes sont FTTH, xDSL, le câble, WiMAX alors que les accès large bande mobiles sont HSPA, HSPA+ (3G+), EPS (4G), et EVDO (Evolution Data Only) tels que montrés à la figure 5.

Le même réseau IP connecte l'ensemble des accès large bande et fournit des architectures de service IP. IMS (IP Multimedia Subsystem) est une architecture de service normalisée capable de fournir des services multimedia (IP TV, téléphonie sur IP, présence, conférence, Rich Communication Suite, IP Centrex, messagerie, etc.) à tout client large bande.

Indépendamment de l'architecture de service de l'opérateur de service, le client peut accéder à tout service sur Internet (Web, mail, transfert de fichier, streaming, téléphonie sur Internet, etc.)

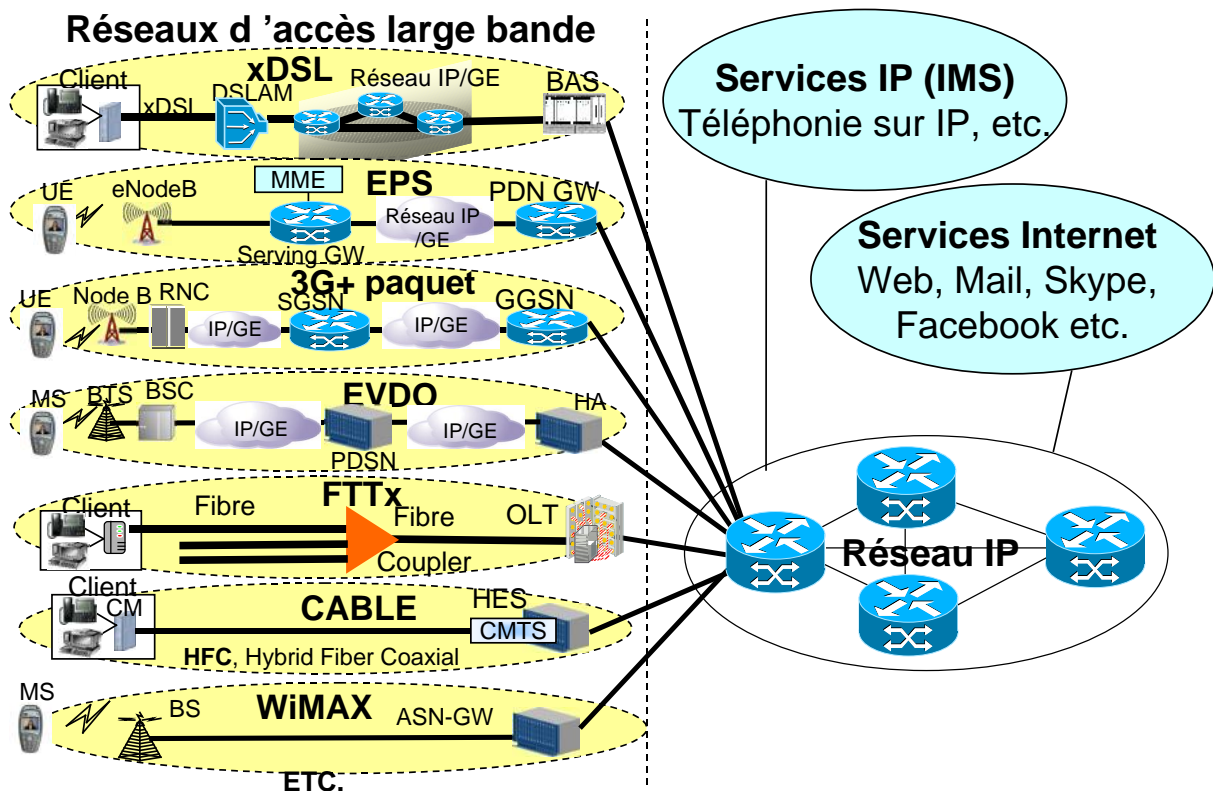


Figure 5 : Architecture de service sur IP et accès large bande

5 Policy and Charging Control pour la data mobile

Les opérateurs mobiles ont besoin de contrôler l'usage par leurs clients de la data mobile afin de limiter les clients les plus consommateurs (fair use), afin d'accepter ou de refuser / dégrader des flux IP (e.g., dégrader le flux skype). Par ailleurs l'opérateur doit proposer de la QoS pour les services IP de l'opérateur (e.g., Voix sur IP, Mobile TV), etc. La notion de "Policy control" est liée aux fonctions d'autorisation/blocage et de QoS des flux IP. La notion de "charging control" est relative à la taxation des flux IP. L'architecture qui met en œuvre ces contrôles s'appelle PCC (Policy and Charging Control) décrite à la figure 6.

Les réseaux de données mobiles fonctionnent en mode connecté. L'utilisateur établit une connectivité de bout en bout entre l'UE et le nœud qui termine l'accès (GGSN en 2G/3G et PDN GW en 4G) pour émettre/recevoir des paquets IP. Cette connectivité s'appelle un contexte PDP (2G/3G) ou un bearer (4G).

Le but des opérateurs est d'être capable sur le contexte PDP/bearer :

- d'identifier les flux IP qui sont transportés sur le contexte PDP; en effet, chaque flux doit être caractérisé afin d'appliquer sur ce flux des règles PCC.

- d'autoriser ou bloquer ces flux IP (e.g., dans l'offre myFriends d'Orange France, les seuls flux autorisés sont Facebook et Twitter; tout autre flux doit être bloqué)

- d'offrir à chaque flux une QoS (e.g., lorsque le fair use est atteint, tous les flux acheminés vers Internet aussi un débit très faible jusqu'au prochain cycle de facturation)

- de taxer chaque flux selon différents critères tels que le volume, la durée, l'événement, etc. (e.g., si le client est prépayé il paiera grâce à son crédit prépayé en fonction du volume sa session Internet).

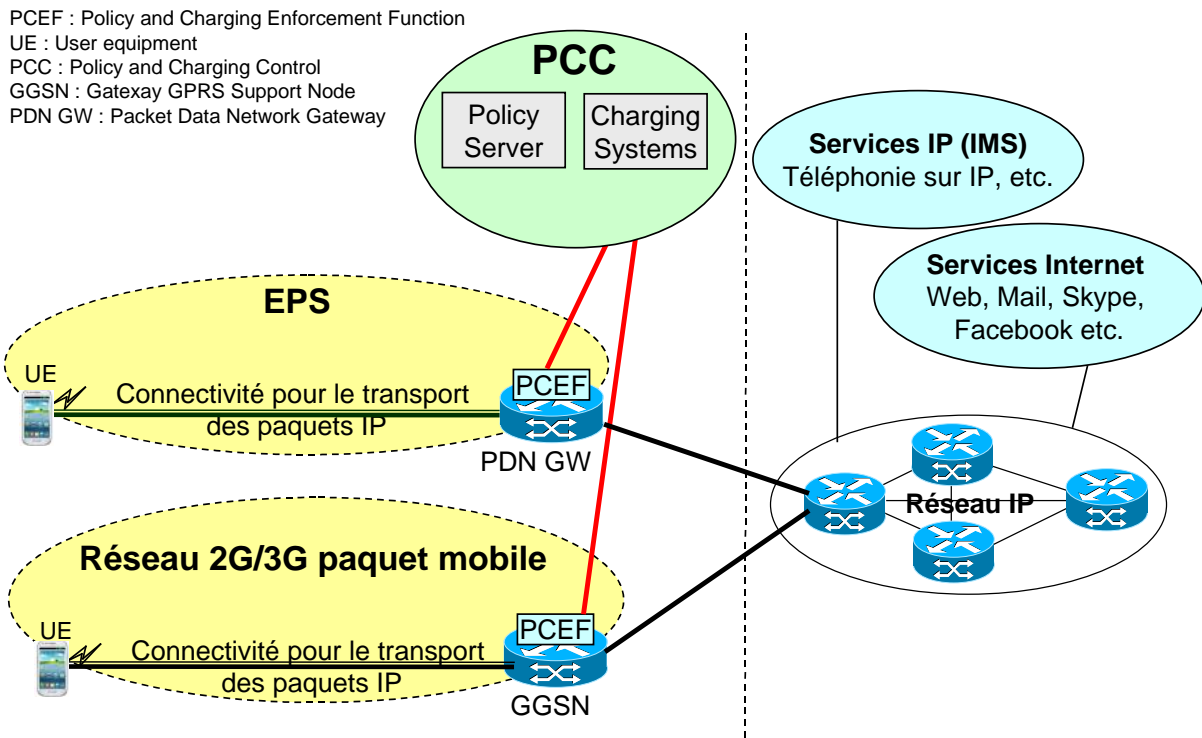


Figure 6 : Architecture PCC pour la data mobile

6 Téléphonie et 4G : CSFB (Circuit Switched FallBack)

Comment offrir la téléphonie au client 4G sous couverture 4G ?

Dans un premier temps, l'IMS pour offrir la voix sur IP via l'accès 4G ne sera pas mis en œuvre compte tenu de sa complexité.

La solution retenue à 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 mais 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 (Figure 7). 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 l'instant T (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 à 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 inférieur à 1 seconde.

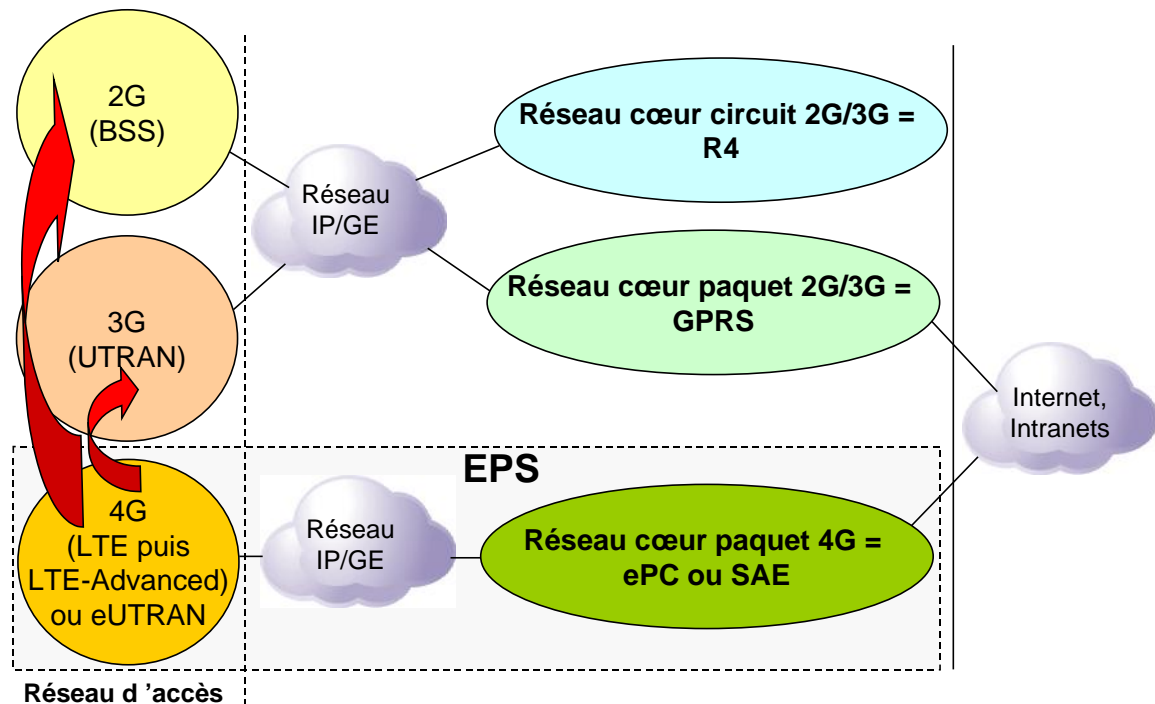


Figure 7 : Solution CSFB

7 Téléphonie et 4G : VoLTE (Voix sur IP sur LTE)

La VoLTE ou voix sur IP sur LTE avec IMS qui est la solution moyen long terme pour la téléphonie en 4G, doit émuler les services du domaine circuit actuel et doit donc fournir les services suivants (Figure 8):

- 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.
- Les services complémentaires et les services USSD sont mis en œuvre via le serveur d'application MTAS (Multimedia Telephony Application Server)
- Le service SMS qui 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).

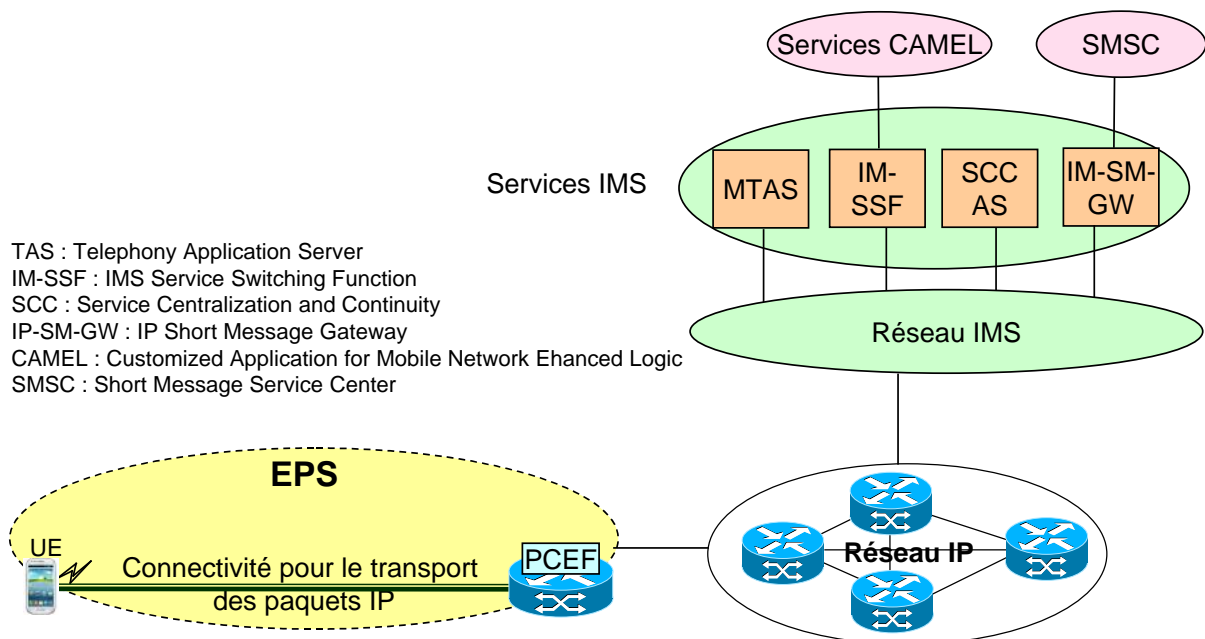


Figure 8 : Solution VoLTE avec l'architecture IMS

8 Conclusion

Le nouveau réseau mobile 4G s'appelle l'EPS. Son réseau d'accès est nommé LTE. Son réseau cœur, l'ePC est un réseau tout IP convergent. L'ensemble LTE+ePC est l'EPS. Il s'agit d'un réseau d'accès large bande qui offre une connectivité au monde Internet/Intranet, avec QoS et mobilité. Afin de contrôler les flux IP du client et taxer les flux autorisés, une architecture PCC est mise en œuvre. Les services proposés au client sont tous mis en œuvre dans le monde IP. L'IMS est l'architecture long terme pour offrir les services multimédia incluant la voix et le SMS. Une solution alternative existe pour offrir les services « circuit » : CSFB.