

# Se lancer dans l'industrie 4.0 avec les réseaux 5G privés

Face au constat que les abonnements grand public ne suffiront pas à payer la facture, l'adoption de la 5G dans le secteur industriel est devenue essentielle pour que la technologie soit rentable. Les réseaux 5G privés, qui promettent de donner un coup de pouce bienvenu à la productivité industrielle, ont des implications considérables en termes de spectre de fréquence, de stratégies de déploiement sur le terrain, de gestion opérationnelle et de propriété desdits réseaux.

« La productivité n'est pas tout, mais à long terme, elle représente presque tout », aurait déclaré l'économiste et prix Nobel Paul Krugman dans un récent ouvrage de la Banque mondiale analysant les implications de la pandémie de Covid-19 sur le déclin de la croissance de la productivité mondiale<sup>(1)</sup>. Malgré son impact déjà considérable sur l'économie mondiale, la crise s'avère aussi source d'opportunités, puisqu'elle pourrait bien accélérer l'adoption des technologies numériques, parmi lesquelles la cinquième génération de technologies de communication cellulaire, la 5G, donnant ainsi une impulsion bienvenue à la productivité industrielle.

Un test 5G récemment réalisé dans l'industrie au Royaume-Uni donne une idée de l'ampleur potentielle de cette impulsion. Pour cette étude pilote, le Worcestershire 5G Consortium a déployé un réseau 5G sur les sites de Worcester-Bosch, un fabricant de chaudières, et de Yamazaki Mazak, un constructeur de machines-outils. En tenant uniquement compte de l'un des aspects des sites se prêtant à la numérisation, à savoir l'atelier de production, l'essai aurait entraîné des gains de productivité de l'ordre de 2%. Les entreprises qui ont accueilli cet

## AUTEURE



Sylvia Lu, Head of Technology Strategy, Product Center Cellular, u-blox.

essai pilote estiment qu'une extension à l'ensemble de leurs opérations serait véritablement source d'opportunité<sup>(2)</sup>. Alors, imaginons que cette approche soit appliquée à l'ensemble de l'économie...

## Pratique pour le grand public, essentiel pour l'industrie de demain

Pour certains consommateurs vivant dans des zones couvertes par la 5G, la technologie offre déjà un gain de performances sous la forme de fonctionnalités similaires à la 4G LTE,

mais en mieux. Dans le secteur industriel, elle ira plus loin, en offrant des cas d'utilisation totalement inédits, qui demeuraient impossibles avec les générations précédentes de technologies de réseau mobile. A terme, l'adoption effective par les clients professionnels sera essentielle pour que les fournisseurs de services mobiles puissent récupérer les investissements considérables nécessaires à la mise en place des réseaux.

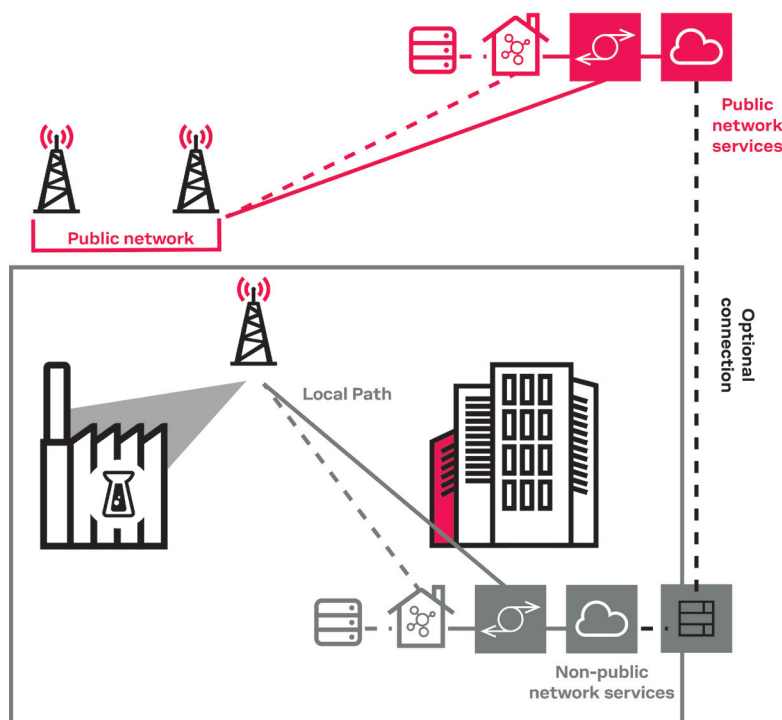
Les réseaux à longue portée et basse consommation (LPWA) 4G LTE actuels (LTE-M et NB-IoT), qui font déjà partie des normes 5G, offrent un

premier aperçu du potentiel de la 5G pour redéfinir les activités opérationnelles dans l'industrie. En offrant une connectivité à faible coût et à faible débit pour les usages courants de l'Internet des objets (IoT) dans l'industrie, tels que les capteurs connectés, les compteurs intelligents et le suivi d'actifs, les technologies LPWA combinent la simplicité et la souplesse d'un dispositif sans fil et sécurisé par carte SIM avec d'autres caractéristiques essentielles telles que la mobilité.

Pour diverses raisons, les entreprises se sont toutefois montrées prudentes dans l'adoption des technologies cellulaires pour automatiser leurs usines, leurs chaînes d'approvisionnement et d'autres aspects opérationnels. Et ce pour diverses raisons. Malgré la facilité d'intégration, la souplesse et les performances élevées

### 1 DÉPLOIEMENT D'UN RÉSEAU 5G INDUSTRIEL EN TANT QUE RÉSEAU ISOLÉ

Dans cette option, les déploiements autonomes sur site impliquent la mise en place d'un réseau de communication mobile complet qui est détenu et exploité par le client industriel, laissant éventuellement la porte ouverte à une connexion au réseau public afin d'accéder aux services de ce dernier.



offertes, les responsables des technologies opérationnelles (OT) ont été freinés par les risques –responsabilité, sécurité, confidentialité– liés à la dépendance à l'égard d'un tiers pour des services essentiels à leur activité.

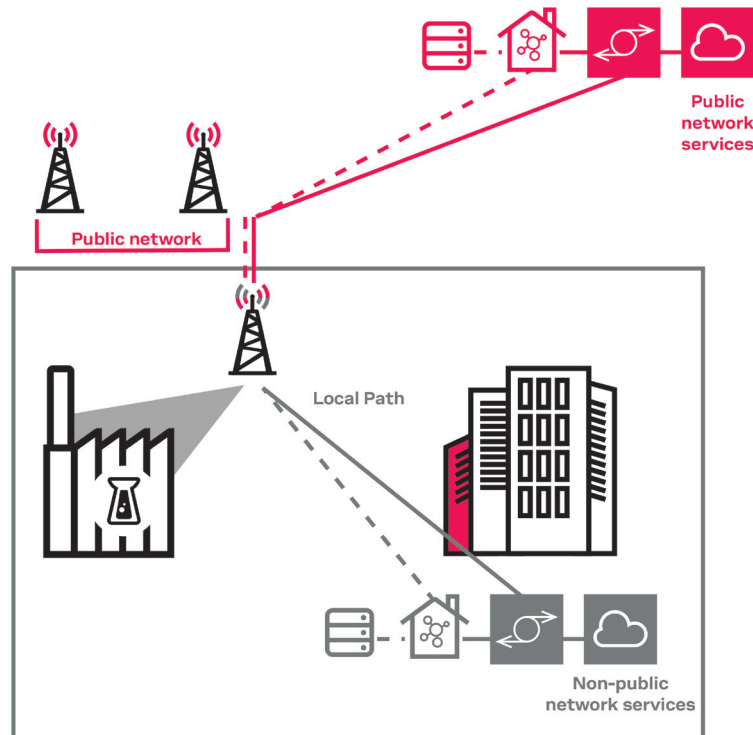
Dans cet article, nous nous intéressons à la façon dont les réseaux 5G privés, à l'instar de celui déployé par le Worcestershire 5G Consortium comme mentionné en introduction, gèrent ces risques. Nous examinerons également les interactions entre les besoins des entreprises focalisées sur les technologies opérationnelles (OT), la disponibilité du spectre, les options de déploiement, la gestion de l'exploitation, les fonctionnalités supplémentaires et les questions de propriété.

## Les réseaux 5G privés en bref

Les réseaux 5G publics offrent une connectivité cellulaire à quiconque dispose d'un terminal certifié et doté d'une carte SIM et d'un abonnement. Les réseaux 5G privés limitent leur service à des groupes d'utilisateurs fermés, généralement au sein d'une entreprise. Comme les besoins en matière de connectivité réseau diffèrent d'un cas à l'autre, les spécifications exactes du réseau privé sont adaptées pour répondre aux exigences de l'entreprise partenaire en termes de qualité de service, de sécurité, de fiabilité, de responsabilité et d'autres facteurs. Une usine de production automobile pourrait, par exemple, avoir besoin d'une combinaison de fonctions de connectivité 5G pour rationaliser ses opérations, augmenter sa productivité et protéger ses travailleurs. Il lui faudrait un IoT massif (eMTC, enhanced Machine-Type Communications), pour connecter une batterie de capteurs IoT industriels au cloud de l'entreprise, un IoT à large bande (eMBB, enhanced Mobile Broadband), pour fournir une connectivité sans fil à haut débit dans toute l'usine, et une connectivité IoT critique (uRLLC, ou Ultra-Reliable

### 2 DÉPLOIEMENT D'UN RÉSEAU 5G INDUSTRIEL AVEC UN RAN (RADIO ACCESS NETWORK) PARTAGÉ

Dans cette option, le partage du seul réseau d'accès radio permet aux responsables des technologies opérationnelles de bénéficier d'une tranche virtuellement isolée du réseau d'accès radio 5G, tout en conservant le contrôle et la propriété totale du plan de commande, ainsi que de ses propres services non publics.



Low Latency Communication) pour permettre l'utilisation d'outils d'assistance reposant sur la réalité virtuelle et contrôler des robots industriels. En outre, elle pourrait souhaiter étendre le service aux véhicules qui sortent de la chaîne de production par-delà les limites de l'usine de fabrication, d'abord jusque chez les concessionnaires automobiles, puis chez les propriétaires privés de leurs véhicules pour le suivi des opérations d'après-vente.

### Vers un découpage virtuel

La mise en place des trois piliers technologiques de la 5G –eMTC, eMBB, uRLLC– nécessite trois ingrédients essentiels : un spectre sans fil suffisant dans les bandes de fréquence appropriées, l'équipement lui-même et l'infrastructure de réseau mobile nécessaire pour y accéder. L'IoT à large bande nécessite par exemple une portion de spectre suffisamment étendue, soit en dessous de 6 GHz, soit en ondes millimétriques (24 GHz et plus), pour offrir un débit élevé. L'IoT massif, en revanche, utilise des bandes de fré-

quence inférieures à 2 GHz pour offrir une couverture améliorée à de faibles débits de données. Enfin, la connectivité IoT critique exploite un réseau de transport hautement synchronisé et à faible latence, assez rapide pour envoyer des paquets de données d'un équipement d'extrémité à un autre en moins de 5 millisecondes<sup>(3)</sup>.

Le spectre radio est une ressource rare et les moyens par lesquels il est attribué aux réseaux industriels sont souvent un objet de litige. Donner libre cours aux forces du marché pourrait conduire à une thésaurisation du spectre et exclure du marché les petites entreprises moins riches et les retardataires. D'un autre côté, une réglementation trop poussée, attribuant par exemple une partie fixe du spectre aux clients industriels, pourrait à l'inverse conduire à une utilisation inefficace du spectre et priver les opérateurs de réseau

mobile (MNO) des économies d'échelle dont ils ont besoin pour récupérer leurs investissements.

Il n'est pas surprenant que les différents marchés adoptent des approches différentes pour l'attribution du spectre. Ils se répartissent essentiellement en deux camps. Certains, comme l'Allemagne, le Royaume-Uni et le Japon, réservent spécifiquement du spectre pour des applications industrielles, tandis que d'autres, comme la France et l'Italie, allouent le spectre à des MNO jouant à leur tour un rôle d'intermédiaire. Impossible de dire aujourd'hui quelle approche prévaudra. Ce qui est clair cependant, c'est que la diversité des approches ajoute un niveau de complexité supplémentaire au paysage déjà fragmenté des réseaux mobiles.

En définitive, l'objectif sera de faire en sorte que les entreprises, même celles qui tardent à s'engager, puissent acquérir à un prix abordable le spectre dont elles ont besoin pour leurs activités. L'un des moyens d'y parvenir, préconisé par le fournisseur de technologies de réseau mobile

Ericsson, consiste à adopter une approche fondée sur l'immobilier, selon laquelle le spectre industriel couvrant un site spécifique peut uniquement être acheté par le propriétaire foncier local, tout en laissant les fournisseurs de services de communication avoir accès au spectre inutilisé, afin de les aider à répondre à la demande publique.

A terme, résoudre le casse-tête de l'allocation du spectre impliquera deux aspects :

- Le spectre sans fil devra être harmonisé entre les territoires afin de maximiser le marché exploitable pour les appareils 5G et tirer parti des économies d'échelle rendues possibles par une clientèle mondiale.

- Une forme quelconque de critères neutres d'équité sera nécessaire pour garantir que la disponibilité du spectre soit prévisible sur de longues périodes et qu'un maximum de parties prenantes puisse accéder à la technologie et en profiter.

### Une palette d'options de déploiement

Pour répondre aux exigences spécifiques à leurs applications sans gaspiller les rares fréquences disponibles, les clients industriels disposent d'un éventail d'options allant du déploiement d'une infrastructure complète de réseau de communication mobile sur leur propre site et exploitée par leurs soins (ou par l'intermédiaire d'un tiers, souvent un MNO), à des solutions hybrides utilisant le réseau public de communication mobile à des degrés divers. Ces scénarios sont étudiés plus en détail dans un livre blanc de la 5G Alliance for Connected Industries and Automation, 5G-ACIA<sup>(4)</sup>.

Dans la première option (figure 1), les déploiements autonomes sur site impliquent la mise en place d'un réseau de communication mobile complet qui est détenu et exploité par le client industriel, laissant éventuellement la porte ouverte à une connexion au réseau public afin d'accéder aux services de ce dernier et

permettre l'itinérance pour étendre l'accès au-delà du périmètre desservi. Les déploiements hybrides, en revanche, se servent tous du réseau public dans une certaine mesure.

Dans la deuxième option (figure 2), le partage du seul réseau d'accès radio permet aux responsables des technologies opérationnelles de bénéficier d'une tranche virtuellement isolée du réseau d'accès radio 5G, tout en conservant le contrôle et la propriété totale du plan de commande, ainsi que de ses propres services non publics. La troisième option (figure 3) délègue également les fonctions de plan de commande au réseau public. Enfin, la quatrième option (figure 4) fait fonctionner l'ensemble du réseau privé sur une tranche dédiée du réseau public, tout en conservant un canal de communication avec le cloud de l'entreprise. Les compromis à trouver entre ces différentes approches sont considérables. Exploiter un réseau de communication mobile totalement isolé sur site et assumer la propriété et la responsabilité totales de l'infrastructure offrent le plus haut degré de sécurité, de confidentialité et de contrôle, mais au prix d'une exper-

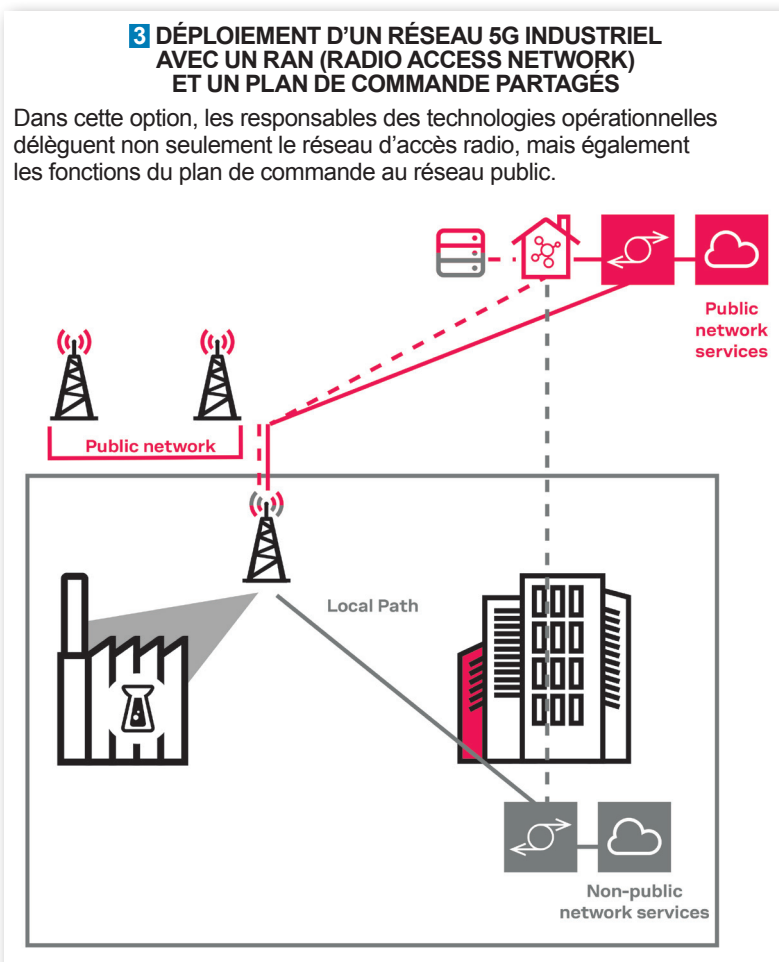
tise technologique approfondie. L'isolement physique du réseau signifie que l'extension de la couverture à d'autres usines et au réseau public, par exemple pour le suivi des actifs, la gestion de la chaîne d'approvisionnement et la logistique, devra également être gérée.

En revanche, la mise en place et l'exploitation d'un réseau privé dans le cadre du réseau public nécessitent beaucoup moins d'expertise en matière de TIC pour les clients de technologies opérationnelles. On pourrait penser que cela rend cette solution plus attractive pour les petites entreprises. Cependant, afin de parer les risques liés à l'externalisation d'infrastructures essentielles, notamment pour assurer la sécurité des données et gérer les conséquences financières des interruptions de service, il convient de définir des obligations et des responsabilités légales au niveau du fournisseur de réseau.

### Exploiter les avantages de la quatrième révolution industrielle

L'investissement dans un réseau privé peut devenir le catalyseur d'une numérisation en profondeur des processus industriels qui, comme relevé en introduction de cet article, s'avère rentable en termes de gains de productivité. Dans un livre blanc, Ericsson indique que la transformation numérique peut également améliorer les résultats d'une entreprise grâce à une augmentation de 2 à 3 % des recettes du fait de l'amélioration du débit et de la qualité, et générer de 9 à 18 % d'économies grâce à une meilleure rentabilité du capital et à une baisse des coûts de fabrication<sup>(5)</sup>.

Cela commence au niveau du matériel, avec des équipements à connexion sans fil offrant une souplesse sans précédent, ce qui les rend plus simples à installer, à mettre en service, à entretenir, à reconfigurer et à remplacer. La suppression des câbles élimine l'un des principaux points faibles des installations câblées. En





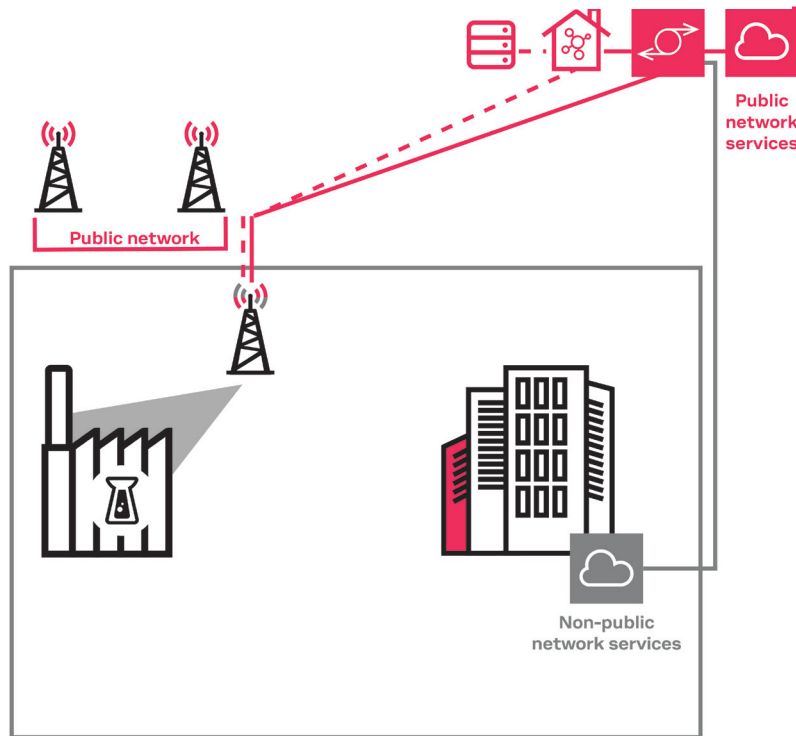
outre, le consortium 3GPP, dirigé par l'industrie, qui supervise le processus de normalisation sous-jacent à la technologie 5G, s'est engagé à assurer la longévité des solutions cellulaires. Exemple concret : les technologies cellulaires 4G LPWA déployées à ce jour font déjà partie de la famille des normes 5G. Les cas d'utilisation qui pourraient bénéficier d'une numérisation accrue sont très nombreux. Les jumeaux numériques intelligents permettront par exemple d'intégrer à un modèle informatique toutes les entrées des capteurs déployés au sein d'une installation de production. Le consortium 5G-SMART, dont u-blox est un membre actif, étudie leurs besoins technologiques. Une grande fiabilité et une faible latence sont essentielles pour que ces représentations virtuelles des processus de fabrication puissent fournir des informations significatives, susceptibles de procurer une valeur ajoutée. Parmi les autres exemples étudiés par le consortium 5G-SMART, on peut citer le contrôle des robots sur la chaîne de fabrication avec ses strictes exigences de latence de l'ordre de la milliseconde et de fiabilité à 99,9999%, ou encore le contrôle des véhicules à guidage automatique et la commande à distance des grues automatisées. La communication à haut débit et faible latence de la 5G pourrait enfin permettre des applications de réalité mixte dans un environnement d'usine. La 5G procurera également de nouveaux niveaux de performance en termes de précision du timing et de la synchronisation distribués pour les applications industrielles, mais aussi de positionnement intérieur (et universel).

### Se montrer à la hauteur de la médiatisation

Ces dernières années, le battage médiatique autour de la technologie 5G a été quasi ininterrompu. Face au constat que les abonnements grand

#### 4 CAS DU RÉSEAU 5G NPN (NON-PUBLIC NETWORK) DÉPLOYÉ DANS UN RÉSEAU PUBLIC

Dans la quatrième option, l'ensemble du réseau privé fonctionne sur une tranche dédiée du réseau public, tout en conservant un canal de communication avec le cloud de l'entreprise.



public ne suffiront pas à payer la facture, l'adoption de la 5G dans le secteur industriel est devenue essentielle pour que la technologie soit rentable et, idéalement, à la hauteur de sa médiatisation. C'est précisément là que les réseaux 5G privés joueront un rôle fondamental, en apportant de nouvelles catégories de fonctionnalités de réseaux cellulaires aux entreprises tout en atténuant les risques associés, grâce à un isolement virtuel ou physique de ces réseaux, des accords contractuels de niveau de service et des responsabilités clairement définies.

Grâce à diverses options de déploiement, les responsables des technologies opérationnelles pourront choisir une solution conciliant leur désir d'avoir la pleine propriété de l'infrastructure de réseau cellulaire et leur degré effectif d'expertise technique. Enfin, les réseaux 5G privés offrent un cadre sur lequel les régulateurs peuvent s'appuyer pour garantir une attribution efficace du spectre entre les acteurs publics et privés en présence, et stimuler la concurrence.

La plupart des réseaux 5G privés étant encore en phase pilote et les aspects clés des normes 5G conti-

nant à évoluer, il reste beaucoup à apprendre du côté des parties prenantes, qu'il s'agisse des régulateurs nationaux, des MNO, des sociétés de technologies opérationnelles ou même du consortium 3GPP lui-même. Dans cet effort, les consortiums dirigés par l'industrie comme le 5G-ACIA et de nombreux autres bancs d'essai et expérimentations comme 5G-SMART sont essentiels, non seulement pour étudier les exigences techniques auxquelles les normes 5G devraient répondre, mais aussi pour jeter les bases de l'établissement des meilleures pratiques en termes de déploiement et de certification des réseaux 5G privés, et tirer le meilleur parti de leurs multiples avantages.

L'adoption des facettes uniques de la technologie 5G, en particulier l'IoT massif et la connectivité IoT critique, se fera très probablement sous l'impulsion des secteurs industriels verticaux, qui devraient être les premiers à tirer parti des réseaux 5G privés. Le succès de ce segment sera déterminant pour stimuler l'adoption de la 5G et de la numérisation en général dans d'autres segments, notamment la communication satellite, maritime et automobile. Le monde étant déjà ébranlé par un semestre de crise due à la Covid-19 et l'issue de la pandémie n'étant aucunement en vue, la pression pour stimuler la productivité mondiale afin de contribuer à la reprise économique va sans aucun doute renforcer les tendances actuelles en faveur de la numérisation et de l'adoption de la 5G. ■

(1) <https://www.worldbank.org/en/research/publication/global-productivity>

(2) <https://uk5g.org/5g-updates/read-articles/uks-first-5g-industrial-trial-suggests-new-technol/>

(3) <https://broadbandlibrary.com/5g-low-latency-requirements/>

(4) 5G Non-Public Networks for Industrial Scenarios, 5G-ACIA, July 2019

(5) 5G spectrum for local industrial networks, Ericsson, June 2020