

PAR PIERRE EISENMANN (82)



fondateur
de www.end-to-end.fr

Rester en **course** dans un monde **bouleversé**

Au cours des vingt dernières années, les techniques de la télécommunication mobile ont connu une succession d'évolutions qui bouleversent radicalement le paysage industriel. Pour les consultants qui ont vécu cette période, le défi est de capitaliser et valoriser les acquis de cette expérience, au-delà des changements technologiques et comportementaux. Ils peuvent s'appuyer sur la polyvalence de leur expérience et en faire profiter les entrepreneurs qui surfent sur la vague de l'Internet mobile.

■ En vingt ans, la technologie des réseaux mobiles a profondément évolué. Mais, avec la 4G, l'ingénieur est confronté au même problème que celui qui a conçu le GSM : comment tirer profit au maximum du canal radio ? Partant de la compréhension de la physique et de la théorie de l'information, il doit tirer le meilleur de la technologie disponible. Comme rappelé dans le bref historique ci-après, celle-ci a rapidement évolué guidée par le principe fondamental de Shannon : le débit possible sur un canal radio est proportionnel à la largeur de la bande de fréquence utilisée et dépend du logarithme de $1 + S/B$, où S est la puissance du signal reçu et B celle du bruit. La conception des systèmes de communication radio s'efforce d'atteindre cette limite en allouant de larges bandes de fréquence et en essayant, à chaque transmission, de maximiser le rapport signal à bruit. Elle doit lutter contre les fluctuations incessantes, aléatoires et rapides du rapport signal à bruit dû aux interférences constructives et destructives des trajets multiples de propagation et des interféreurs externes.

La 2G, solution mal adaptée

La 2G (GSM) partitionnait le spectre en porteuses de 200 kHz allouées à 8 utilisateurs à tour de rôle toutes les 4,615 ms. Chacun avait ainsi une ressource dédiée (de type circuit)

REPÈRES

Aujourd'hui, dans tous les domaines, on recherche l'accès partout et toujours à la connexion Internet. Après avoir relié les hommes, Internet reliera les objets, du réfrigérateur à la voiture, que certains scénarios considèrent comme un terminal de réception de publicité géolocalisée servant accessoirement à se déplacer. C'est l'Internet sans fil qui les fera communiquer. Une révolution en profondeur de la société est en cours.

isolée des autres, sauf *via* d'éventuelles interférences d'antennes utilisant la même fréquence. Réservé à un utilisateur, même entre deux de ses transferts, le circuit était très coûteux pour transférer des données.

La 3G facilite les transferts de données

La 3G (UMTS) a utilisé une approche différente : tous les utilisateurs ont droit à un large spectre (5 MHz) qu'ils se partagent en étant identifiés par un code, séquence pseudo-aléatoire de bits multipliée par chaque bit d'information. L'orthogonalité des codes minimise l'effet des interférences. Sur ces bases, la 3G permet de transférer en mode circuit ou paquet à débits moyens (384 kbits/s) que la 3,5G (HSPA) augmente par modulation adaptative toutes les 10 ms, et que la 3,75G (3G+) double par agrégation de deux porteuses pour un débit pic de 42 Mbits/s.

Plus d'antennes, plus de débit

En mode 4G, plusieurs antennes sur un même site pouvant générer des canaux radio aux fluctuations indépendantes (par des chemins de propagation différents), on peut transmettre les bits d'information en parallèle. Avec deux antennes d'émission et deux de réception, la 4G permet un débit pic de 150 Mbit/s par utilisateur sur 20 MHz (600 fois plus que le débit pic offert par la 2,75G sur 200 kHz).

Avec la 4G, l'ingénieur est confronté au même problème que celui qui a développé le GSM

Cloud radio

Dans la 4G, processeurs et amplificateurs sont reliés par fibre optique. Celle-ci peut faire 40 cm entre les deux étages d'une armoire ou 40 km entre un site central et le site antenneur distant. On peut alors faire un *cloud radio* en centralisant le traitement et en définissant les cellules par logiciel, permettant l'utilisation spatiale et dynamique optimale des ressources.

La nouvelle approche de la 4G

Autre approche, la 4G (LTE) partitionne 20 MHz de spectre en porteuses de 180 kHz, dont elle alloue toutes les millisecondes une multitude à chaque utilisateur, un utilisateur seul pouvant avoir 20 MHz. Elle s'efforce d'allouer à chacun celles sur lesquelles il aura le meilleur rapport signal à bruit, avec la modulation adaptée. Le débit d'un canal étant proportionnel à la largeur de bande, de 200 kHz (2G) à 20 MHz (4G), le débit pic est au moins 100 fois supérieur à la 2G. De plus, s'adaptant toutes les millisecondes (et non toutes les 40 ms) aux fluctuations rapides du canal radio la réactivité de la 4G permet de maximiser à chaque instant le débit offert, atteignant pratiquement la limite théorique (énoncée par Shannon).

Nouveautés technologiques

La transmission bande étroite (200 kHz) de la 2G – si limitante en débit – était imposée par la technologie des amplificateurs radio qui ne fonctionnaient que sur la plage de fréquence où l'amplitude du signal était constante. Les amplificateurs à large bande couplés aux processeurs rapides ont permis le décollage de la 3G à bande large (5 MHz), puis la 4G (20 MHz). Les processeurs rapides ont permis non seulement la génération des modulations rapides, mais aussi celle de la version numérisée de la forme d'onde. Envoyée à l'amplificateur, elle y est convertie en signal analogique puis électromagnétique sur la bonne porteuse et avec la bonne puissance.

Mutation industrielle

Ces évolutions ont profondément bouleversé le paysage industriel des télécommunications mobiles. Les anciennes gloires industrielles, européennes et américaines, se sont ternies ou ont disparu à une exception près, Ericsson, bousculées par d'autres industriels, chinois, arrivés avec au départ des prix et offres de

financement intéressants et aujourd'hui de nouvelles méthodes de travail, d'organisation et de management et des produits plébiscités par les opérateurs. Mais le jeu n'est pas figé, et si les acteurs européens s'efforcent de rebondir, de nouveaux acteurs apparaissent, menaçant l'actuelle hiérarchie.

L'apport des «vétérans»

En vingt ans de gloire, déclin et rebonds de l'industrie, l'*industry veteran* aura vécu les managements à la française, à l'anglo-saxonne et à la chinoise, les multinationales et les *start-ups*, de près ou de loin, comme employé, partenaire ou client. Évoluant au gré des opportunités et de ses aspirations, il aura pratiqué les différents métiers de l'entreprise. Sa connaissance sera restée pointue car le progrès technique rapide n'a eu qu'un but, surmonter les problèmes que, jeune ingénieur, il s'efforçait de traiter.

Il peut former un duo de choc avec l'entrepreneur qui veut surfer sur la vague de l'Internet mobile. Par son expérience polyvalente et plus que jamais d'actualité, il permet à l'entrepreneur de ne pas s'encombrer d'une multitude de partenaires spécialisés qu'il faudra coordonner. À deux, ils peuvent lancer un projet aussi complexe que la création d'un nouvel opérateur mobile. Le consultant sait faire travailler les industriels pour monter le dossier technique, il sait construire le plan d'affaires, base de la stratégie et de la négociation avec les financiers, il sait interagir avec les autorités qui attribueront les licences. À deux, l'efficacité est maximale. Les négociations avec les industriels sont efficaces car ceux-ci doivent coordonner de lourdes équipes fragmentées et hiérarchisées pour définir les prix alors qu'à deux ils ont la vue d'ensemble et le pouvoir de décision. Évitant à l'entrepreneur les structures lourdes et coûteuses, il lui permet de monter le projet en un temps record. ■

Choisir sa voie

Après le lancement d'un projet, le consultant pourra naturellement en prendre la direction et coordonner les actions de l'équipe qu'il aura formée. Mais, tiraillé entre ses deux passions, la réalisation concrète du projet ou le développement de son activité de consultant vers d'autres aventures, peut-être préférera-t-il cette dernière.

Le consultant permet à l'industriel de monter un projet en un temps record