

Des réseaux trop émetteurs : comment les opérateurs mobiles peuvent-ils réduire leurs émissions de CO₂ ?

Akhiljeet Kaur, Tim Miller, Aude Schoentgen

Tandis que le monde entier porte son attention sur le changement climatique et ses répercussions, on demande au secteur des télécommunications d'étudier comment il pourrait réduire ses émissions de dioxyde de carbone (CO₂) et faire preuve de plus de responsabilité environnementale. Ce document précise les mesures que devront prendre les opérateurs mobiles pour diminuer leur empreinte carbone, et les méthodes à appliquer pour évaluer l'impact financier et environnemental des politiques envisagées avant leur mise en œuvre. Sont également proposés divers dispositifs d'incitation que les pouvoirs publics et les autorités de réglementation peuvent adopter pour favoriser une politique de télécommunication respectueuse du climat. Toutefois, il est important de veiller à ce que les émissions des opérateurs mobiles soient prises en compte dans le contexte général du secteur des télécommunications et à l'échelle macroéconomique.

Aujourd'hui, le changement climatique fait partie des problèmes planétaires les plus urgents, à l'origine de catastrophes telles que la fonte des glaciers, les feux de forêt, les inondations et les orages. Plusieurs conférences internationales se sont tenues et accompagnées de la signature de traités pour tenter de relever ce défi. La COP26 de Glasgow, en 2021, avait pour principal objectif d'acter un engagement des parties prenantes à atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050 et à maintenir la possibilité d'un réchauffement maximal de 1,5°C¹. Auparavant, l'Accord de Paris (2015) avait permis de fixer pour la première fois des objectifs de réchauffement planétaire inférieurs à deux degrés Celsius par rapport au niveau préindustriel d'ici à 2100².

Parallèlement à ces accords mondiaux, l'objectif de développement durable n°13 des Nations Unies (à l'horizon 2030) demande aux pays de prendre des mesures d'urgence pour lutter contre le changement climatique³. Le pacte vert de l'UE (2019) vise la nullité des émissions nettes de l'UE d'ici à 2050⁴, et la Loi européenne sur le climat prévoit de rendre les objectifs d'émissions juridiquement contraignants⁵.

Dans ce contexte, il est crucial que toutes les industries réfléchissent aux mesures qu'elles peuvent prendre pour réduire leur impact environnemental. Le secteur des télécommunications ne fait pas exception, et peut d'ailleurs fournir des outils qui permettront à d'autres industries de réduire leur propre impact.

Le changement climatique et le rôle du numérique

Le numérique joue un rôle double en matière de changement climatique : s'il est une source potentielle de CO₂, il offre aussi un moyen de réduire les émissions industrielles.

Dans cette optique, le secteur du numérique rend certains déplacements professionnels superflus et automatise diverses

opérations commerciales et chaînes d'approvisionnement pour différentes industries. En outre, les compteurs intelligents aident à surveiller la consommation d'énergie en temps réel et pourraient motiver des changements de comportement propices à une moindre consommation d'énergie.

En revanche, les législateurs doivent juguler toute augmentation de l'empreinte carbone résultant de ce secteur. Selon certaines estimations, les technologies numériques représentent 4 % des émissions mondiales⁶. Une étude de Belkhir et Elmeligi (2018)⁷ avance que ce secteur pourrait être responsable de 14 % des émissions mondiales d'ici à 2040 en l'absence de tout contrôle, dont 24 % provenant des seuls réseaux de communication.

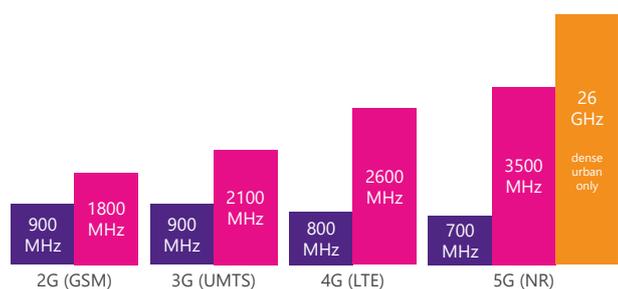
L'impact des petites cellules sur l'environnement

Selon les dernières données de l'UIT, datant de 2020, la pénétration mondiale moyenne du haut débit mobile est de 75,52 %, contre une pénétration du haut débit fixe de 16,89 % seulement⁸. Cet écart se constate particulièrement dans les pays en développement, qui n'ont généralement pas de réseaux fixes historiques sur lesquels s'appuyer pour le développement du haut débit.

Grâce à l'ubiquité des réseaux mobiles, l'introduction de technologies haut débit plus rapides telles que la 5G et l'éventuelle 6G à venir implique une densification des réseaux mobiles, et donc un déploiement accru de petites cellules, nécessaires à la fourniture d'une qualité de service élevée et uniforme. Bien qu'une petite cellule offre intrinsèquement une bonne efficacité énergétique, la production et le déploiement à grande échelle de ces cellules augmenteront obligatoirement les émissions globales d'un réseau mobile. Par exemple, pour la seule ville de New York, il est estimé qu'au moins 3 135 200 petites cellules devront être déployées pour prendre en charge les services 5G⁹.

Ces petites cellules viendront s'ajouter aux réseaux macrocellulaires actuels qui favorisent une meilleure couverture. En effet, l'architecture réseau 5G standard exploite simultanément trois bandes de fréquence (basse, intermédiaire et spectre millimétrique), mais doit rester compatible avec les réseaux UMTS et LTE pour les utilisateurs historiques.

Figure 1 : Illustration des besoins relatifs en stations de base¹⁰



Par conséquent, il convient de prévoir que les réseaux à haut débit plus denses afficheront une empreinte carbone supérieure, tout en nécessitant une infrastructure réseau supplémentaire pour les réseaux historiques. L'annonce du Groupe sur la politique en matière de spectre radioélectrique (RSPG), selon laquelle les technologies de haut débit filaire sont probablement plus économes en énergie que les technologies sans fil, n'a ainsi rien de surprenant¹¹.

Certains opérateurs mobiles (surtout en Europe) ont déjà commencé à travailler à l'encadrement des plans d'action pour le climat. La GSMA indique que 29 groupes d'opérateurs représentant 30 % des connexions mobiles du monde entier ont pris des engagements de réduction des émissions reposant sur des données scientifiques. Par exemple, O2 UK a défini un objectif de neutralité carbone d'ici à 2025¹², tandis qu'Orange vise une diminution de 30 % de ses émissions entre 2015 et 2025¹³.

Comment définir des objectifs d'émissions spécifiques pour les opérateurs mobiles ?

La commission d'études 5 de l'UIT-T¹⁴ classe les émissions de CO₂ du secteur des TIC en trois catégories, conformément à la classification de l'ONU.

Champ d'application 1 : émissions directes des actifs propres de l'entreprise.

Champ d'application 2 : émissions liées à la production d'électricité achetée par l'entreprise.

Champ d'application 3 : émissions de la chaîne d'approvisionnement.

La recommandation L.1470 de l'UIT-T indique que l'empreinte du secteur des TIC dépend à 80 % de l'utilisation d'électricité et de son intensité carbone¹⁵, et relève donc du champ

d'application 2. Comme les données de consommation énergétique sont relativement faciles à obtenir, il est possible de définir des objectifs d'émissions en conséquence.

Pour ce faire, il faut d'abord calculer les émissions de référence, en multipliant les unités d'électricité consommées par le facteur d'émission du réseau électrique, de façon à obtenir une valeur d'émissions de dioxyde de carbone (CO_{2e}). La commission d'études 5 de l'UIT-T a mené des recherches et estimé ces valeurs à partir des facteurs mondiaux moyens d'émissions conformément aux données fournies par l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

La capacité des opérateurs à rassembler des données sur l'électricité pour les champs d'application 1, 2 et 3 déterminera la pertinence de l'objectif en termes d'émissions. Les données relatives au champ d'application 3 risquent davantage d'être incomplètes en raison de la grande diversité des chaînes d'approvisionnement pour les réseaux mobiles. Ainsi, il pourrait être nécessaire pour les opérateurs de collaborer avec leurs fournisseurs pour obtenir des données sur l'électricité qu'ils consomment, dans l'optique d'élaborer une estimation complète et d'ajuster l'objectif d'émissions.

Une fois la référence calculée, elle peut être projetée pour observer la tendance en l'absence de toute intervention en faveur de l'environnement. Il convient ensuite de comparer cette dernière aux objectifs de trajectoire d'émissions définis par la commission d'études 5 de l'UIT-T (recommandation L.1470) et les études ultérieures pour les réseaux mobiles. Ces trajectoires ont été élaborées en tenant compte de l'objectif du GIEC consistant à maintenir le réchauffement planétaire à 1,5 °C d'ici à 2100. Il s'agit d'objectifs à moyen terme (moins de 15 ans) avec une réduction de 20 % d'ici à 2025 et de 50 % d'ici à 2030. Les entreprises seraient alors en voie d'atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050. La Figure 2 représente les trajectoires attendues des émissions de CO₂ des réseaux mobiles jusqu'en 2030, conformément à la recommandation L.1470.

En comparant le scénario de projection sans intervention en faveur de l'environnement avec les objectifs de la recommandation L.1470, l'opérateur disposera d'un aperçu de « ce qui devrait être » en matière d'émissions et d'objectifs, et sera ainsi en mesure de formuler ses propres objectifs conformément aux attentes internationales.

Figure 2 : Trajectoires des émissions de CO₂ des opérateurs mobiles¹⁶



Solutions envisageables pour atteindre les objectifs de réduction

La méthode proposée ci-dessus tient uniquement compte des émissions dues à la consommation d'électricité dans les réseaux de communication mobiles. En réalité, les opérateurs mobiles devraient se montrer plus ambitieux et adopter une approche plus globale incluant les émissions dues à la fabrication des équipements, au déploiement du réseau, à l'extraction des métaux rares utilisés et au transport associé. Une méthode souvent utilisée pour estimer les émissions de CO₂ provenant de ces sources est donnée par le guide d'évaluation des émissions de CO₂ du Département des Affaires, de l'Énergie et de la Stratégie industrielle (BEIS)¹⁷.

Pour réduire les émissions du champ d'application 3, les opérateurs doivent collaborer étroitement avec leurs partenaires de la chaîne d'approvisionnement et les inciter à prendre des mesures directes. Les émissions du champ d'application 2 peuvent être réduites par la transition vers les sources renouvelables d'électricité. Parmi les solutions dont disposent les opérateurs mobiles pour réduire les émissions du champ d'application 1 figurent l'affectation optimisée du spectre, le partage de l'infrastructure, la mise hors service des réseaux historiques, l'utilisation de réseaux pilotés par logiciel (SDN) et la virtualisation des réseaux.

Toutefois, il est important de déterminer l'impact de ces options sur les émissions nettes mondiales avant de les mettre en œuvre. Par exemple, bien que la technologie 5G soit plus avancée que les générations précédentes de technologies mobiles et qu'elle émette moins par unité de données consommée, elle entraînerait une consommation accrue de données à cause de la disponibilité d'applications à très haut débit, d'où une hausse des émissions globales du réseau 5G. En outre, comme cela a été décrit précédemment, le déploiement de la 5G nécessite l'installation d'une infrastructure

supplémentaire. Or, cette opération présente un coût environnemental.

Ainsi, il devient important pour un opérateur mobile d'évaluer les répercussions aussi bien environnementales que financières de toute intervention destinée à réduire ses émissions du champ d'application 1. La Figure 3 ci-dessous met en lumière les coûts et les avantages potentiels que doit quantifier un opérateur mobile pour observer l'impact net de la solution proposée en termes monétaires. Les émissions de CO₂ peuvent être monétisées à l'aide des tableaux de données d'estimation du carbone du BEIS (ou des équivalents internationaux).

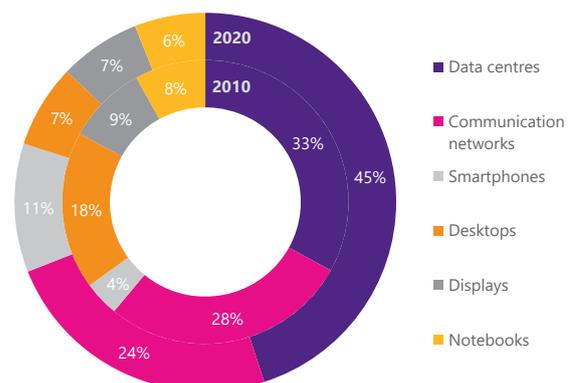
Figure 3 : Coûts et avantages potentiels des solutions de réduction des émissions de CO₂

Solutions	Coûts	Avantages
Transition vers les sources renouvelables d'électricité	<ul style="list-style-type: none"> Investissement dans de nouvelles technologies Augmentation possible des factures d'électricité Coût d'opportunité 	<ul style="list-style-type: none"> Possibles allègements fiscaux et subventions Réduction des émissions de CO₂ et baisse des coûts
Déploiement de la 5G	<ul style="list-style-type: none"> Investissement dans une nouvelle infrastructure Coût d'opportunité 	<ul style="list-style-type: none"> Capacité accrue du réseau et amélioration de la qualité de service Augmentation potentielle des recettes induite par la fourniture de services supplémentaires Réduction des émissions de CO₂ et baisse des coûts
Solutions d'alimentation électrique durables	<ul style="list-style-type: none"> Coût de remplacement Déploiement d'une nouvelle technologie Coût d'opportunité 	<ul style="list-style-type: none"> Possibles allègements fiscaux et subventions Réduction des émissions de CO₂ et baisse des coûts
Élargissement du spectre	<ul style="list-style-type: none"> Droits de licence de spectre Investissement dans de nouvelles technologies Satisfaction de toute obligation de déploiement Coût d'opportunité 	<ul style="list-style-type: none"> Coût réduit d'investissement dans l'infrastructure physique supplémentaire Autres avantages identiques à ceux offerts par le déploiement de la 5G
Partage de l'infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> Investissement dans de nouvelles technologies Perte de qualité de service Coût d'opportunité Problèmes de concurrence 	<ul style="list-style-type: none"> Avantages identiques à ceux offerts par l'élargissement du spectre
Mise hors service des réseaux historiques	<ul style="list-style-type: none"> Remplacement de la technologie Perte des recettes issues des services existants Migration des services existants Coût d'opportunité 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation potentielle des recettes en utilisant l'ancien spectre pour la prestation de services à très haut débit Capacité accrue du réseau et qualité de service améliorée Réduction des émissions de CO₂ et baisse des coûts
Réseaux pilotés par logiciel, virtualisation du réseau	<ul style="list-style-type: none"> Coût d'investissement dans de nouvelles technologies Coût d'opportunité 	<ul style="list-style-type: none"> Gains d'efficacité du réseau Coût réduit d'investissement dans l'infrastructure physique supplémentaire Réduction des émissions de CO₂ et baisse des coûts

Les sources d'émissions

Bien qu'il soit important de réfléchir aux possibilités d'adaptation des réseaux dans l'optique de réduire leurs effets sur le changement climatique, ils ne sont en aucun cas les seuls contributeurs aux émissions. Belkhir et Elmeligi (2018) soulignent l'incidence des smartphones sur l'empreinte globale des TIC. Selon leurs estimations, elle passerait de 4 % (en pourcentage de la part globale des TIC) en 2010 à 11 % en 2020, dépassant les contributions individuelles d'autres appareils tels que les ordinateurs portables ou fixes et les écrans d'ordinateur. Si cette tendance s'explique notamment par l'efficacité énergétique accrue et l'allongement de la durée de vie des appareils de bureau, elle n'en est pas moins corrélée à une augmentation générale du niveau total d'émissions de l'industrie.

Figure 4 : Part des émissions de CO₂ des appareils (2010, 2020)¹⁸



Les plus grands contributeurs aux émissions sont, de loin, les centres de données et leur part ne cesse de s'accroître. Avec l'utilisation accrue du *cloud* et des applications qui exigent beaucoup de calculs, les services exécutés en réseau pèsent de plus en plus dans le changement climatique. Il est impératif de prendre toutes les mesures possibles pour réduire ces émissions, comme le déplacement des centres de données vers des climats plus frais pour réduire les coûts de climatisation ou l'utilisation de technologies d'informatique quantique plus efficaces.

Cette démarche est importante ; malgré les preuves démontrant la hausse du coût environnemental des réseaux en eux-mêmes (comme indiqué ci-dessus), leur part dans les émissions totales est néanmoins en train de diminuer. Cette analyse indique que, même s'il est important que les opérateurs mobiles fassent tout leur possible pour améliorer l'efficacité environnementale de leurs réseaux, les efforts de l'industrie doivent également porter sur d'autres éléments, en particulier les services et les contenus.

Conclusions

Les opérateurs mobiles doivent définir des objectifs de réduction des émissions conformément aux trajectoires prescrites par la recommandation L.1470 de l'UIT, afin de contribuer à maintenir le réchauffement planétaire sous les 1,5 °C d'ici à 2100. Leur couverture étendue et leurs réseaux denses en font à juste titre un candidat précieux pour prendre la tête de la décarbonation du secteur des TIC.

Ils doivent procéder à une évaluation complète de la solution envisagée de réduction des émissions, en termes de viabilité financière et d'impact environnemental net, avant de la mettre en œuvre.

Les pouvoirs publics doivent soutenir les opérateurs mobiles dans leur recherche d'une fourniture de services plus écologique. Cela accélérera sans doute les actions des opérateurs mobiles et les aidera à atteindre les objectifs environnementaux des États. Pour commencer, l'autorité de réglementation des télécommunications et les ministères concernés devraient intégrer à leurs objectifs des responsabilités environnementales, en offrant des incitations fiscales ou des subventions pour l'adoption de sources renouvelables d'électricité, en mettant en place des mesures dissuasives telles qu'une taxe carbone et en encourageant le débat. À titre d'exemple, l'ARCEP a lancé en 2020 une plateforme ouverte sur « les technologies numériques et l'environnement »¹⁹ dans l'optique de mieux cerner et évaluer les principaux facteurs contribuant à l'empreinte environnementale du numérique. L'ARCEP coprésidait alors un nouveau groupe d'experts s'intéressant au développement durable au sein de l'ORECE (l'organe des régulateurs européens des communications électroniques)²⁰. L'engagement de la France en matière de protection de l'environnement a permis à l'ARCEP d'acquiescer l'autorité suffisante pour collecter des données environnementales auprès des opérateurs du marché pour une utilisation dans la réglementation.

En parallèle, les autorités de réglementation doivent tenir compte des autres pollueurs de l'industrie des télécommunications et envisager d'intervenir vis-à-vis d'autres services. Cependant, toute réglementation doit être élaborée en sachant que cette industrie joue un rôle important dans la réduction de l'impact environnemental d'autres secteurs, et il est donc crucial de s'assurer que toute mesure prise ne réduise pas la capacité et la prévalence des services de télécommunications.

¹ Bibliothèque de la Chambre des communes du Parlement du Royaume-Uni, *What were the outcomes of COP26?*, 2022. Disponible à l'adresse suivante : <https://commonslibrary.parliament.uk/what-were-the-outcomes-of-cop26/#:~:text=The%20COP26%20international%20climate%20conference,degrees%20of%20warming%20within%20reach.>

² Organisation des Nations Unies, *L'Accord de Paris*, 2021. Disponible à l'adresse suivante : <https://unfccc.int/fr/a-propos-des-ndcs/l-accord-de-paris>

³ Organisation des Nations Unies, *Les 17 objectifs*. Disponible à l'adresse suivante : <https://sdgs.un.org/fr/goals>

⁴ Commission européenne, *Priorités 2019-2024, Un pacte vert pour l'Europe*. Disponible à l'adresse suivante : https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr

⁵ Commission européenne, *Loi européenne sur le climat*. Disponible à l'adresse suivante : https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_fr

⁶ IITF, *Beyond the Energy Techlash: The Real Climate Impacts of Information Technology*, 2020. Disponible à l'adresse suivante : <https://itif.org/publications/2020/07/06/beyond-energy-techlash-real-climate-impacts-information-technology>

⁷ Belkhir L. et Elméligi A., *Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & Recommendations*, 2018. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.electronicssilentspring.com/wp-content/uploads/2015/02/ICT-Global-Emissions-Footprint-Online-version.pdf>

⁸ Moyenne calculée à partir des statistiques de l'UIT, 2020. Cf. fichiers Excel à l'adresse suivante : <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>

⁹ Curran C., *What Will 5G Mean for the Environment?*, 2020. Disponible à l'adresse suivante : <https://jsis.washington.edu/news/what-will-5g-mean-for-the-environment/>

¹⁰ Source : Analyse approximative à partir des données anonymisées provenant des opérateurs. Illustration fournie à titre informatif uniquement.

¹¹ RSPG, *RSPG Report on the role of radio spectrum policy to help combat climate change*, 2021. Disponible à l'adresse suivante : https://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2021/06/RSPG21-026final_RSPG_Report_on_Climate_Change.pdf

¹² O2, *O2 launches its greenest ever ad campaign*, 2021. Disponible à l'adresse suivante : <https://news.o2.co.uk/press-release/o2-launches-its-greenest-ever-ad-campaign/>

-
- ¹³ Orange, *Notre engagement pour l'environnement : Net Zéro Carbone en 2040*, 2021. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.orange.com/fr/engagements/orange-s-engage/pour-l-environnement/notre-engagement-pour-la-planete-net-zero-carbone-dici-2040>
- ¹⁴ Recommandation L.1470 de l'UIT-T. *Trajectoires des émissions de gaz à effet de serre pour le secteur des technologies de l'information et de la communication compatibles avec l'Accord de Paris adopté par la CCNUCC*. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=14084&lang=fr>
- ¹⁵ Recommandation L.1470 de l'UIT-T. *Trajectoires des émissions de gaz à effet de serre pour le secteur des technologies de l'information et de la communication compatibles avec l'Accord de Paris adopté par la CCNUCC*. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=14084&lang=fr>
- ¹⁶ Remarque : « T. et D. inclus » intègre les émissions dues aux pertes de transmission et de distribution d'électricité, alors que « Hors T. et D. » les exclut.
- ¹⁷ Département des Affaires, de l'Énergie et de la Stratégie industrielle, gouvernement du Royaume-Uni, *Green Book supplementary guidance: valuation of energy use and greenhouse gas emissions for appraisal*, octobre 2021. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.gov.uk/government/publications/valuation-of-energy-use-and-greenhouse-gas-emissions-for-appraisal>
- ¹⁸ Source : Belkhir et Elmelig (2018)
- ¹⁹ ARCEP, *Numérique et environnement*. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.arcep.fr/nos-sujets/numerique-et-environnement.html>
- ²⁰ ARCEP, *Impact environnemental du numérique*, avril 2020. Disponible à l'adresse suivante : <https://www.arcep.fr/actualites/les-communiques-de-presse/detail/n/impact-environnemental-du-numerique.html>