

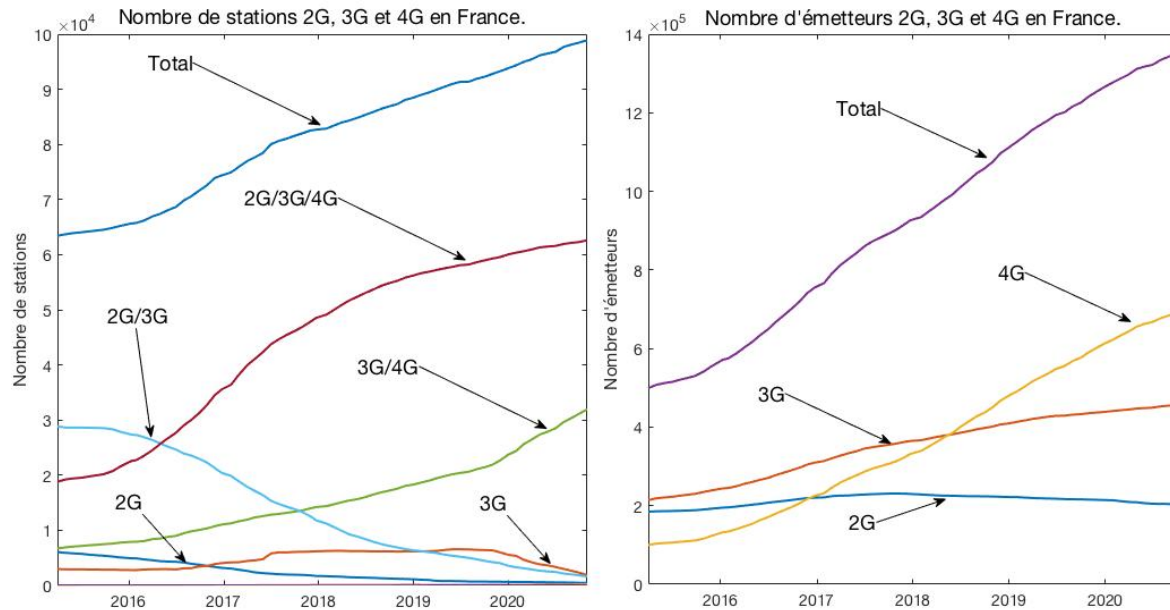
5G: un ogre énergétique en puissance ?

**Alors que la facture énergétique de la 5G risque d'être très importante, il est nécessaire que les opérateurs et équipementiers télécom rendent publiques leurs données énergétiques afin de pouvoir nourrir le débat démocratique.**

Cet été, China Unicom, l'un des grands opérateurs de téléphonie mobile Chinois, [a éteint ses antennes 5G](#) pendant la nuit dans la ville de Luoyang. Il faut dire que la facture énergétique des opérateurs semble s'accroître significativement avec l'introduction de la nouvelle génération de réseaux mobiles. Selon le site spécialisé [LightReading](#), certaines régions et villes chinoises auraient même décidé de subventionner l'électricité dédiée à la 5G.

Que sait-on exactement de la consommation électrique des réseaux 5G ? Il est difficile de s'y retrouver entre opérations de communication, études scientifiques et secret des affaires... Il faut savoir que la plus grosse part est prise par les sites radio (ou *stations de base*), c'est-à-dire les groupes d'antennes que tout un chacun peut apercevoir en levant la tête en ville, sur les bâtiments, ou à la campagne, en haut de pylônes. Ces stations incluent plusieurs antennes, des émetteurs, des récepteurs, des cartes électroniques qui traitent le signal radio, une alimentation, éventuellement un système de refroidissement, etc. Mais l'architecture exacte dépend de l'équipementier (par exemple Ericsson, Nokia ou Huawei) et la consommation exacte de chacun des composants n'est pas publique. Or une chose est sûre: plus il y a d'utilisateurs à servir, plus la station consomme d'énergie. Mais même en l'absence d'abonnés, la nuit par exemple, une puissance minimale est nécessaire pour que la station puisse signaler sa présence. Et quand les générations se succèdent, 2G, 3G, 4G, et les fréquences s'accumulent, il faut ajouter de nouveaux composants et la consommation augmente.

Sur la figure de gauche ci-dessous, j'ai représenté le nombre de stations en France tous opérateurs confondus en fonction des technologies qu'elles supportent, en utilisant [la base de données](#) des émetteurs de plus de 5W rendue publique par l'ANFR. On voit que le nombre de stations en France a crû d'environ 56% entre avril 2015 et aujourd'hui. La majorité des stations supporte les trois générations. Mais ces stations ont également grossi par l'ajout successif d'émetteurs qui rayonnent chacun sur une fréquence différente. Sur la figure de droite, on voit que le nombre d'émetteurs a lui augmenté de 170% en 5 ans et demi. Il est difficile de déduire de ces données une consommation électrique, notamment parce que les puissances d'émission ne sont pas disponibles. Mais il est clair que les technologies se superposent au fil du temps, l'introduction de la 4G n'a pas arrêté le déploiement de la 3G. Seule la 2G décroît très légèrement depuis 2 ans.



**Figure: Nombre de stations (à gauche) et d'émetteurs 2G, 3G, et 4G (à droite) en France de 2015 à 2020 (source: base de données ANFR des émetteurs de plus de 5W).**

Depuis de nombreuses années, ingénieurs et chercheurs cherchent à améliorer l'efficacité énergétique de la technologie. Il s'agit de diminuer l'énergie nécessaire (en Joules) pour transmettre un bit d'information. Avec ces avancées, il est possible que si le trafic de données restait constant, il serait intéressant de remplacer les antennes 4G les plus chargées par des antennes 5G. Ce qui a été négligé en revanche, c'est la consommation énergétique brute, totale, la facture énergétique en somme. Car, si l'efficacité est améliorée, les débits ont tellement été accrus que les gains risquent d'être effacés. Or en 5G, pour atteindre les débits promis, il faudra utiliser des largeurs de bande spectrales plus importantes (il s'agit de largeur du tuyau en fréquence : de 20MHz, on passera à 90MHz dans un premier temps) et plus d'antennes par station (de 4 on passera à 32 ou même 64). C'est ainsi que d'après ABI Research cité par [LightReading](#), on passera de 6 kW à environ 14 kW par station en ajoutant à une station 2G, 3G, 4G la nouvelle technologie 5G. D'après [un livre blanc de Huawei](#), la consommation pourrait être multipliée par 1,7. Selon [un récent article](#) paru dans Nature Electronics, écrit par des chercheurs de China Mobile, le facteur multiplicatif est même de 4. On ne sait toutefois pas le détail de ce qui est réellement comparé. On imagine que China Mobile doit tout de même avoir une certaine expérience avec ses 144 millions d'abonnés 5G fin septembre 2020 soit environ 12% de ses clients...

### Petites cellules

Et ce n'est pas fini ! Dans quelques années, la 5G devraient se développer dans des bandes de fréquences encore plus élevées, les ondes millimétriques, car le spectre y est abondant (la norme prévoit des largeurs de bande jusqu'à 400MHz) et les débits potentiellement décuplés. Mais ces ondes se propagent mal dans l'air et il faudra sans doute encore plus d'antennes et de puissance pour pouvoir assurer le service. La 5G devrait donc s'appuyer sur une densification importante du réseau par l'ajout de

nouvelles stations appelées *petites cellules*. Installées dans le mobilier urbain (lampadaires, abri-bus), elles compléteront la couverture actuelle en offrant de très hauts débits sur de courtes portées. Les petites cellules consommeront certes moins d'énergie, mais ne devraient pas venir remplacer les grandes stations. Elles représenteront donc un coût énergétique supplémentaire. Combien y-aura-t-il de petites cellules ? C'est difficile à prévoir, cela va dépendre de la stratégie de chaque opérateur. Pour le moment, très peu ont été déployées en France (elles n'apparaissent malheureusement pas dans la base de données de l'ANFR car leur puissance d'émission est généralement inférieure à 5W). Aux États-Unis cependant, l'opérateur Verizon fait le pari d'un déploiement massif de ces petites cellules. Dans l'article de Nature Electronics cité plus haut, les auteurs parlent de 3 fois plus de stations 5G que de stations 4G. Avec des stations qui consomment 4 fois plus, on atteindrait alors un facteur 12 par rapport à la 4G.

### **Effet rebond**

Enfin, l'effet rebond ne s'est pas fait attendre bien longtemps. D'après le cabinet [OpenSignal](#) qui a effectué des mesures dans six pays ayant déjà commercialisé la 5G, les utilisateurs de la nouvelle génération consomment 2,7 fois plus de données que les utilisateurs de 4G. Ces chiffres sont probablement à confirmer car ils souffrent d'un biais : les premiers clients de la 5G étaient sans doute déjà de gros consommateurs de 4G, il faudrait connaître leur consommation avant leur passage en 5G. Mais si la tendance se confirme, la consommation énergétique des réseaux mobiles risque de s'envoler.

Il n'est donc pas aisé d'avoir une vision précise. Le débat démocratique a pourtant besoin de chiffres fiables et publics de la part des constructeurs de matériels et de terminaux sur la consommation de leurs équipements et l'énergie qui a été nécessaire à leur production et leur acheminement. Il a besoin de chiffres fiables et publics de la part des opérateurs également sur leur facture énergétique, son évolution, sa répartition entre les différentes composantes du réseau et les quantités de données échangées. Ce pourrait être le rôle de l'ARCEP, l'autorité de régulation des télécom, de publier ces chiffres. M. Macron a invoqué le "pays des Lumières" pour, de manière paradoxale, fermer le ban à tout débat sur l'opportunité de déployer la 5G. Mais ce sont précisément de lumières (et de données) dont nous avons besoin pour comprendre ce que sera l'impact énergétique de la 5G.

Marceau Coupechoux  
Professeur à Telecom Paris et à l'École Polytechnique