

CONVERGENCE 5G et satellite

Par **Didier Verhulst (1980)**



Didier VERHULST

Diplômé de l'Ecole Polytechnique, Télécom Paris et Stanford, il débute à France Télécom en 1980 et participe à la création du standard GSM. Didier rejoint Alcatel en 1987 et se voit confier différentes responsabilités techniques et de management dans les divisions mobile et spatiale. Il fonde en 2005 la société de conseil Cell & Sat spécialisée dans les solutions duales cellulaire et satellite.

www.cell-sat.com



COMPLÉMENTARITÉ PLUTÔT QUE CONCURRENCE

Les systèmes de communication par satellite se sont développés historiquement indépendamment des réseaux de télécommunication traditionnels, en profitant de propriétés originales, dont en particulier :

- une très large couverture incluant les régions peu accessibles aux réseaux terrestres,
- la capacité de diffuser simultanément des contenus vers un grand nombre de terminaux, en particulier pour la télévision.

Mais, avec des solutions d'accès fixes et mobiles de plus en plus performantes, les opérateurs terrestres transportent aussi aujourd'hui une grande variété de contenus vidéo proposés par les diffuseurs traditionnels ou par les nouveaux acteurs de l'Internet.

Les opérateurs de satellites sont ainsi concurrencés par les opérateurs de télécommunications sur leur marché privilégié de la vidéo. Mais ils étendent aujourd'hui leur offre grâce au déploiement de nouveaux satellites de très haute puissance en orbite géostationnaire (GEO) et de constellations en orbite moyenne (MEO) ou basse (LEO) très performantes. Grâce aussi aux progrès des équipements VSAT au sol, ces nouveaux systèmes offrent des débits de transmission élevés à des coûts compétitifs par rapport à ceux des solutions terrestres.

L'utilisation de satellites par les opérateurs de télécommunications a longtemps représenté un marché de niche, réservé aux situations sans alternative terrestre viable : pour atteindre des régions rurales très reculées ou communiquer avec des avions et des bateaux. Mais les progrès des systèmes par satellite permettent aujourd'hui une intégration beaucoup plus forte des systèmes satellites avec les réseaux de télécommunications.

On observe ainsi une utilisation croissante de satellites pour le raccordement - en anglais *backhaul* - des stations de base cellulaires dans des régions rurales où l'infrastructure terrestre est limitée : principalement en Afrique, en Amérique Latine ou dans certains pays d'Asie. Et le déploiement de liaisons par satellite se révèle souvent plus économique que la construction de faisceaux hertziens ou de fibres optiques sur de longues distances.

Les premiers standards cellulaires, 2G et 3G, n'avaient cependant pas été conçus pour intégrer des liens satellites, si bien que des équipements d'adaptation ont dû être développés. Mais la migration vers la 4G et le tout IP a facilité l'introduction de raccordements VSAT haut débit au sein des infrastructures cellulaires à des coûts très compétitifs.

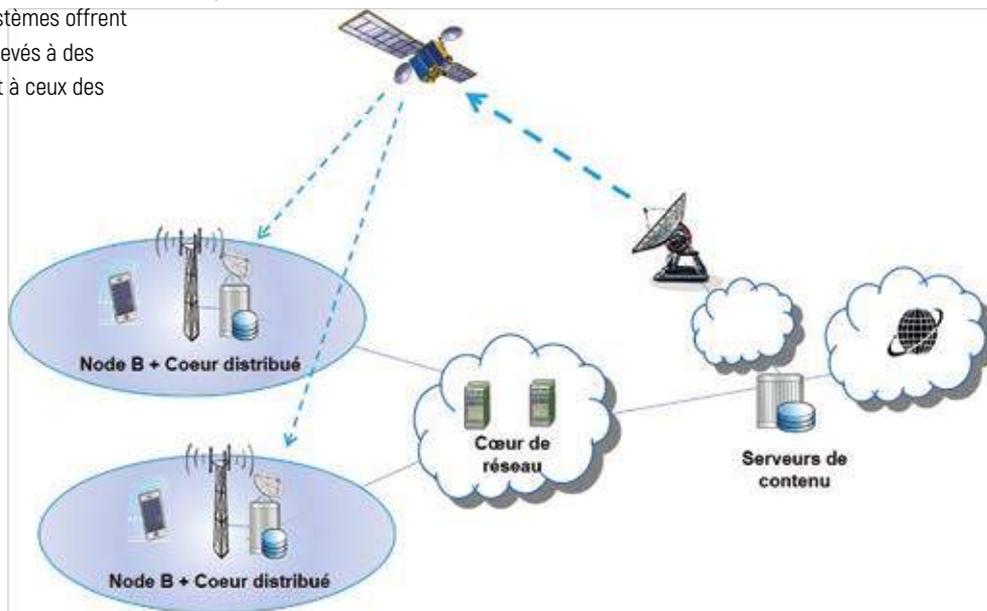
NOUVELLES POSSIBILITÉS OFFERTES PAR LA 5G

Le déploiement de la 5G conduit à une intégration encore plus forte entre réseaux terrestres et satellitaires, en permettant aux opérateurs d'utiliser des liaisons spatiales à différents niveaux :

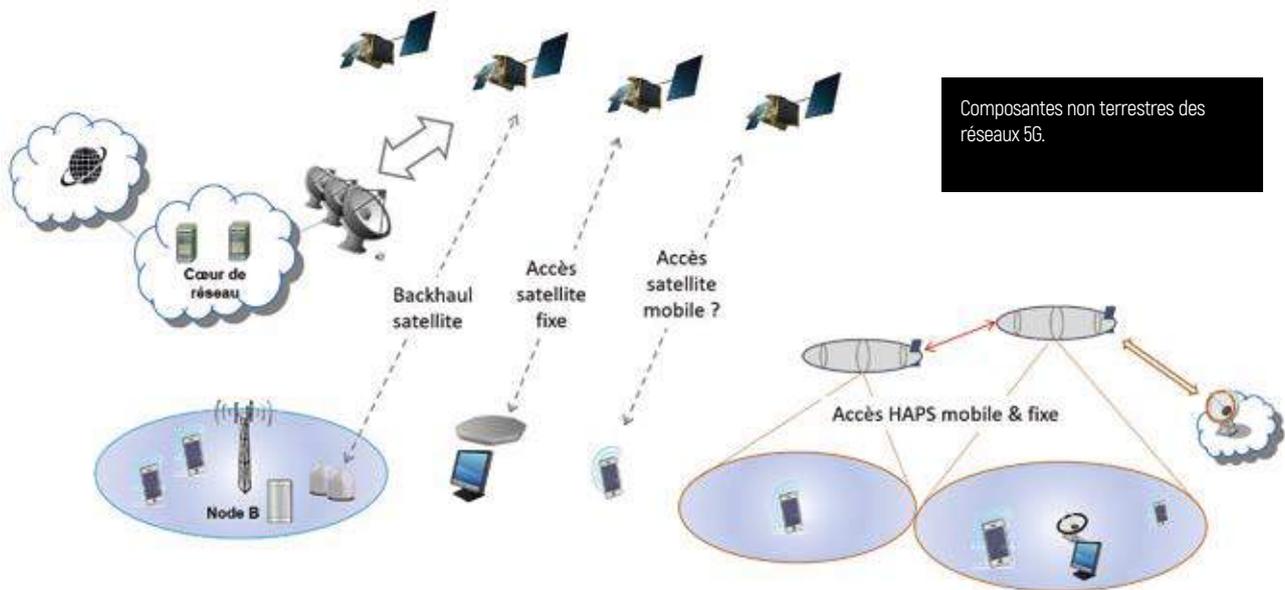
- au cœur des réseaux, pour diffuser les contenus les plus demandés - vidéos, mises à jour logicielles, etc. - jusqu'aux points de présence (tête de réseau, stations de base),
- à la périphérie, pour raccorder les points de présence ou atteindre directement les terminaux fixes ou mobiles.

Une innovation de la 5G est la possibilité de placer des éléments distribués du cœur de réseau aux stations de base. Ceci facilite le pré-positionnement de contenus populaires au plus près des utilisateurs, en utilisant la diffusion par satellite pour réduire le trafic au sein de l'infrastructure mobile, tel qu'illustré dans la figure ci-dessous.

Les opérateurs 5G préparent la migration prochaine vers la « **Release 16** », alors que le 3GPP travaille déjà à la définition de la « **Release 17** » qui permettra une intégration encore plus forte des systèmes satellites et des plateformes stratosphériques (HAPS). Avec de nouvelles fonctions adaptées aux *Non Terrestrial Networks*, les terminaux 5G vont en particulier accepter des distances de transmission plus élevées et des effets Doppler plus importants liés au défilement de satellites en orbite basse.



Distribution de contenus aux stations de base.



Composantes non terrestres des réseaux 5G.

La figure ci-dessus illustre différents schémas d'intégration de satellites et de plateformes stratosphériques dans un réseau cellulaire 5G. Les satellites - ici illustrés par une constellation - proposent des liaisons fixes de type VSAT pour le *backhaul* ou l'accès fixe. L'accès direct depuis l'espace à des smartphones est offert lui par des HAPS positionnés à 20 km d'altitude. Et on étudie déjà le développement de nouvelles constellations LEO, avec des systèmes d'antennes très performants, pour pouvoir un jour communiquer directement en haut débit bidirectionnel avec des terminaux mobiles standard 5G.

La figure ci-dessous illustre une intégration du même type pour l'Internet des Objets. Ainsi les prochaines *releases* du 3GPP accueilleront les terminaux IoT déjà définis dans le cadre de la 4G, de type NB-IoT et LTE-M, en leur permettant de se connecter aussi bien à l'infrastructure cellulaire terrestre qu'à des satellites spécialisés. On aboutira ainsi à une couverture universelle des applications IoT dans des conditions économiques très favorables.

L'intégration dans les réseaux 5G des systèmes satellitaires permettra enfin à ces derniers de bénéficier des fonctionnalités très riches du standards 3GPP pour le contrôle de la sécurité et de

la qualité de service de bout en bout des communications.

LES BÉNÉFICES DE LA STANDARDISATION

Les systèmes cellulaires ont connu une croissance phénoménale grâce à la standardisation. On peut prévoir que le déploiement de la 5G apporte des bénéfices comparables à l'écosystème spatial qui s'appuie encore largement aujourd'hui sur des solutions propriétaires. Ainsi, dans la mesure où la Nouvelle Radio 5G est très performante et flexible, on s'attend à ce qu'elle joue un rôle plus important dans les systèmes par satellite, allant jusqu'à remplacer progressivement les protocoles propriétaires utilisés aujourd'hui par les VSAT.

De la même manière, les services satellites mobiles (MSS) utilisent aujourd'hui des systèmes spécifiques pour communiquer avec des véhicules terrestres, des bateaux ou des avions. Mais on peut prévoir que les futures générations de ces systèmes s'intégreront aussi dans l'écosystème cellulaire 5G pour bénéficier des énormes économies d'échelle du réseau global. ■

Complémentarité terrestre et satellite pour l'Internet des Objets

