

Contribution économique du large bande, de la généralisation du numérique et de la réglementation des TIC: modélisation économétrique pour la région Europe de l'UIT



Contribution économique
du large bande, de la
généralisation du numérique et
de la réglementation des TIC:
modélisation économétrique
pour la région Europe de l'UIT

Remerciements

Le présent rapport a été établi par MM. Raul Katz et Fernando Callorda, deux spécialistes de l'Union internationale des télécommunications (UIT), sous la direction de la Division de l'environnement réglementaire et commercial (RME) du Bureau de développement des télécommunications (BDT).

ISBN

978-92-61-29872-2 (version papier)

978-92-61-29882-1 (version électronique)

978-92-61-29892-0 (version EPUB)

978-92-61-29902-6 (version Mobi)



Avant d'imprimer ce rapport, pensez à l'environnement.

© ITU 2020

Certains droits réservés. Le présent ouvrage est publié sous une licence Creative Commons Attribution Non-Commercial-Share Alike 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO).

Aux termes de cette licence, vous êtes autorisé(e)s à copier, redistribuer et adapter le contenu de la publication à des fins non commerciales, sous réserve de citer les travaux de manière appropriée. Dans le cadre de toute utilisation de ces travaux, il ne doit, en aucun cas, être suggéré que l'UIT cautionne une organisation, un produit ou un service donnés. L'utilisation non autorisée du nom ou logo de l'UIT est proscrite. Si vous adaptez le contenu de la présente publication, vous devez publier vos travaux sous une licence Creative Commons analogue ou équivalente. Si vous effectuez une traduction du contenu de la présente publication, il convient d'associer l'avertissement ci-après à la traduction proposée: "La présente traduction n'a pas été effectuée par l'Union internationale des télécommunications (UIT). L'UIT n'est pas responsable du contenu ou de l'exactitude de cette traduction. Seule la version originale en anglais est authentique et a un caractère contraignant". On trouvera de plus amples informations sur le site: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>.

Raul Katz détient un doctorat en gestion et en science politique du *Massachusetts Institute of Technology*. Il est actuellement directeur du service de recherche en stratégie commerciale au *Columbia Institute for Tele-Information* et président de *Telecom Advisory Services LLC* (www.teleadvs.com). Avant de fonder *Telecom Advisory Services*, il avait travaillé pendant vingt ans chez *Booz Allen Hamilton*, dont il faisait partie de l'équipe de direction et où il dirigeait le service chargé des télécommunications pour l'Amérique du Nord et l'Amérique latine.

Fernando Callorda a un BA et un MA en économie de l'*Universidad de San Andres* en Argentine. Il est directeur de projets chez *Telecom Advisory Services LLC*. Il est également professeur assistant à l'UNLAM, en Argentine, et chargé de recherche au sein du Réseau national d'universités publiques (*National Network of Public Universities*). Avant de rejoindre *Telecom Advisory Services*, il était consultant chez Deloitte et analyste au Parlement argentin.

Le potentiel de transformation des technologies numériques et de la connectivité donne à chacun les moyens d'agir, instaure un environnement propice à l'innovation et apporte des changements positifs dans les processus commerciaux et l'économie mondiale.

L'étude récemment menée par l'UIT sur la contribution économique du large bande, de la généralisation du numérique et de la réglementation des technologies de l'information et de la communication (TIC) contient une analyse économétrique à l'échelle mondiale, fondée sur des données fiables, qui vise à mesurer l'incidence du large bande fixe et mobile et de la transformation numérique sur l'économie dans son ensemble. Cette étude traite aussi de l'incidence des variables institutionnelles et réglementaires sur l'évolution de l'écosystème numérique.

Compte tenu de ces données et de l'analyse visant à mesurer les effets de la généralisation du numérique dans son ensemble, il est apparu nécessaire de mener des études supplémentaires pour examiner ces effets plus en profondeur, en concentrant les travaux sur des régions particulières de la planète. En reprenant les méthodes et modèles économétriques employés pour évaluer les effets à l'échelle mondiale, le présent rapport permet d'apprécier les conséquences du large bande, de la transformation numérique et du cadre politique et réglementaire sur la croissance des marchés des services numériques dans la région Europe.

Ce rapport présente en outre des éléments attestant de l'importance des variables réglementaires et institutionnelles pour la croissance du numérique, montrant ainsi que les technologies du large bande et une réglementation efficace des TIC peuvent avoir une influence positive sur l'évolution des économies nationales et la prospérité.

Il semble indiquer qu'un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande mobile dans la région Europe entraînerait une augmentation de 2,1% du PIB par habitant. Il confirme en outre l'effet positif de la composante politique et réglementaire dans la région, et semble indiquer qu'un accroissement de 10% signalé par l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT entraîne une augmentation de 0,61% de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF dans la région.

Je suis convaincue que ces travaux de recherche, qui ne cessent de s'étoffer, contribueront à orienter les membres de la région Europe et pourront les aider à élaborer des politiques et des stratégies intelligentes et durables afin de tirer le meilleur parti d'un écosystème du large bande aussi dynamique que prometteur.



Doreen Bogdan-Martin
Directrice du Bureau de développement des télécommunications de l'UIT

Table des matières

Auteurs	iii
Avant-propos	v
1 Introduction	1
2 Effets observés à l'échelle mondiale	2
2.1 Incidence économique du large bande fixe	2
2.2 Incidence économique du large bande mobile	3
2.3 Incidence économique de la généralisation du numérique	3
2.4 Incidence du cadre politique et réglementaire sur l'évolution de la généralisation du numérique	4
3 Contribution économique du large bande et de la généralisation du numérique, et incidence de la politique sur la généralisation du numérique dans la région Europe	4
3.1 Tour d'horizon des travaux de recherche publiés	4
3.2 Hypothèses	6
3.3 Incidence économique du large bande fixe en Europe	6
3.4 Incidence économique du large bande mobile	10
3.5 Incidence économique de la généralisation du numérique dans la région Europe	14
3.6 Incidence du cadre politique et réglementaire sur la généralisation du numérique en Europe	15
4 Conclusion	20
Annexe A: Source des données employées dans les modèles ayant servi à évaluer l'incidence économique du large bande fixe et mobile	23
Annexe B: Indicateurs intégrés dans l'indice de développement des écosystèmes numériques et sources des données	24
Annexe C: Modélisation économétrique	28
Bibliographie	33

Liste des tableaux et des figures

Tableaux

Tableau 1: Incidence économique du large bande fixe dans la région Europe (2007-2018)	7
Tableau 2: Incidence économique du large bande fixe (2007-2018) (pays à revenu élevé et faible)	8
Tableau 3: Incidence économique du large bande fixe (comparaison de pays à revenu élevé et faible dans la région Europe et dans l'étude mondiale de l'UIT)	9
Tableau 4: Incidence économique du large bande mobile (2011-2018)	11
Tableau 5: Incidence économique du large bande mobile (comparaison entre pays à revenu élevé et faible)	12
Tableau 6: Incidence économique du large bande mobile (comparaison de pays à revenu élevé et faible dans la région Europe et dans l'étude mondiale de l'UIT)	13
Tableau 7: Incidence économique de la généralisation du numérique dans la région Europe (2010-2018)	14
Tableau 8: Incidence économique de la généralisation du numérique, 2010-2018 (comparaison entre la région Europe et des pays membres de l'OCDE)	15
Tableau 9: Corrélation entre l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT et l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF	16
Tableau 10: Incidence des données décalées de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF	17
Tableau 11: Incidence des données décalées de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF	17
Tableau 12: Régression entre des piliers de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT et les piliers de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF	18
Tableau 13: Incidence des composantes de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur les piliers de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF	19
Tableau 14: Résumé des résultats des modèles économétriques (comparaison entre la région Europe et l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018)	20
Outil de suivi réglementaire des TIC et piliers de l'indice de développement de l'écosystème numérique	32

Figures

Figure 1: Principales conclusions pour la région Europe	22
Figure 2: Structure conceptuelle de l'indice de développement de l'écosystème numérique	31

1 Introduction

Le présent rapport, intitulé "*Contribution économique du large bande, de la généralisation du numérique et de la réglementation des TIC: modélisation économétrique pour la région Europe de l'UIT*", contient un ensemble d'analyses économétriques permettant d'évaluer la contribution économique du large bande et de la généralisation du numérique ainsi que les effets des politiques en matière de TIC sur l'évolution de l'économie numérique. On trouvera dans l'annexe C un résumé de la méthode économétrique employée. Ce rapport démontre de manière concrète les effets du large bande et de la transformation numérique sur l'économie, ainsi que l'incidence des variables institutionnelle et réglementaire sur la croissance de l'écosystème numérique.

Le rapport est cohérent avec les conclusions d'une étude mondiale de l'UIT publiée en 2018 sur la contribution économique du large bande, de la généralisation du numérique et de la réglementation des TIC¹, qui était fondée sur un large échantillon d'économies et qui illustrait les incidences et effets suivants:

- L'incidence économique du large bande fixe est soumise à l'effet de rendement d'échelle², en vertu duquel elle est plus importante dans les économies à revenu élevé que dans les économies à faible revenu;
- L'incidence économique du large bande mobile obéit à un effet de saturation, en vertu duquel sa contribution est plus importante dans les pays à faible revenu que dans les pays à revenu moyen ou élevé;
- L'incidence de l'écosystème numérique est plus importante dans des pays à économie plus avancée que dans des pays en développement;
- Le cadre réglementaire et politique a la même incidence sur le développement de l'écosystème numérique, quel que soit le niveau de développement du pays.

Les responsables politiques et les législateurs ont estimé que ces éléments étaient importants, notamment au regard de deux questions essentielles:

- 1) Quelles technologies devraient-elles être prioritaires sur le plan politique en termes d'adoption?
- 2) Comment faire en sorte qu'au-delà de l'adoption du large bande, des politiques soient mises en place pour favoriser le développement de l'écosystème numérique?

Compte tenu des conclusions de ces travaux de recherche, des appels ont été lancés pour que des études supplémentaires soient menées afin d'examiner ces effets plus en profondeur, en se concentrant sur certaines régions particulières de la planète. Le présent rapport, qui reprend les méthodes et modèles employés pour évaluer les effets à l'échelle mondiale, porte sur les 46 pays de la région Europe au sens de l'UIT. Il est complété par des études établissant ces effets dans d'autres régions³. On trouvera dans la section 2 un résumé de l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018, puis dans la section 3 le résultat des analyses concernant la région Europe.

¹ *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation*. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Documents/FINAL_1d_18-00513_Broadband-and-Digital-Transformation-E.pdf.

² D'une manière générale, l'effet de rendement d'échelle s'entend d'une diminution du coût unitaire lorsque l'échelle de production augmente dans le temps et que des intrants tels que l'emploi de capital matériel sont variables. Les auteurs du rapport *ITU report on the impact of broadband on the economy, 2012* (https://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports_Impact-of-Broadband-on-the-Economy.pdf) observent que selon la théorie du rendement d'échelle, l'incidence économique du large bande s'accroît de manière exponentielle avec le taux de pénétration de la technologie.

³ Études régionales sur la contribution économique du large bande, de la généralisation du numérique et de la réglementation des TIC: modélisation économétrique pour l'Afrique, les Amériques, les États arabes, l'Asie-Pacifique et l'Europe. Voir <https://www.itu.int/pub/D-PREF-EF/en>.

2 Effets observés à l'échelle mondiale

La présente section détaille les types d'analyses et de méthodes employés dans l'étude mondiale de l'UIT de 2018, ainsi que ses résultats (voir la note de bas de page N° 1).

Cette étude mondiale avait surtout pour but d'examiner trois effets:

- 1) la contribution économique du large bande fixe et mobile;
- 2) la contribution économique de la généralisation du numérique (une variable qui place la technologie du large bande dans un ensemble plus vaste de composantes de l'écosystème numérique)⁴; et
- 3) les effets du cadre politique et réglementaire sur la croissance des marchés des services et des applications numériques.

Les conclusions de chaque analyse sont présentées dans la section ci-dessous pour établir le contexte dans lequel s'inscrivent les modèles destinés aux pays de la région Europe.

2.1 Incidence économique du large bande fixe

Le modèle économétrique structurel⁵, qui est composé de quatre équations⁶, a permis de présenter des preuves de l'incidence du large bande fixe sur l'économie entre 2010 et 2017. Appliqué à un échantillon de 139 pays, le modèle général concernant le large bande fixe a montré qu'un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande fixe entraînait une augmentation de 0,8% du produit intérieur brut (PIB) par habitant.

L'échantillon a été classé en trois ensembles (pays à revenu élevé, moyen et faible) pour déterminer si la contribution du large bande fixe au PIB augmentait ou diminuait avec le niveau de développement économique pour:

- 1) Des pays ayant un PIB par habitant supérieur à 22 000 USD (50 pays).
- 2) Des pays ayant un PIB par habitant entre 12 000 et 22 000 USD (26 pays).
- 3) Des pays ayant un PIB par habitant inférieur à 12 000 USD (63 pays).

Les résultats ont confirmé l'hypothèse selon laquelle l'incidence économique du large bande fixe augmentait avec le niveau de développement économique:

- Pays à revenu élevé: un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande fixe entraîne une augmentation de 1,4% du PIB.
- Pays à revenu moyen: un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande fixe entraîne une augmentation de 0,5% du PIB.
- Pays à faible revenu: le coefficient d'incidence du large bande fixe était analogue à celui des pays à revenu moyen (un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande fixe entraîne une augmentation de 0,5% du PIB) mais il n'était pas significatif sur le plan statistique⁷.

⁴ La généralisation du numérique est mesurée par l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (voir les indicateurs composant cet indice dans l'appendice B). La méthode de calcul est présentée dans *Katz and Callorda, 2018*.

⁵ Les modèles structurels sont fondés sur un ensemble d'équations simultanées qui sont appliquées lorsqu'on considère par hypothèse que certains phénomènes ont une causalité réciproque (par exemple, est-ce le large bande qui contribue à l'économie ou est-ce le développement économique qui anime la croissance du large bande?). Ils permettent de mesurer l'une des directions de la causalité (par exemple, c'est le large bande qui contribue à l'économie).

⁶ On trouvera le détail des modèles et des méthodes dans l'étude mondiale de l'UIT citée dans la note de bas de page N° 1.

⁷ Le coefficient n'est pas significatif sur le plan statistique car il n'y a pas de preuve de causalité dans ce modèle.

2.2 Incidence économique du large bande mobile

L'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018 a également montré que le large bande mobile avait un effet plus marqué sur l'économie mondiale que le large bande fixe. En s'appuyant sur un modèle structurel appliqué à un échantillon de 139 pays (modèle général concernant le large bande mobile), on a pu évaluer qu'en moyenne, un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande mobile entraînait une augmentation de 1,5% du PIB. Cependant, l'emploi de ces mêmes ensembles de données (pays à revenu élevé, moyen et faible) pour évaluer l'incidence économique du large bande mobile a permis d'observer que le niveau de contribution économique du large bande mobile était plus haut dans les pays à faible revenu que dans les pays à revenu élevé, cette technologie n'ayant aucun effet dans ces derniers:

- Pays à revenu élevé: aucune incidence économique n'a été constatée.
- Pays à revenu moyen: un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande mobile entraîne une augmentation de 1,8% du PIB.
- Pays à faible revenu: un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande mobile entraîne une augmentation de 2% du PIB.

La différence s'explique par le fait que les consommateurs des pays à revenu élevé ont facilement accès au large bande fixe, tandis que le large bande mobile est la seule technologie disponible pour la majeure partie des consommateurs dans les pays à faible revenu. C'est pourquoi la contribution du large bande mobile reste marginale dans les économies à revenu élevé, alors qu'elle est extrêmement importante dans les pays à faible revenu.

2.3 Incidence économique de la généralisation du numérique

Dans l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018, l'incidence économique de la généralisation du numérique a été évaluée au moyen d'un modèle de croissance endogène qui liait le PIB au capital fixe, à la main-d'œuvre et à l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (voir section 3.5). La démarche adoptée dans ce cas a consisté dans un premier temps à évaluer la contribution économique à partir d'un échantillon de 73 pays choisis dans le monde entier (modèle global de généralisation numérique), puis à diviser l'échantillon en deux ensembles selon que les pays appartenaient ou non à l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)⁸. D'après le modèle global de la généralisation du numérique, tout accroissement de 10% de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF entraîne une augmentation de 1,3% du PIB par habitant. Lorsque l'échantillon a été divisé entre pays membres et non membres de l'OCDE⁹, l'analyse a montré que l'incidence économique était plus importante dans les pays membres:

- Pays de l'OCDE: Un accroissement de 10% de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF entraîne une augmentation de 1,4% du PIB par habitant.
- Pays non membres: Un accroissement de 10% de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF entraîne une augmentation de 1,0% du PIB par habitant.

Par ailleurs, un modèle à variable unique dont les effets sont fixes au regard des pays et de la période a montré que la généralisation du numérique avait aussi une incidence sur le travail et sur la

⁸ Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Chili, Danemark, Espagne, Estonie, États-Unis d'Amérique, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Israël, Italie, Japon, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Mexique, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Corée, République slovaque, République tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède, Suisse, Turquie.

⁹ La distinction était faite pour tenter de déterminer si la généralisation du numérique dans les économies avancées avait une contribution économique plus marquée que dans les pays émergents. Si la plupart des nations de l'OCDE sont industrialisées, un petit nombre de pays émergents qui se conforment à ses principes réglementaires et politiques en sont également membres.

productivité générale. Un accroissement de 10% de l'indice de généralisation du numérique entraîne une augmentation de 2,6% de la productivité du travail et de 2,3% de la productivité générale.

2.4 Incidence du cadre politique et réglementaire sur l'évolution de la généralisation du numérique

Dans l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018, la contribution de la généralisation du numérique a été évaluée par un modèle de régression à plusieurs variables avec des effets fixes reposant sur deux variables indépendantes: l'outil de suivi de la réglementation des TIC de l'UIT¹⁰ et la même variable décalée d'un an à des fins de contrôle¹¹. Ce modèle a permis de confirmer le rôle moteur de la variable réglementaire et institutionnelle dans la croissance de l'écosystème numérique. Un accroissement de 10% du suivi de la réglementation des TIC de l'UIT a entraîné une augmentation de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF de 0,348% au cours de la période suivante.

Après cette présentation des différents types d'analyses, des méthodes et des résultats exploités aux fins de l'étude mondiale de l'UIT, nous déterminerons dans la section 3 ci-dessous si les conclusions des études régionales portant sur des pays de la région Europe sont cohérents avec l'étude mondiale. Nous commencerons par un tour d'horizon des recherches publiées sur la contribution économique du large bande dans cette région.

3 Contribution économique du large bande et de la généralisation du numérique, et incidence de la politique sur la généralisation du numérique dans la région Europe

On trouvera dans la présente section une analyse de la contribution économique du large bande et de la généralisation du numérique dans la région Europe. Les pays pris en compte à cet égard sont les suivants: Albanie, Allemagne, Autriche, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Israël, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Macédoine du Nord, Moldova, Monténégro, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine¹².

3.1 Tour d'horizon des travaux de recherche publiés

Les travaux de recherche sur l'incidence économique du large bande dans la région Europe se sont appuyés sur de nombreuses études au cours des deux dernières décennies. Leurs conclusions s'articulent autour de trois éléments théoriques et méthodologiques:

- l'analyse intrants-extrants;
- la modélisation économétrique; et
- la recherche microéconomique et expérimentale.

Un certain nombre d'analyses intrants-extrants visaient surtout à mesurer, en termes de PIB et de création d'emplois, l'incidence des investissements en infrastructures du large bande en tant que

¹⁰ Le suivi de la réglementation des TIC de l'UIT peut être consulté sur le site suivant: <https://www.itu.int/net4/itu-d/irt/#/tracker-by-country/regulatory-tracker/2017>.

¹¹ Ce décalage concerne la même variable (outil de suivi de la réglementation des TIC de l'UIT) mais il s'agit des données de l'année précédente (t-1). Cette méthode permet d'isoler l'effet d'une réglementation intervenue au cours d'années passées.

¹² Six pays ont été exclus en raison du manque de données: Andorre, Liechtenstein, Malte, Monaco, San Marin et Vatican.

facteur majeur de la progression économique. Latz et al. (2008) ont rédigé l'une des premières études concernant l'incidence sur la production et l'emploi d'un investissement de 13,2 milliards CHF en Europe, qui concernait le déploiement d'un réseau de fibre optique à l'échelle nationale en Suisse. On estime que ce déploiement pourrait créer une valeur ajoutée équivalente à 9,843 milliards CHF et 114 000 emplois, qui se répartissent en 83 000 emplois directs et 31 000 emplois indirects. Dans une démarche analogue, Liebenau et al. (2009) s'appuient sur une analyse intrants-extrants pour estimer qu'un investissement de 7,5 milliards USD serait nécessaire si l'on veut obtenir les effets sur le PIB et l'emploi visés dans le plan *Digital Brain*. Autre exemple encore, Katz et al. (2010) ont évalué l'incidence sur le PIB et l'emploi d'un investissement lié à la stratégie nationale en matière de large bande annoncée par l'Allemagne en 2009. Fondé sur un investissement évalué au total à 35,93 milliards d'euros, cet effort public et privé aurait un effet total sur le PIB (en intégrant le montant investi) de 93,07 milliards d'euros. Dans une autre étude fondée sur une analyse intrants-extrants, Analysys Mason (2013) a établi une estimation de l'incidence sur le PIB de la mise en œuvre de la Stratégie numérique pour l'Europe.

L'analyse économétrique a été appliquée soit à un échantillon transversal, soit à des pays particuliers. Certaines études transversales visaient des pays de l'OCDE. Ainsi, une étude effectuée par Czernich *et al.* en 2009 portait sur l'incidence économique du large bande dans 25 pays de l'OCDE entre 1996 et 2005. Les auteurs ont conclu qu'un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande entraînait une augmentation de PIB de 0,9 à 1,5%. En s'appuyant sur un modèle structurel analogue à celui qui avait été employé dans l'étude mondiale précitée, Koutroumpis (2009) a étudié 22 pays de l'OCDE entre 2002 et 2007. Il a conclu que tout accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande entraînait une augmentation de 0,25% de la croissance économique, ce qui confirmait les conclusions d'une étude analogue menée en 2018, quoique sur un échantillon plus important. Gruber et al. (2014) ont concentré leurs travaux sur l'Union européenne, à laquelle ils ont appliqué un modèle économétrique pour évaluer les avantages économiques découlant du déploiement du large bande selon les objectifs définis dans la Stratégie numérique pour l'Europe.

À titre d'exemple d'une étude menée à l'échelle nationale, Katz et al. (2010) ont construit, en s'appuyant sur des séries temporelles allant de 2000 à 2006, des modèles économétriques différents pour certaines régions de l'Allemagne selon leur degré de développement. Dans l'une des premières études ayant mis en évidence l'effet des rendements d'échelle à l'échelle nationale, les modèles de régression avaient montré qu'un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande entraînait une augmentation du PIB équivalente à 0,26% dans les zones où ce taux était élevé, et de 0,24% dans les zones où il était faible.

La recherche microéconomique a aussi été employée pour évaluer l'incidence du large bande sur la création d'emplois et la productivité. Bertsek, Cerqueray and Kleinz (2011) ont repris les résultats d'enquêtes régulièrement menées sur 4 400 entreprises pour analyser la première phase d'expansion du DSL en Allemagne entre 2001 et 2003, alors qu'environ 60% des entreprises du pays avaient déjà accès à l'Internet en large bande. Ils avaient conclu que l'incidence du large bande sur la productivité de la main-d'œuvre était très hétérogène parmi les entreprises et qu'elle n'était pas statistiquement différente de zéro; en revanche, l'incidence sur large bande sur l'innovation des entreprises était positive. Dans leurs recherches centrées sur les pays de l'Union européenne, Fornefeld *et al.*, (2008) ont effectué deux études de cas dans deux régions différentes (les Cornouailles au Royaume-Uni et le Piémont en Italie). Ils ont recueilli et comparé des enquêtes menées auprès d'entreprises et des données macroéconomiques régionales avant et après le déploiement du large bande. Ils ont conclu que les entreprises ayant adopté des processus reposant sur le large bande avaient amélioré la productivité de leur main-d'œuvre de 5% dans le secteur manufacturier, et de 10% dans le secteur des services. Ces résultats et ceux d'autres travaux de recherche consacrés à l'incidence des TIC et du large bande sur la création d'emplois semblent indiquer que le large bande a trois types d'effets sur l'emploi:

- l'apparition de nouvelles applications et de nouveaux services qui stimulent l'innovation;
- l'adoption de processus commerciaux plus efficaces grâce au large bande, qui augmentent la productivité; et
- la capacité de traiter des informations et de fournir des services à distance, ce qui permet d'attirer des collaborateurs situés dans d'autres régions dans le cadre de la sous-traitance.

Ces éléments agissent simultanément sur l'emploi: l'*effet sur la productivité* et la perte d'emplois potentiels dus à la sous-traitance sont compensés par l'*effet d'innovation*. Les observations semblent indiquer qu'un effet négatif sur la productivité est compensé par une augmentation du taux d'innovation et de services, qui crée des emplois ailleurs.

En résumé, ces trois travaux de recherche confirment, avec différents degrés d'incidence, que le large bande a une incidence marquée sur l'économie dans la région Europe.

3.2 Hypothèses

Le groupe de pays de la région Europe pris en compte dans l'étude présente des niveaux de développement économique variés, des contextes socio-économiques hétérogènes et des dynamiques de marché différentes¹³. En conséquence, et compte tenu des éléments présentés dans l'étude mondiale de l'UIT publiée avant la présente analyse, les hypothèses suivantes ont été formées:

- *Incidence économique du large bande fixe*: si l'incidence agrégée pour la région Europe devrait se réduire entre les pays à revenu faible et élevé de l'échantillon, la contribution des pays à revenu élevé reste considérablement plus élevée.
- *Incidence économique du large bande mobile*: cet indicateur devrait aussi diminuer entre les pays à revenu faible et élevé de l'échantillon. Cependant, dans ce cas, l'incidence est plus élevée parmi les pays à faible revenu de la région.
- *Incidence de la généralisation du numérique*: un effet analogue devrait être observé dans le cas de la généralisation du numérique, dont l'incidence économique devrait être plus proche de celle qui avait été estimée pour les pays de l'OCDE.

3.3 Incidence économique du large bande fixe en Europe

L'estimation de la contribution économique du large bande fixe en Europe reposait sur un modèle structurel identique à celui qui avait été employé pour effectuer l'étude mondiale de l'UIT en 2018 et pour évaluer les effets dans les autres régions. Ce modèle se compose de quatre équations: une fonction de production agrégée pour modéliser l'économie, puis trois fonctions pour modéliser la demande, l'offre et la production. Cependant, pour vérifier l'hypothèse concernant les pays à revenu élevé et faible de la région Europe, le modèle a été appliqué à l'échantillon agrégé, puis à chaque groupe de pays mentionné dans la section 3.2 (voir la note de bas de page N° 12).

¹³ Ainsi, les pays dont le PIB par habitant est supérieur à 20 000 USD sont l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, Chypre, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, la Finlande, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, Israël, l'Italie, les Pays-Bas, la Norvège, la Pologne, le Portugal, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovaquie, la Suède et la Suisse. Les pays en-dessous du seuil de 20 000 USD sont l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Bulgarie, la Croatie, la Géorgie, la Hongrie, la Lettonie, la Lituanie, la Macédoine du Nord, le Moldova, la République slovaque, la Roumanie, la Serbie, la Turquie et l'Ukraine.

Données

Pour vérifier l'hypothèse de l'incidence économique du large bande fixe présentée plus haut, une base de données des pays contenant des séries temporelles pour toutes les variables requises a été créée pour la période 2007-2018¹⁴. Ces données sont issues de l'Union internationale des télécommunications, de la Banque mondiale et de la société Ovum (les sources des données sont indiquées dans l'Annexe A)¹⁵.

Résultats du modèle et analyse

Comme nous l'avons indiqué plus haut, le modèle structurel a tout d'abord été appliqué à l'échantillon de pays complet de la région Europe. Les résultats sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1: Incidence économique du large bande fixe dans la région Europe (2007-2018)

<i>PIB par habitant</i>	
Taux de pénétration du large bande fixe en termes d'abonnés	0,04628 ***
Capital	0,43478 ***
Éducation	-0,14438
Taux de pénétration du large bande fixe en termes d'abonnés	
Abonnés au téléphone fixe	0,20777 ***
Population rurale	-0,04282 ***
PIB par habitant	0,40266 ***
Prix du large bande fixe	-0,20826 ***
Indice IHH**** du large bande fixe	-0,08293 ***
Revenus du large bande fixe	
PIB par habitant	1,11701 ***
Prix du large bande fixe	-0,04014
Indice IHH du large bande fixe	-0,44716 ***
Croissance du taux d'adoption du large bande fixe	
Revenus du large bande fixe	-1,07670 ***
Observations	1,710
Nombre de pays	38
Effets fixes par pays	Oui
Effets fixes annuels et trimestriels	Oui

¹⁴ La publication de la base de données de l'UIT sur les indicateurs des télécommunications/TIC dans le monde de 2019 (édition de juin), qui est intervenue le 26 juillet 2019, a permis d'intégrer une année supplémentaire dans les jeux de données de la présente étude; tel n'avait pas été le cas pour l'étude mondiale mentionnée plus haut.

¹⁵ Les pays qui ont été exclus du modèle du large bande fixe en raison d'un manque de données sur la composition du marché (qui permet de calculer l'indice Herfindahl-Hirschman de concentration du marché) sont le Monténégro et le Luxembourg.

Période	2007-2018
Premier modèle R-carré	0,9936

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

****IHH: indice Herfindahl-Hirschman

Comme prévu, le modèle du large bande fixe a montré que cette technologie a eu une contribution économique modérée en Europe entre 2007 et 2018: un accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande fixe a entraîné une augmentation de 0,46% du PIB par habitant.

De plus, si la formation de capital présente le signe et l'ordre de grandeur adéquats pour une fonction de production, la main-d'œuvre ne présente aucun effet car l'indicateur employé pour mesurer sa contribution (le taux de scolarisation dans l'enseignement supérieur) ne varie pas pendant la période étudiée.

Pour déterminer l'hétérogénéité de l'échantillon des pays d'Europe, le modèle a ensuite été appliqué à deux sous-ensembles de pays: ceux dont le PIB par habitant était supérieur à 20 000 USD et ceux qui étaient en-dessous de ce seuil. Les résultats ont confirmé les hypothèses concernant le large bande fixe (voir le Tableau 2).

Tableau 2: Incidence économique du large bande fixe (2007-2018) (pays à revenu élevé et faible)

PIB par habitant	Tous les pays	Pays à faible revenu ¹⁶	Pays à revenu élevé ¹⁷
Taux de pénétration du large bande fixe en termes d'abonnés	0,04628 ***	0,00731	0,29365 ***
Capital	0,43478 ***	0,31868 ***	0,60027 ***
Éducation	-0,14438	-0,24854 *	-0,77101 ***
Taux de pénétration du large bande fixe en termes d'abonnés			
Abonnés au téléphone fixe	0,20777 ***	0,47456 ***	0,12679 ***
Population rurale	-0,04282 ***	-0,00577	-0,05502 ***
PIB par habitant	0,40266 ***	0,59545 ***	0,11453 ***
Prix du large bande fixe	-0,20826 ***	-0,38451 ***	-0,04187 **
Indice IHH du large bande fixe	-0,08293 ***	-0,09277 ***	-0,00575
Revenus du large bande fixe			
PIB par habitant	1,11701 ***	1,18153 ***	0,77166 ***
Prix du large bande fixe	-0,04014	-0,27746 ***	0,37078 **
Indice IHH du large bande fixe	-0,44716 ***	0,07631	-1,17299 ***

¹⁶ Les pays dont le PIB par habitant est inférieur à 20 000 USD sont l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Bulgarie, la Croatie, la Géorgie, la Hongrie, la Lettonie, la Lituanie, la Macédoine du Nord, le Moldova, la Roumanie, la Serbie, la Slovaquie, la Turquie et l'Ukraine.

¹⁷ Les pays dont le PIB par habitant est supérieur à 20 000 USD sont l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, Chypre, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, la Finlande, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, Israël, l'Italie, les Pays-Bas, la Norvège, la Pologne, le Portugal, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède et la Suisse.

PIB par habitant	Tous les pays	Pays à faible revenu ¹⁶	Pays à revenu élevé ¹⁷
Croissance du taux d'adoption du large bande fixe			
Revenus du large bande fixe	-1,07670 ***	-2,22891 ***	-0,15913 ***
Observations	1 710	720	990
Nombre de pays	38	16	22
Effets fixes par pays	Oui	Oui	Oui
Effets fixes annuels et trimestriels	Oui	Oui	Oui
Période	2007-2018	2007-2018	2007-2018
Premier modèle R-carré	0,9936	0,9849	0,9724

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Selon les résultats du Tableau 2, tout accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande fixe fait augmenter de 2,94% le PIB dans les pays à revenu élevé de la région Europe. En revanche, la contribution du large bande fixe au PIB dans les pays à faible revenu n'est pas significative sur le plan statistique (en d'autres termes, elle est nulle).

Les résultats obtenus sur les deux échantillons distincts des pays de la région Europe sont cohérents avec le modèle mondial (voir le Tableau 3).

Tableau 3: Incidence économique du large bande fixe (comparaison de pays à revenu élevé et faible dans la région Europe et dans l'étude mondiale de l'UIT)

	Pays à faible revenu		Pays à revenu élevé	
	Étude mondiale de l'UIT	Europe	Étude mondiale de l'UIT	Europe
PIB par habitant				
Taux de pénétration du large bande fixe en termes d'abonnés	0,05461	0,00731	0,14047 ***	0,29365 ***
Capital	0,21024 ***	0,31868 ***	0,30257 ***	0,60027 ***
Éducation	0,15569 ***	-0,24854 *	-0,11711 ***	-0,77101 ***
Taux de pénétration du large bande fixe en termes d'abonnés				
Abonnés au téléphone fixe	0,49262 ***	0,47456 ***	0,39270 ***	0,12679 ***
Population rurale	-0,81927 ***	-0,00577	0,04370 ***	-0,05502 ***
PIB par habitant	0,53821 ***	0,59545 ***	0,15746 ***	0,11453 ***
Prix du large bande fixe	-0,30159 ***	-0,38451 ***	0,22080 ***	-0,04187 **
Indice IHH du large bande fixe	-0,38882 ***	-0,09277 ***	-0,21266 ***	-0,00575
Revenus du large bande fixe				

	Pays à faible revenu		Pays à revenu élevé	
	Étude mondiale de l'UIT	Europe	Étude mondiale de l'UIT	Europe
PIB par habitant	1,24272***	1,18153 ***	-0,48618 ***	0,77166 ***
Prix du large bande fixe	0,14314 ***	-0,27746***	1,46762 ***	0,37078 **
Indice IHH du large bande fixe	-0,71760 ***	0,07631	-0,81781 ***	-1,17299 ***
Croissance du taux d'adoption du large bande fixe				
Revenus du large bande fixe	-0,74656 ***	-2,22891 ***	-0,82810 ***	-0,15913 ***
Observations	1 724	720	1,364	990
Nombre de pays	63	16	50	22
Effets fixes par pays	Oui	Oui	Oui	Oui
Effets fixes annuels et trimestriels	Oui	Oui	Oui	Oui
Période	2010-2017	2007-2018	2010-2017	2007-2018
Premier modèle R-carré	0,9831	0,9849	0,9848	0,9724

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

3.4 Incidence économique du large bande mobile

Le modèle structurel employé pour apprécier la contribution économique du large bande mobile se compose de quatre équations: une fonction de production agrégée pour modéliser l'économie, puis trois fonctions pour modéliser la demande, l'offre et la production.

Données

Pour vérifier l'hypothèse de l'incidence économique du large bande mobile présentée dans la section 3.2 ci-dessus, une base de données a été constituée pour les pays suivants et pour la période 2011-2018: Albanie, Allemagne, Autriche, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Israël, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Macédoine du Nord, Moldova, Monténégro, Norvège, Pays Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine (dans ce contexte, le Monténégro et le Luxembourg ont aussi été pris en compte). Les données sont issues de l'Union internationale des télécommunications, de la Banque mondiale et de la GSMA (les sources des données sont indiquées dans l'Annexe A).

Résultats du modèle et analyse

Le modèle a été appliqué à 40 pays de la région Europe et a fourni des résultats significatifs sur le plan statistique, qui confirment les effets observés dans le modèle de l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018 (voir le Tableau 4).

Tableau 4: Incidence économique du large bande mobile (2011-2018)

PIB par habitant	
Taux de pénétration du large bande mobile en termes d'abonnés	0,21021 ***
Capital	0,37215 ***
Éducation	-0,02792
Taux de pénétration du large bande mobile en termes d'abonnés uniques	
Abonnés au téléphone mobile	1,11568 ***
Population rurale	0,02942 ***
PIB par habitant	0,08279 ***
Prix du large bande fixe mobile	0,00875
Indice IHH du large bande mobile	-0,25360 ***
Revenus du large bande mobile	
PIB par habitant	0,89812 ***
Prix du large bande mobile	-0,10784
Indice IHH du large bande mobile	-2,59929 ***
Croissance du taux d'adoption du large bande mobile	
Revenus du large bande mobile	-0,13631***
Observations	1 277
Nombre de pays	40
Effets fixes par pays	Oui
Effets fixes annuels et trimestriels	Oui
Période	2011-2018
Premier modèle R-carré	0,9951

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Selon le modèle du large bande mobile présenté dans le Tableau 4, tout accroissement de 10% du taux de pénétration du large bande mobile entraîne une augmentation de 2,1% du PIB par habitant. Cette technologie a donc eu une incidence économique considérable dans la région Europe au cours des sept années considérées (2011-2018).

Comme pour le large bande fixe, le modèle a été appliqué à deux sous-ensembles de pays classés selon le niveau de PIB par habitant: les pays dont le PIB par habitant était supérieur à 20 000 USD et ceux dont le PIB par habitant était inférieur à ce seuil. Les résultats ont confirmé l'hypothèse concernant le large bande mobile (voir le Tableau 5).

Tableau 5: Incidence économique du large bande mobile (comparaison entre pays à revenu élevé et faible)

	Tous les pays	Pays à faible revenu ¹⁸	Pays à revenu élevé ¹⁹
PIB par habitant			
Taux de pénétration du large bande mobile en termes d'abonnés	0,21021 ***	0,19980 ***	-0,02055
Capital	0,37215 ***	0,24406 ***	0,47053 ***
Éducation	-0,02792	-0,10296	-0,44763 ***
Taux de pénétration du large bande mobile en termes d'abonnés			
Abonnés au téléphone mobile	1,11568 ***	1,11800 ***	1,03614 ***
Population rurale	0,02942 ***	0,19653 ***	0,01430 **
PIB par habitant	0,08279 ***	0,11953 ***	0,11343 ***
Prix du large bande mobile	0,00875	0,01418	-0,10805 ***
Indice IHH du large bande mobile	-0,25360 ***	-0,36759 ***	-0,13299 ***
Revenus du large bande mobile			
PIB par habitant	0,89812 ***	1,13292 ***	0,38652 **
Prix du large bande mobile	-0,10784	-0,27413 **	0,00057
Indice IHH du large bande mobile	-2,59929 ***	-2,25759 ***	-2,62058 ***
Croissance du taux d'adoption du large bande mobile			
Revenus du large bande mobile	-0,13631 ***	-0,22200 ***	-0,04558 **
Observations	1 277	541	803
Nombre de pays	40	17	23
Effets fixes par pays	Oui	Oui	Oui
Effets fixes annuels et trimestriels	Oui	Oui	Oui
Période	2011-2018	2011-2018	2010-2018
Premier modèle R-carré	0,9951	0,9860	0,9792

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Contrairement aux résultats du large bande fixe, dont la contribution à l'économie des pays à faible revenu d'Europe ne pouvait être détectée, l'incidence du large bande mobile est élevée et

¹⁸ Les pays dont le PIB par habitant est inférieur à 20 000 USD sont l'Albanie, la Bosnie-Herzégovine, la Bulgarie, la Croatie, la Géorgie, la Hongrie, la Lettonie, la Lituanie, la Macédoine du Nord, le Moldova, le Monténégro, la Roumanie, la Serbie, la Slovaquie, la Turquie et l'Ukraine.

¹⁹ Les pays dont le PIB par habitant est supérieur à 20 000 USD sont l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, Chypre, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, la Finlande, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, Israël, l'Italie, le Luxembourg, les Pays-Bas, la Norvège, la Pologne, le Portugal, la Slovénie, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse.

statistiquement significative dans ces pays (un accroissement de 10% de son taux de pénétration entraîne une augmentation de 2% du PIB). Là encore, les résultats sont cohérents avec ceux de l'étude mondiale (voir Tableau 6).

Tableau 6: Incidence économique du large bande mobile (comparaison de pays à revenu élevé et faible dans la région Europe et dans l'étude mondiale de l'UIT)

	Pays à faible revenu		Pays à revenu élevé	
	Étude mondiale de l'UIT	Europe	Étude mondiale de l'UIT	Europe
PIB par habitant				
Taux de pénétration du large bande mobile en termes d'abonnés uniques	0,19752 ***	0,19980 ***	-0,021986	-0,02055
Capital	0,23190 ***	0,24406 ***	0,31248 ***	0,47053 ***
Éducation	0,12406 ***	-0,10296	-0,07062 ***	-0,44763 ***
Taux de pénétration du large bande mobile en termes d'abonnés uniques				
Taux de pénétration du téléphone mobile en termes d'abonnés uniques	1,63963 ***	1,11800 ***	1,85883 ***	1,03614 ***
Population rurale	-0,08433 ***	0,19653 ***	-0,03806 ***	0,01430 **
PIB par habitant	0,04384 **	0,11953 ***	0,26726 ***	0,11343 ***
Prix du large bande mobile	-0,13139 ***	0,01418	0,00810	-0,10805 ***
Indice IHH du large bande mobile	-0,27510 ***	-0,36759 ***	-0,43987 ***	-0,13299 ***
Revenus du large bande mobile				
PIB par habitant	0,97739 ***	1,13292 ***	0,86928 ***	0,38652 **
Prix du large bande mobile	-0,47023 ***	-0,27413 **	0,78115 ***	0,00057
Indice IHH du large bande mobile	-1,65927 ***	-2,25759 ***	-2,70536 ***	-2,62058 ***
Croissance du taux d'adoption du large bande mobile				
Revenus du large bande mobile	-1,11108 ***	-0,22200 ***	-0,32202 ***	-0,04558 **
Observations	1 689	541	1,394	803
Nombre de pays	63	17	50	23
Effets fixes par pays	Oui	Oui	Oui	Oui
Effets fixes annuels et trimestriels	Oui	Oui	Oui	Oui
Période	2010-2017	2011-2018	2010-2017	2010-2018
Premier modèle R-carré	0,9799	0,9860	0,9867	0,9792

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Comme prévu dans les hypothèses, les résultats des modèles du large bande fixe et mobile indiquent que les pays de la région Europe se répartissent en pays à revenu élevé et faible. Cependant, lorsqu'on examine l'hétérogénéité de l'échantillon dans les deux modèles, les résultats sont cohérents avec ceux du modèle mondial. En d'autres termes, la contribution du large bande fixe au PIB est importante dans les pays à revenu élevé (effet des rendements d'échelle), et la contribution du large bande mobile au PIB est importante dans les pays à faible revenu (effet de saturation).

3.5 Incidence économique de la généralisation du numérique dans la région Europe

La contribution économique de la généralisation du numérique dans la région Europe a été évaluée au regard de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF. Cet indice peut être employé pour mesurer l'évolution de l'économie numérique de tous les pays du monde. Comme dans la démarche décrite dans la section 3.3, il convient de vérifier l'hypothèse des rendements d'échelle en déterminant si la contribution économique de la généralisation du numérique est plus importante en Europe que dans des économies moins développées.

Données

L'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF a été calculé pour les pays suivants: Albanie, Allemagne, Autriche, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Israël, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Macédoine du Nord, Moldova, Monténégro, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine. Le modèle comportait des variables indépendantes correspondant à la formation de capital fixe (source: Banque mondiale), au PIB par habitant (source: FMI) et à l'indice d'éducation (source: Programme des Nations Unies pour le développement), à partir duquel la qualité de la main-d'œuvre a été évaluée.

Résultats du modèle et analyse

Le modèle a été appliqué à tous les pays et à la période 2010-2018. Il a produit 360 observations et a indiqué s'il existait des effets fixes pour chaque année considérée (voir le Tableau 7).

Tableau 7: Incidence économique de la généralisation du numérique dans la région Europe (2010-2018)

Variable	Coefficients
PIB précédent	0,5462 *** (0,0461)
Généralisation du numérique	0,1359 ** (0,0590)
Capital	0,2049 *** (0,0516)
Main-d'œuvre	-0,4656 (0,2873)
Constante	3,2318 *** (0,4810)
Observations	360
Pays	40

Variable	Coefficients
Effets fixes annuels	Oui

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Selon le modèle présenté dans le Tableau 7, tout accroissement de 10% de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF entraîne une augmentation de 1,36% du PIB par habitant. Ainsi, lorsque l'indice passe de 50 à 51, le PIB par habitant augmente de 0,27% (compte tenu des effets directs et indirects sur la production).

Les résultats fournis par le modèle concernant la région Europe sont cohérents avec ceux du modèle de la généralisation du numérique employé pour les pays de l'OCDE, qui affichent un coefficient analogue (voir le Tableau 8).

Tableau 8: Incidence économique de la généralisation du numérique, 2010-2018 (comparaison entre la région Europe et des pays membres de l'OCDE)

Variable	Europe	Pays de l'OCDE
PIB précédent	0,5462 *** (0,0461)	0,6783 *** (0,0311)
Généralisation du numérique	0,1359 ** (0,0590)	0,1351 * (0,0711)
Capital	0,2049 *** (0,0516)	0,2105 *** (0,0291)
Main-d'œuvre	-0,4656 (0,2873)	-0,0736 (0,0502)
Constante	3,2318 *** (0,4810)	2,3371 *** (0,3823)
Observations	360	374
Effets fixes annuels	Oui	Oui

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

3.6 Incidence du cadre politique et réglementaire sur la généralisation du numérique en Europe

L'analyse présentée ci-après repose sur un modèle analogue à celui qui a été employé dans l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018 pour évaluer l'incidence de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF dans la région Europe.

Données

Les modèles employés dans ce contexte sont fondés sur l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT et sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF. Ils portent sur la période comprise entre 2007 et 2018 et concernent les pays suivants: Albanie, Allemagne, Autriche, Belgique, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Géorgie, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Israël, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Macédoine du

Nord, Moldova, Monténégro, Norvège, Pays Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse, Turquie, Ukraine.

Comme il est indiqué dans l'étude mondiale de l'UIT de 2018, l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF comporte un pilier institutionnel et réglementaire qui a dû être exclu pour éviter la colinéarité²⁰. Une fois cet élément exclu et l'indice recalculé, il a été possible d'évaluer l'incidence de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur la généralisation du numérique.

Résultats du modèle et analyse

Une analyse de corrélation a été effectuée entre l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT et l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF. Les résultats sont présentés dans le Tableau 9.

Tableau 9: Corrélation entre l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT et l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF

Indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (sans le pilier de la réglementation)	Coefficient (écart-type) Europe
Outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT	0,88723 *** (0,03432)
Constante	-17,53862 *** (2,86328)
R-carré	0,6035
Effets fixes par année et par pays	Oui
Pays	40
Observations	480
Période	2007-2018

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Pour pouvoir vérifier le lien de causalité, un contrôle a aussi été effectué sur des données de l'outil de suivi réglementaire des TIC décalées d'un an (voir le Tableau 10).

²⁰ L'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF comporte huit piliers, dont l'un mesure le développement du cadre institutionnel et réglementaire dans un pays donné (voir Katz and Callorda, 2018a). Si ce dernier pilier était intégré dans le calcul de l'indice, il serait impossible de mesurer l'effet de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur la généralisation du numérique, en raison du fort degré de corrélation entre les deux variables, qui mesurent approximativement le même phénomène (cette corrélation est appelée colinéarité).

Tableau 10: Incidence des données décalées de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF

Indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (sans le sous-indice de la réglementation)	Coefficient (écart-type) Europe
Outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT (t)	0,45949 *** (0,06437)
Outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT (t-1)	0,46441 *** (0,05625)
Constante	-19,40187 *** (2,98031)
R-carré	0,6456
Effets fixes par année et par pays	Oui
Pays	40
Observations	440
Période	2008-2018

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Ce modèle a montré que tout point supplémentaire de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT entraînait une augmentation de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (sans le sous-indice de la réglementation) de 0,45949 point au cours de la même période, et de 0,46441 point au cours de la période suivante, ce qui, une fois les deux augmentations cumulées, donnait un coefficient total de 0,92390.

Compte tenu du fait que les deux modèles précédents ont été employés pour vérifier la corrélation entre les deux indices, le modèle a été défini par des logarithmes de toutes les variables afin de permettre l'évaluation des évolutions. On a également recalculé l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF sans les piliers de la réglementation et de la concurrence (du fait que, comme nous l'avons indiqué plus haut, le potentiel de colinéarité avec l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT est élevé) (voir le Tableau 11).

Tableau 11: Incidence des données décalées de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF

Logarithme de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (sans les piliers de la réglementation et de la concurrence)	Coefficient (écart-type) Europe
Logarithme de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (sans les piliers de la réglementation et de la concurrence) (t-1)	3,28556 *** (0,04868)
Logarithme de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT (t-1)	0,06132 *** (0,01910)

Logarithme de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (sans les piliers de la réglementation et de la concurrence)	Coefficient (écart-type) Europe
Constante	-0,79144 *** (0,06398)
R-carré	0,9561
Effets fixes par année et par pays	Oui
Pays	40
Observations	440
Période	2008-2018

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Dans ce contexte, tout accroissement de 10% de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT entraîne une augmentation de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF de 0,613% au cours de la période suivante.

Pour évaluer plus en profondeur la relation entre l'indice de la réglementation et celui des écosystèmes numériques, un ensemble d'autres régressions entre des piliers des deux indices ont été effectuées (voir le Tableau 12).

Tableau 12: Régression entre des piliers de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT et les piliers de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF

Piliers	Outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT	Outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT (sans la concurrence)	Composante de l'autorité de régulation	Composante du mandat des régulateurs	Composante du régime réglementaire	Composante du cadre de la concurrence
Indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF	1,0305 (0,0511) ***	0,9945 (0,0430) ***	0,4052 (0,0626) ***	0,9329 (0,0787) ***	0,5208 (0,0223) ***	0,7640 (0,0570) ***
Infrastructure des services numériques	1,6017 (0,0932) ***	1,5627 (0,0794) ***	0,5190 (0,1087) ***	1,4660 (0,1368) ***	0,8189 (0,0412) ***	1,1766 (0,1003) ***
Connectivité des services numériques	1,2192 (0,0674) ***	1,1923 (0,0569) ***	0,4000 (0,0801) ***	1,1168 (0,1002) ***	0,6255 (0,0295) ***	0,9137 (0,0729) ***
Généralisation du numérique dans les foyers	1,4326 (0,0727) ***	1,3797 (0,0616) ***	0,5621 (0,0883) ***	1,2878 (0,1114) ***	0,7204 (0,0321) ***	1,0542 (0,0808) ***
Généralisation du numérique dans la production	0,7726 (0,0455) ***	0,7026 (0,0409) ***	0,5546 (0,0473) ***	0,5621 (0,0697) ***	0,3635 (0,0214) ***	0,5605 (0,0491) ***
Intensité de la concurrence sur les marchés numériques	0,3199 (0,0456) ***	0,3422 (0,0402) ***	-0,0129 (0,0444)	0,2912 (0,0597) ***	0,1809 (0,0209) ***	0,2894 (0,0437) ***

Piliers	Outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT	Outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT (sans la concurrence)	Composante de l'autorité de régulation	Composante du mandat des régulateurs	Composante du régime réglementaire	Composante du cadre de la concurrence
Développement du secteur numérique	1,4157 (0,0968) ***	1,3743 (0,0841) ***	0,5114 (0,1064) ***	1,3120 (0,1369) ***	0,7218 (0,0436) ***	1,0264 (0,1014) ***
Facteurs numériques de production	1,3454 (0,0887) ***	1,3184 (0,0764) ***	0,4300 (0,0992) ***	1,1730 (0,1279) ***	0,6976 (0,0394) ***	1,0047 (0,0929) ***

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

NOTE: Les valeurs affichées en gras correspondent à une corrélation supérieure à 0,60. Tous les modèles de régression comportent des effets fixes pour chaque pays et chaque année.

Une seconde série de régressions montre que la composante du régime réglementaire de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT semble être celle qui a l'incidence la plus marquée sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF (voir le Tableau 13).

Tableau 13: Incidence des composantes de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT sur les piliers de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF

	Indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF	Infra-structure des services numériques	Connectivité des services numériques	Généralisation du numérique dans les foyers	Généralisation du numérique dans la production	Intensité de la concurrence sur les marchés numériques	Développement du secteur numérique	Facteurs numériques de production
Composante de l'autorité de régulation	-0,4960 (0,0546) ***	-0,9967 (0,0990) ***	-0,7543 (0,0698) ***	-0,6827 (0,0791) ***	0,1743 (0,0563) ***	-0,4469 (0,0515) ***	-0,7843 (0,1102) ***	-0,8532 (0,0968) ***
Composante du mandat des régulateurs	0,1135 (0,0757)	0,2310 (0,1372) *	0,1692 (0,0968) *	0,1514 (0,1096)	-0,2106 (0,0781) ***	0,0488 (0,0715)	0,2157 (0,1528)	0,0616 (0,1341)
Composante du régime réglementaire	0,6600 (0,0313) ***	1,0978 (0,0568) ***	0,8380 (0,0401) ***	0,9132 (0,0454) ***	0,3566 (0,0323) ***	0,3195 (0,0296) ***	0,9330 (0,0633) ***	0,9699 (0,0555) ***
Constante	3,0443 (0,1809) ***	2,4767 (0,3278) ***	3,2367 (0,2313) ***	2,5684 (0,2619) ***	3,2357 (0,1866) ***	4,3626 (0,1708) ***	2,0618 (0,3650) ***	3,0192 (0,3205) ***
R-carré	0,6241	0,5726	0,6100	0,6021	0,4139	0,2716	0,4475	0,5054

***, **, * significatif respectivement à 1%, 5% et 10% de la valeur critique.

Le Tableau 13 met en évidence le fait que la composante du *régime réglementaire* a toujours²¹ une incidence positive considérable sur chacun des piliers de l'indice de développement des écosystèmes

²¹ Les seules exceptions sont l'intensité de la concurrence numérique pour la composante du régime réglementaire, et le développement du secteur numérique pour la composante du mandat des régulateurs.

numériques de la CAF²². Cette composante pourrait donc être celle qui a l'incidence la plus élevée sur le développement du numérique²³ dans la région Europe et qui est essentielle à la généralisation du numérique. Il semble donc nécessaire que les régulateurs se concentrent sur cette composante pour que la réglementation puisse avoir l'incidence la plus forte possible sur le développement des TIC.

4 Conclusion

La présente étude avait pour but de vérifier les conclusions de l'étude mondiale de l'UIT au regard de la contribution économique du large bande et de la généralisation du numérique, ainsi que de l'incidence de la réglementation et des politiques sur l'économie numérique dans les pays de la région Europe.

L'examen des travaux de recherche publiés sur la contribution économique du large bande dans la région Europe a permis de valider les conclusions de cette étude mondiale et a confirmé les effets suivants sur les pays de la région:

- l'incidence économique du large bande fixe est considérablement plus importante dans les pays à revenu élevé que dans les pays à faible revenu de la région (effet des rendements d'échelle);
- l'incidence économique du large bande mobile est plus importante dans les pays à faible revenu que dans les pays à revenu élevé de la région (effet de saturation); et
- l'incidence économique de la généralisation du numérique dans la région est proche de celle qui avait été calculée pour les pays de l'OCDE dans l'étude mondiale (effet des rendements d'échelle).

Les éléments fournis par les analyses économétriques confirment ces hypothèses (voir le Tableau 14).

Tableau 14: Résumé des résultats des modèles économétriques (comparaison entre la région Europe et l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018)

Hypothèse	Coefficient de l'incidence d'un accroissement de 10% du taux de pénétration sur le PIB par habitant					
	Région Europe agrégée	Région Europe – Pays à revenu élevé	Région Europe – Pays à faible revenu	Étude mondiale de l'UIT	Étude mondiale de l'UIT – Pays à revenu élevé	Étude mondiale de l'UIT – Pays à faible revenu
L'incidence économique du large bande fixe sur les pays à revenu élevé de la région Europe est supérieure à celle qui avait été estimée pour les pays à faible revenu (effet des rendements d'échelle)	0,4	2,9	0,07 (non significatif)	0,8	1,4	0,5 (non significatif)

²² La composante du régime réglementaire comprend des indicateurs tels que le type de licences disponibles pour offrir des services de télécommunications, les obligations de publier les offres d'interconnexion présentées par les opérateurs, le suivi de la qualité de service, l'autorisation ou l'obligation de partager des infrastructures entre les opérateurs mobiles, l'accès dégroupé à la boucle locale, l'autorisation du marché secondaire du spectre et la portabilité des numéros.

²³ Si la première composante de l'outil de suivi réglementaire des TIC affiche parfois un signe négatif, le coefficient du régime réglementaire et du mandat des régulateurs est toujours plus élevé et positif.

Hypothèse	Coefficient de l'incidence d'un accroissement de 10% du taux de pénétration sur le PIB par habitant					
	Région Europe agrégée	Région Europe – Pays à revenu élevé	Région Europe – Pays à faible revenu	Étude mondiale de l'UIT	Étude mondiale de l'UIT – Pays à revenu élevé	Étude mondiale de l'UIT – Pays à faible revenu
L'incidence économique du large bande mobile sur les pays à faible revenu de la région Europe est supérieure à celle qui avait été estimée pour les pays à revenu élevé (effet de saturation)	2,1	-0,2 (non significatif)	2,0	1,5	-0,2 (non significatif)	2
L'incidence économique de la généralisation du numérique en Europe est aussi élevée que celle qui avait été estimée pour les pays à revenu élevé de l'OCDE (effet des rendements d'échelle)	1,36			1,33	1,35 (pays de l'OCDE)	1 (pays non membres de l'OCDE)

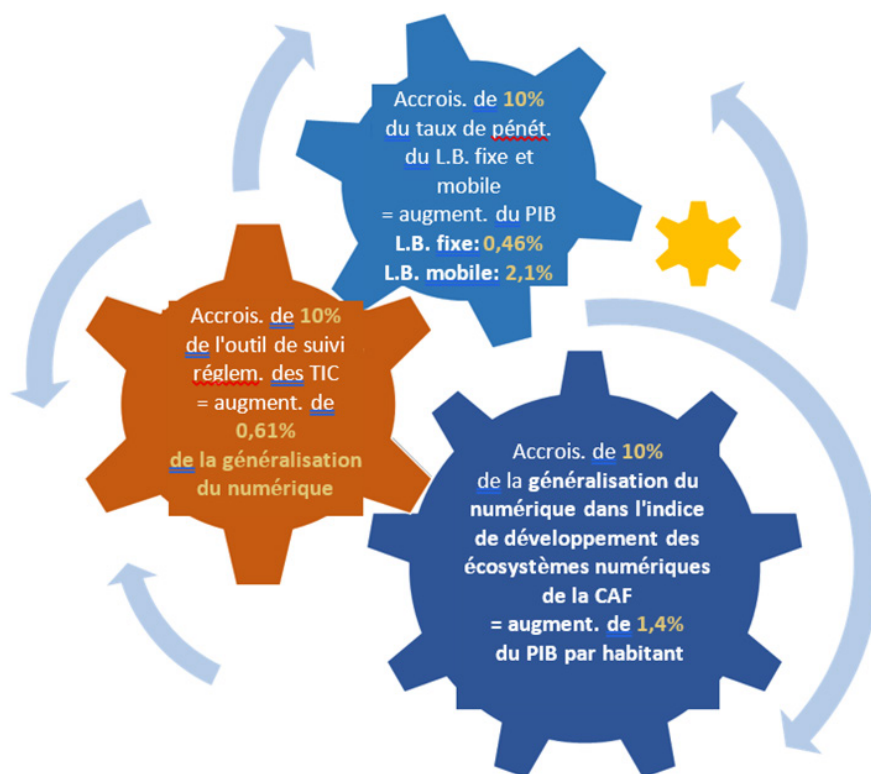
En résumé, le coefficient de l'incidence économique du large bande fixe dans les pays à revenu élevé de la région Europe (2,9) est supérieur à celui des pays à faible revenu de la région (0,07, mais ce coefficient n'est pas significatif), et il est également supérieur à celui des pays à revenu élevé de l'échantillon mondial (1,4).

Le coefficient de l'incidence économique du large bande mobile dans les pays à revenu élevé de la région Europe n'est pas significatif, tandis que celui des pays à faible revenu est positif (2,0) et significatif sur le plan statistique. L'incidence économique de la généralisation du numérique est aussi forte dans les pays de la région Europe que dans les pays de l'OCDE en raison du poids que les pays à revenu élevé représentent dans l'ensemble de la région.

Les principales conclusions des analyses concernant la région Europe sont illustrées dans la Figure 1.

Figure 1: Principales conclusions pour la région Europe

**Europe: incidence économique du large bande fixe et mobile
et de la généralisation du numérique, 2019**



Source: UIT

L'incidence du cadre politique et réglementaire sur la généralisation du numérique a également été évaluée. Dans le contexte de la région Europe, les résultats ont permis de valider l'incidence positive de la variable politique et réglementaire. Ils ont montré qu'un accroissement de 10% de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT entraînait une augmentation de 0,61% de l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF dans la région Europe. Une seconde série de régressions a montré que parmi toutes les composantes de l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT, celle du régime réglementaire semblait avoir l'incidence la plus marquée sur l'indice de développement des écosystèmes numériques de la CAF. Cette analyse a par ailleurs confirmé l'importance de la variable réglementaire et institutionnelle dans la croissance de l'écosystème numérique.

Annexe A: Source des données employées dans les modèles ayant servi à évaluer l'incidence économique du large bande fixe et mobile

Indicateur	Source
PIB par habitant	FMI
Taux de pénétration du large bande fixe en termes d'abonnés	UIT – OVUM
Capital – Formation de capital brut (en pourcentage du PIB)	Banque mondiale
Éducation – Taux de scolarisation dans l'enseignement supérieur (brut, en pourcentage)	Banque mondiale
Abonnés à la téléphonie fixe	UIT
Population rurale (en pourcentage de la population totale)	Banque mondiale
Prix du large bande fixe	UIT
Indice IHH du large bande fixe	OVUM
Revenus du large bande fixe	UIT – OVUM
Taux de pénétration du large bande mobile en termes d'abonnés uniques	GSMA
Taux de pénétration de la téléphonie mobile en termes d'abonnés uniques	GSMA
Prix du large bande mobile/revenu moyen par usager (ARPU)	UIT – GSMA
Indice IHH du large bande mobile	GSMA
Revenus du large bande mobile	GSMA

Annexe B: Indicateurs intégrés dans l'indice de développement des écosystèmes numériques et sources des données

Pilier	Sous-pilier	Indicateur	Source
Infrastructures	Investissement	Investissements en télécommunications par habitant en prix courants – Moyenne sur cinq ans (PPP, USD)	Banque mondiale; UIT
Infrastructures	Qualité de service	Débit moyen de téléchargement du large bande fixe (Mbit/s)	Akamai
Infrastructures	Qualité de service	Débit moyen de téléchargement du large bande mobile (moyenne en Mbit/s)	Akamai
Infrastructures	Qualité de service	Connexions au large bande fixe dont le débit de téléchargement est supérieur à 4 Mbit/s (pourcentage)	Akamai
Infrastructures	Qualité de service	Connexions au large bande fixe dont le débit de téléchargement est supérieur à 10 Mbit/s (pourcentage)	Akamai
Infrastructures	Qualité de service	Connexions au large bande fixe dont le débit de téléchargement est supérieur à 15 Mbit/s (pourcentage)	Akamai
Infrastructures	Qualité de service	Connexions au large bande par fibre optique en pourcentage du nombre total de connexions au large bande fixe	UIT; FTTH; OCDE
Infrastructures	Qualité de service	Largeur de bande du large bande international par utilisateur de l'Internet (bit/s)	UIT
Infrastructures	Couverture	Couverture du large bande fixe (% des foyers)	Eurostat, Ideal, CAF; OCDE
Infrastructures	Couverture	Couverture 2G	UIT
Infrastructures	Couverture	Couverture 3G	UIT
Infrastructures	Couverture	Couverture 4G	UIT
Infrastructures	Infrastructures de services	Points d'échange Internet (IXP) pour 1 000 000 d'habitants	Packet Clearing House; CNUCED
Infrastructures	Infrastructures de services	Nombre de serveurs sécurisés (pour 1 000 000 d'habitants)	Banque mondiale
Infrastructures	Infrastructures de services	Nombre de satellites (pour 1 000 000 d'habitants)	N2yo.com
Connectivité	Accessibilité financière	Nombre d'abonnements au large bande fixe par mois en pourcentage du PIB par habitant	UIT
Connectivité	Accessibilité financière	Nombre d'abonnements au large bande mobile pour des smartphones (max. 500 Mo en prépaiement) par mois en pourcentage du PIB par habitant	UIT

Pilier	Sous-pilier	Indicateur	Source
Connectivité	Accessibilité financière	Nombre d'abonnements au large bande mobile pour des ordinateurs personnels (max. 1 Go en postpaiement) par mois en pourcentage du PIB par habitant	UIT
Connectivité	Accessibilité financière	Nombre d'abonnements à la télévision payante par mois en pourcentage du PIB par habitant	Business Bureau; CAF; PwC; TAS
Connectivité	Taux de pénétration	Taux de pénétration du large bande fixe (nombre de connexions pour 100 foyers)	UIT
Connectivité	Taux de pénétration	Taux de pénétration du large bande mobile (nombre de connexions pour 100 habitants)	UIT
Connectivité	Taux de pénétration	Nombre d'utilisateurs uniques du large bande mobile (pour 100 habitants)	GSMA
Connectivité	Taux de pénétration	Taux de pénétration de la télévision payante (nombre de connexions pour 100 foyers)	Business Bureau; CAF; PwC; TAS; UIT; Convergencia
Connectivité	Équipement	Taux de pénétration des ordinateurs (% des foyers)	UIT
Connectivité	Équipement	Nombre d'utilisateurs de smartphones (pour 100 habitants)	GSMA
Connectivité	Équipement	Pourcentage de la population ayant accès à l'électricité	Banque mondiale
Généralisation du numérique dans les foyers	Utilisation de l'Internet	Pourcentage de la population utilisant l'Internet	UIT
Généralisation du numérique dans les foyers	Utilisation de l'Internet	Taux de pénétration du réseau social dominant (nombre d'utilisateurs pour 100 habitants)	OWLOO
Généralisation du numérique dans les foyers	Utilisation de l'Internet	Revenu moyen par usager (ARPU) issu des données mobiles en pourcentage de l'ARPU total	GSMA
Généralisation du numérique dans les foyers	Cybergouvernement	Indice de cybergouvernement	ONU
Généralisation du numérique dans les foyers	Commerce électronique	Commerce en ligne en pourcentage du commerce de détail total	Euromonitor
Généralisation du numérique dans les foyers	Télémedecine	Politique nationale en matière de santé (variables binaires)	OMS
Généralisation du numérique dans les foyers	Services OTT	Taux de pénétration de la vidéo à la demande (en pourcentage du nombre de foyers)	PWC

Pilier	Sous-pilier	Indicateur	Source
Généralisation du numérique dans la production	Infrastructures numériques	Pourcentage d'entreprises disposant d'un accès à l'Internet	UNCTADstat; TAS; Eurostats
Généralisation du numérique dans la production	Chaîne d'approvisionnement numérique	Pourcentage d'entreprises utilisant l'Internet pour effectuer des transactions bancaires en ligne	UNCTADstat; TAS; Eurostats
Généralisation du numérique dans la production	Chaîne d'approvisionnement numérique	Pourcentage d'entreprises utilisant l'Internet pour acheter des intrants en ligne	UNCTADstat; TAS; Eurostats
Généralisation du numérique dans la production	Distribution numérique	Pourcentage d'entreprises vendant leurs produits sur l'Internet	UNCTADstat; TAS; Eurostats
Généralisation du numérique dans la production	Traitement numérique	Pourcentage de travailleurs utilisant l'Internet	UNCTADstat; TAS; Eurostats
Généralisation du numérique dans la production	Traitement numérique	Pourcentage de travailleurs utilisant des ordinateurs	UNCTADstat; TAS; Eurostats
Intensité de la concurrence	Niveau de concurrence	Indice IHH du large bande fixe	Convergencia; Régulateurs; TAS
Intensité de la concurrence	Niveau de concurrence	Indice IHH du large bande mobile	GSMA; Régulateurs;
Intensité de la concurrence	Niveau de concurrence	Indice IHH de la télévision payante	Convergencia; Dataxis; Ofcom; TAS; Régulateurs
Intensité de la concurrence	Niveau de concurrence	Indice IHH de la téléphonie mobile	GSMA; Régulateurs
Secteur numérique	Exportations	Exportations de haute technologie (USD par habitant, en prix courants)	Banque mondiale
Secteur numérique	Exportations	Exportations de services TIC (USD par habitant, en prix courants)	Banque mondiale
Secteur numérique	Poids du secteur numérique	Ventes issues de l'écosystème numérique, en pourcentage du PIB	PWC; TAS; UIT
Secteur numérique	Poids du secteur numérique	Revenus des opérateurs de télécommunications par habitant (USD en prix courants)	UIT
Secteur numérique	Poids du secteur numérique	Dépenses consacrées à des logiciels (en pourcentage du PIB)	INSEAD
Secteur numérique	Internet des objets	Connexions machine à machine (pour 100 habitants)	UIT; OCDE
Secteur numérique	Production de contenus	Nombre de pages Wikipédia créées ou modifiées par mois (par million d'habitants âgés de 15 à 69 ans)	INSEAD

Pilier	Sous-pilier	Indicateur	Source
Facteurs de la production numérique	Capital humain	Durée des études espérée (années)	Banque mondiale; UNESCO
Facteurs de la production numérique	Capital humain	Scolarisation dans l'enseignement supérieur (en pourcentage de la population)	Banque mondiale; UNESCO
Facteurs de la production numérique	Écoles	Pourcentage d'établissements d'enseignement ayant accès à l'Internet	UNESCO; CEPAL
Facteurs de la production numérique	Écoles	Taux d'ordinateurs par étudiant	UNESCO; CEPAL
Facteurs de la production numérique	Innovation	Brevets déposés à l'USPTO par pays (pour 1 000 000 d'habitants)	USPTO
Facteurs de la production numérique	Innovation	Revenus de la propriété intellectuelle (USD par habitant, PPA en prix courants)	Banque mondiale
Facteurs de la production numérique	Investissements dans l'innovation	Dépenses de recherche-développement (en pourcentage du PIB)	Banque mondiale; UNESCO
Facteurs de la production numérique	Développement économique	PIB par habitant (USD, prix courants)	FMI
Facteurs de la production numérique	Développement économique	Consommation d'énergie électrique (kWh par habitant)	Banque mondiale
Cadre institutionnel et réglementaire	Cybersécurité et piratage	Pourcentage de logiciels installés sans licence	BSA, The software alliance
Cadre institutionnel et réglementaire	Cybersécurité et piratage	Valeur commerciale des logiciels utilisés sans licence (en pourcentage du PIB)	BSA, The software alliance
Cadre institutionnel et réglementaire	Rôle des pouvoirs publics	Pourcentage d'attributions revenant à des organismes de réglementation selon l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT	UIT; TAS
Cadre institutionnel et réglementaire	Rôle des pouvoirs publics	Pourcentage de fonctions incombant à des organismes de réglementation selon l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT	UIT; TAS
–	–	Population	Banque mondiale
–	–	Taux de change, PPP	FMI
–	–	Nombre de foyers	UIT
–	–	PIB par habitant pendant le premier quintile (USD, en prix courants)	FMI; Banque mondiale

Annexe C: Modélisation économétrique

Le modèle économétrique décrit dans la présente annexe est identique à celui qui a été employé dans l'étude mondiale publiée par l'UIT en 2018 sur la contribution économique du large bande, de la généralisation du numérique et de la réglementation des TIC²⁴.

Contribution économique du large bande fixe et mobile

Les modèles économétriques les plus récents qui sont employés dans ce contexte se composent de quatre équations: une fonction de production agrégée permettant de modéliser l'économie, puis trois fonctions décrivant respectivement la demande, l'offre et la production²⁵.

Dans le cas des télécommunications mobiles, par exemple, les trois dernières fonctions permettent de modéliser le fonctionnement du marché du mobile, et par examen des effets inverses, de calculer l'incidence réelle des infrastructures, de la manière suivante:

- 1) Dans la fonction de production, le PIB est lié au capital fixe, à la main-d'œuvre et aux infrastructures des télécommunications mobiles, qui sont évaluées à partir du taux de pénétration du mobile.
- 2) La fonction de demande lie le taux de pénétration des télécommunications mobiles à la propension des personnes à consommer (celle-ci étant évaluée à partir du PIB par habitant), au prix d'un service mobile (évalué à partir du revenu moyen par usager ou ARPU), au pourcentage de population rurale et au niveau d'intensité de la concurrence sur le marché des télécommunications mobiles (mesuré par l'indice Herfindahl Hirschman ou IHH).
- 3) La fonction d'offre lie les revenus agrégés des télécommunications mobiles aux niveaux de prix de ces télécommunications, ces éléments étant évalués à partir de l'ARPU, de l'indice de concentration des entreprises sur le marché des télécommunications mobiles (IHH) et du PIB par habitant.

L'équation de la production lie l'évolution annuelle du taux de pénétration des télécommunications mobiles aux revenus de ces télécommunications, ce qui permet d'évaluer le capital investi dans un pays au cours de la même année. La définition économétrique de ce modèle est la suivante:

Fonction de production agrégée: (1)

$$GDP_{it} = a_1 K_{it} + a_2 L_{it} + a_3 Mob_Pen_{it} + e_{it}$$

Fonction de demande: (2)

$$Mob_Pen_{it} = b_1 Rural_{it} + b_2 Mob_Price_{it} + b_3 GDPC_{it} + b_4 HHI_{it} + e_{it}$$

Fonction d'offre: (3)

$$Mob_Rev_{it} = c_1 MobPr_{it} + c_2 GDPC_{it} + c_3 HHI_{it} +$$

Fonction de production: (4)

$$\Delta Mob_Pen_{it} = d_1 Mob_Rev_{it} + \varepsilon_{4it}$$

Pour évaluer l'incidence économique actuelle des technologies de télécommunication, deux modèles ont été établis (l'un pour le large bande fixe et l'autre pour le large bande mobile) et ont été appliqués

²⁴ Extrait de l'étude mondiale de l'UIT sur la contribution économique du large bande, de la généralisation du numérique et de la réglementation des TIC (https://www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Documents/FINAL_1d_18-00513_Broadband-and-Digital-Transformation-E.pdf).

²⁵ Ces modèles ont tout d'abord été élaborés par Roller and Waverman (2001), puis ont été mis en œuvre par Koutroumpis (2009), Katz et Koutroumpis (2012a; 2012b), et Katz et Callorda (2014; 2016; 2018).

à deux échantillons transversaux de pays. Cette méthode permet de vérifier les trois hypothèses précitées tout en examinant les effets liés à l'endogénéité²⁶.

Incidence économique de la généralisation du numérique

La généralisation du numérique, en tant que processus social, s'entend de la transformation de l'environnement techno-économique et du fonctionnement socio-institutionnel intervenant au moyen de communications et d'applications numériques. À la différence d'autres innovations technologiques, la généralisation du numérique s'appuie sur l'évolution des technologies d'accès aux réseaux (fixes et mobiles), sur les technologies des semi-conducteurs (PC de bureau et portables, dispositifs et tablettes sans fil), sur l'ingénierie logicielle (amélioration des fonctionnalités des systèmes d'exploitation) et sur les effets d'entraînement liés à leur emploi (plateformes communes de développement d'applications, prestation de services publics en ligne, commerce électronique, réseaux sociaux et accès en ligne à des informations par le biais de forums, blogs et autres portails). Pour mesurer l'incidence économique de la généralisation du numérique, il convient d'établir des critères permettant de déterminer le niveau de développement des écosystèmes numériques d'un pays donné.

Cadre théorique et examen des travaux de recherche

Les travaux d'étude du stade de développement d'un pays ou d'une région en termes d'adoption des TIC (technologies de l'information et de la communication) n'ont cessé de progresser au cours des vingt dernières années. Si la priorité était au départ d'évaluer le déploiement et l'adoption des infrastructures TIC (large bande, téléphonie mobile, informatique), les recherches se sont progressivement étendues à d'autres dimensions, par exemple l'emploi des technologies numériques (commerce électronique, cybergouvernement, réseaux sociaux) ou le développement des activités commerciales dans l'ensemble de la chaîne de valeur numérique (plateformes Internet, services collaboratifs en ligne, etc.) Au cours de ce processus, un certain nombre d'indices ont été établis, notamment l'indice de développement des TIC de l'UIT, l'indice de l'économie de la connaissance de la Banque mondiale, l'indice de préparation au réseau du Forum économique mondial, et l'indice de développement du large bande de la Banque interaméricaine de développement. Cependant, la plupart des indices établis jusqu'à présent tendent à ne porter que sur un aspect particulier de l'écosystème numérique, comme le taux de pénétration du large bande, ou à ne prendre en compte qu'un nombre limité d'indicateurs.

Un modèle de croissance endogène a été employé pour appliquer cette méthode. Il lie le PIB au capital fixe, à la main-d'œuvre et à l'indice de généralisation du numérique, qui permet d'évaluer le progrès technologique. Ce modèle de production économique découle de la relation simple établie par Cobb-Douglas:

$$Y = A_{(t)} K^{1-b} L^b$$

où

$A_{(t)}$ représente le niveau de progrès technologique (dans notre cas, l'indice de généralisation du numérique);

K correspond à la formation de capital fixe; et

L correspond à la main-d'œuvre.

²⁶ Comme l'ont expliqué Roller et Waverman, cette méthode s'appuie sur toutes les variables exogènes du système d'équations (c'est-à-dire celles que l'on peut raisonnablement considérer comme n'étant pas déterminées par les autres variables du système, telles que la quantité de travail et de capital total). Ces variables exogènes servent "d'instruments" pour les variables endogènes (la production, le taux de pénétration et les prix). Instrumenter les variables endogènes consiste essentiellement à isoler la composante de la variable endogène considérée qui peut être expliquée par les variables exogènes du système (« les instruments »); cette composante sert ensuite de régresseur.

En convertissant tous les termes en logarithmes, on peut établir une estimation des coefficients au moyen d'un modèle économétrique:

$$\log(GDP_{it}) = a_1 \log(k_{it}) + a_2 \log(L_{it}) + a_3 \log(D_{it}) + \varepsilon_{it}$$

Depuis la création de l'indice initial de généralisation du numérique, un certain nombre de changements sont intervenus au sein du phénomène, ce qui a introduit une complexité qui n'était pas prise en compte dans cet indice. Ainsi, **le développement des infrastructures des services numériques** a permis d'offrir aux particuliers, aux entreprises et aux organismes publics un accès à des contenus et des services numériques. Il a aussi permis de mettre en place une interconnectivité entre les acteurs de la chaîne de valeur numérique (par exemple les créateurs de contenus numériques, les plateformes Internet, etc.) afin que leurs offres présentent une valeur ajoutée pour les utilisateurs²⁷.

La **connectivité numérique** mesure le taux d'adoption des terminaux (ordinateurs et smartphones) et des services (large bande, téléphonie sans fil) qui permettent aux particuliers et aux organismes d'accéder aux réseaux. Cet accès permet l'emploi de produits et de services numériques, qui définit la généralisation du numérique. Cette dernière expression désigne non seulement la mesure de l'emploi des services numériques par les particuliers (**généralisation du numérique dans les foyers**), mais aussi celle de l'adoption de ces services par les entreprises (**généralisation du numérique dans la production**).

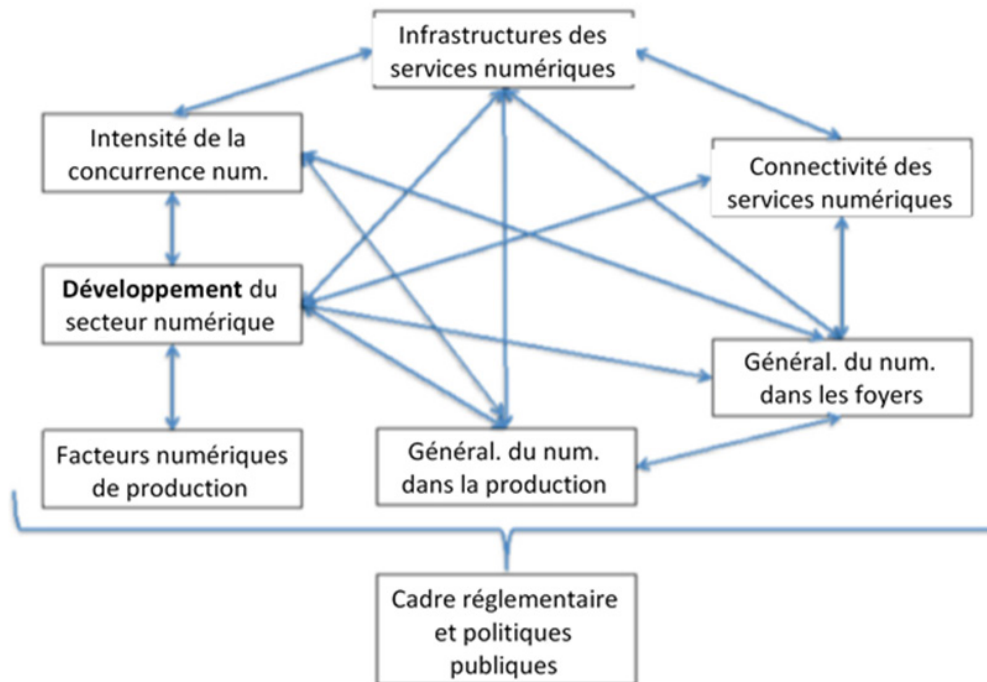
La demande de produits et services numériques par des particuliers, des entreprises et des organismes publics est satisfaite par l'offre émanant du **secteur numérique** (qui comprend notamment les plateformes Internet, les entreprises de médias, les opérateurs de télécommunications et les fabricants d'équipements). Ces entreprises peuvent se trouver dans le pays dans lequel la demande est exprimée, mais aussi à l'étranger grâce aux modèles d'affaires virtuels. Pour développer le secteur numérique d'un pays, il faut disposer de **facteurs de production** classiques, depuis les ressources humaines jusqu'au fonds d'investissement.

Enfin, pour que le secteur numérique puisse offrir des avantages statiques et dynamiques au consommateur, il doit fonctionner dans un **environnement concurrentiel** durable et bénéficier de mesures d'encouragement et d'un suivi adéquats grâce à un **cadre réglementaire et des politiques publiques**.

L'écosystème numérique peut donc se définir comme un ensemble de composantes ou de piliers interconnectés qui fonctionnent dans un contexte socio-économique donné. La Figure ci-dessous illustre les corrélations entre les huit piliers de l'indice initial de développement de l'écosystème numérique et montrent que ces piliers sont profondément interdépendants.

²⁷ Les services de télécommunications offrent une valeur ajoutée dans la mesure où ils permettent au consommateur d'accéder à l'Internet.

Figure 2: Structure conceptuelle de l'indice de développement de l'écosystème numérique



Source: Katz and Callorda (2017)

Note: Les liens ne sont indiqués que pour des relations de causalité relativement fortes (voir l'analyse ci-après).

Un modèle de croissance endogène fondé sur la fonction de production de Cobb-Douglas a été construit pour établir l'existence et évaluer la force de la relation de causalité entre le développement de l'écosystème numérique et le développement économique. Ce modèle relie le capital fixe, la main-d'œuvre et l'indice de développement de l'écosystème numérique. Il tient compte en outre du PIB par habitant au cours des années précédentes pour intégrer les effets d'inertie:

$$Y_{(t)} = A_{(t)} K_{(t)}^{1-b} L_{(t)}^b$$

En convertissant tous les termes de l'équation en logarithmes, on peut évaluer le degré d'incidence de chaque variable indépendante de la croissance de l'écosystème numérique:

$$\log(\text{GDP}_{it}) = a_1 \log(K_{it}) + a_2 \log(L_{it}) + a_3 \log(A_{it}) + \varepsilon_{it}$$

où:

$K_{(t)}$ mesure le niveau de formation du capital fixe;

$L_{(t)}$ mesure la main-d'œuvre; et

$A_{(t)}$ mesure l'indice de développement de l'écosystème numérique.

Dans ce modèle, étant donné que les variables dépendantes et indépendantes sont toutes deux des indices, l'analyse est essentiellement corrélacionnelle. En ce sens, et d'un point de vue politique, si la réglementation s'améliore dans un pays donné, l'écosystème numérique devrait aussi se développer. L'obstacle de la causalité inverse peut être partiellement surmonté en mesurant l'effet du taux de change sur le taux de développement de l'écosystème numérique dans l'outil de suivi réglementaire des TIC.

Incidence économique du cadre politique et réglementaire sur la croissance des marchés des services numériques

L'analyse de l'incidence économique du cadre politique et réglementaire sur la croissance des marchés des services numériques repose sur l'outil de suivi réglementaire des TIC de l'UIT. Cet outil constitue la variable indépendante permettant de vérifier l'incidence du cadre sur l'indice de développement de l'écosystème numérique. À cette fin, deux modèles ont tout d'abord été créés: le premier permet de vérifier la corrélation entre l'outil de suivi réglementaire des TIC et l'indice de développement de l'écosystème numérique, l'hypothèse sous-jacente étant qu'une réglementation plus efficace est directement liée au développement de l'économie numérique:

$$\text{Dig.Index}_{it} = \beta_1 \text{Reg.Index}_{it} + \text{Year F.E.} + \text{Country F.E.} + e_{it}$$

Au-delà de la mesure de la corrélation entre les deux variables, un modèle fondé sur des variables retardées a été créé. Dans le présent contexte, ce modèle est le suivant:

$$\text{Dig.Index}_{it} = \beta_1 \text{Reg.Index}_{it} + \beta_2 \text{Reg.Index}_{it-1} + \text{Year F.E.} + \text{Country F.E.} + e_{it}$$

Enfin, les variables ont été converties en logarithmes pour vérifier la causalité du changement de valeur des deux indices:

$$\ln(\text{Dig.Index}_{it}) = \beta_1 \ln(\text{Dig.Index}_{it}) + \beta_2 \ln(\text{Dig.Index}_{it-1}) + \text{Year F.E.} + \text{Country F.E.} + e_{it}$$

À noter que cette analyse ne met pas en évidence de composante de l'outil de suivi réglementaire des TIC qui soit plus importante que les autres lorsqu'on établit la corrélation avec l'indice de développement de l'écosystème numérique et ses piliers. Manifestement, la croissance des composantes de cet outil passe par l'amélioration de tous les piliers de l'écosystème numérique. Une seconde série de régressions a montré qu'au sein de l'outil de suivi réglementaire des TIC, la composante du régime réglementaire semble être celle qui a l'effet le plus marqué sur l'indice de développement de l'écosystème numérique.

Outil de suivi réglementaire des TIC et piliers de l'indice de développement de l'écosystème numérique

Outil de suivi réglementaire des TIC	Outil de suivi réglementaire des TIC (sans la composante de la concurrence)	Composante de l'autorité de régulation	Composante du mandat des régulateurs	Composante du régime réglementaire	Composante du cadre de la concurrence		
Indice de développement de l'écosystème numérique	Infrastructure des services numériques	Connectivité des services numériques	Généralisation du numérique dans les foyers	Généralisation du numérique dans la production	Intensité de la concurrence sur les marchés numériques	Développement du secteur numérique	Facteurs numériques de production

Bibliographie

Analysys Mason (2013). *The socio-economic impact of bandwidth*. A study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content & Technology. London.

Bertschek, I., Cerqueray, D. and Klein, G. J. (2011), *More bits - more bucks? Measuring the Impact of Broadband Internet on Firm Performance*. Available at https://community.oecd.org/servlet/JiveServlet/previewBody/24346-102-1-46419/bertschek_cerquera_klein_2011.pdf. Accessed on 6th June 2011

Czernich, N., Falck, O., Kretschmer T., & Woessman, L. (2009, December). *Broadband infrastructure and economic growth* (CESifo Working Paper No. 2861). Retrieved from https://www.ifo.de/DocDL/cesifo1_wp2861.pdf.

Fornefeld, M., Delaunay, G. & Elixmann, D. (2008). *The Impact of Broadband on Growth and Productivity*. A study on behalf of the European Commission (DG Information Society and Media), MICUS.

Gruber, H., Hatonen, J., and Koutroumpis, P. (2014). "Broadband access in the EU: An assessment of future economic benefits", *Telecommunications Policy*, Volume 38, Issue 11., pp. 1046-1058.

Katz, R. L., Zenhäusern, P. & Suter, S. (2008). *An evaluation of socio-economic impact of a fiber network in Switzerland*. Polynomics and Telecom Advisory Services, LLC.

Katz, R. L., Vaterlaus, S., Zenhäusern, P. & Suter, S. (2010). The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy. *Intereconomics*, 45 (1), 26-34.

Katz, R. and Callorda, F (2018a). "Accelerating the development of Latin American digital ecosystem and implications for broadband policy". *Telecommunications Policy* 42 92018) 661-681.

Koutroumpis, P. (2009). The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach. *Telecommunications Policy*, 33, 471-485.

Liebenau, J., Atkinson, R. D., Kärrberg, P., Castro, D. & Ezell, S. J. (2009, April 29). *The UK's Digital Road to Recovery*. Retrieved from: <http://ssrn.com/abstract=1396687>.

Thompson, H., & Garbacz, C. (2008). *Broadband Impacts on State GDP: Direct and Indirect Impacts*. Paper presented at the International Telecommunications Society 17th Biennial Conference, Canada.

UIT (2012). "The impact of broadband on the economy: research to date and policy issues", *Trends in Telecommunication reform 2010-11*. Geneva: International Telecommunication Union.

UIT (2018b). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation*. Geneva: International Telecommunication Union. (www.itu.int/en/ITU-D/Regulatory-Market/Documents/FINAL_1d_18-00513_Broadband-and-Digital-Transformation-E.pdf).

Union internationale des télécommunications (UIT)
Bureau de développement des télécommunications (BDT)
Bureau du Directeur
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse

Courriel: bdtdirector@itu.int
Tél.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

Département des réseaux et de la société numériques (DNS)
Courriel: bdt-dns@itu.int
Tél.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

Département du pôle de connaissances numériques (DKH)
Courriel: bdt-dkh@itu.int
Tél.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

Adjoint au directeur et Chef du Département de l'administration et de la coordination des opérations (DDR)
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse

Courriel: bdtdeputydir@itu.int
Tél.: +41 22 730 5131
Fax: +41 22 730 5484

Département des partenariats pour le développement numérique (PDD)
Courriel: bdt-pdd@itu.int
Tél.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

Afrique

Ethiopie

International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional
Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3rd floor
P.O. Box 60 005
Addis Ababa
Ethiopie

Courriel: itu-ro-africa@itu.int
Tél.: +251 11 551 4977
Tél.: +251 11 551 4855
Tél.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

Cameroun

Union internationale des télécommunications (UIT)
Bureau de zone
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé
Cameroun

Courriel: itu-yaounde@itu.int
Tél.: +237 22 22 9292
Tél.: +237 22 22 9291
Fax: +237 22 22 9297

Sénégal

Union internationale des télécommunications (UIT)
Bureau de zone
8, Route des Almadies
Immeuble Rokhaya, 3^e étage
Boîte postale 29471
Dakar - Yoff
Sénégal

Courriel: itu-dakar@itu.int
Tél.: +221 33 859 7010
Tél.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

Zimbabwe

International Telecommunication Union (ITU) Bureau de zone
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and Hampton Road
P.O. Box BE 792
Belvedere Harare
Zimbabwe

Courriel: itu-harare@itu.int
Tél.: +263 4 77 5939
Tél.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

Amériques

Brésil

União Internacional de Telecomunicações (UIT)
Bureau régional
SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo
Magalhães,
Bloco "E", 10^o andar, Ala Sul
(Anatel)
CEP 70070-940 Brasília - DF
Brazil

Courriel: itubrasilia@itu.int
Tél.: +55 61 2312 2730-1
Tél.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

La Barbade

International Telecommunication Union (ITU) Bureau de zone
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown
Barbados

Courriel: itubridgetown@itu.int
Tél.: +1 246 431 0343
Fax: +1 246 437 7403

Chili

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chili

Courriel: itusantiago@itu.int
Tél.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

Honduras

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Representación de Área
Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cía
Apartado Postal 976
Tegucigalpa
Honduras

Courriel: itutegucigalpa@itu.int
Tél.: +504 2235 5470
Fax: +504 2235 5471

États arabes

Egypte

International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional
Smart Village, Building B 147,
3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo
Egypte

Courriel: itu-ro-arabstates@itu.int
Tél.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asie-Pacifique

Thaïlande

International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional
Thailand Post Training Center
5th floor
111 Chaengwattana Road
Laksi
Bangkok 10210
Thaïlande

Adresse postale:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

Courriel: ituasiapacificregion@itu.int
Tél.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

Indonésie

International Telecommunication Union (ITU) Bureau de zone
Sapta Pesona Building
13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110
Indonésie

Adresse postale:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110, Indonesia

Courriel: ituasiapacificregion@itu.int
Tél.: +62 21 381 3572
Tél.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 5521

Pays de la CEI

Fédération de Russie

International Telecommunication Union (ITU) Bureau régional
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Fédération de Russie

Courriel: itumoscow@itu.int
Tél.: +7 495 926 6070

Europe

Suisse

Union internationale des télécommunications (UIT)
Bureau pour l'Europe
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse
Courriel: euregion@itu.int
Tél.: +41 22 730 5467
Fax: +41 22 730 5484

Union internationale des télécommunications
Bureau de Développement des Télécommunications
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse

ISBN: 978-92-61-29882-1



9 789261 298821

Publié en Suisse
Genève, 2020
Crédits photos: Shutterstock