



NOTE DOCUMENTAIRE

CCE 2016 - 0523

Belgium 2.0



Belgium 2.0

Vers une transformation numérique de l'économie réussie :

Le rôle des infrastructures à haut débit et d'autres éléments

Contactpersoon :
Siska.vandecandelaere@ccecrb.fgov.be

Le présent document fait partie d'un ensemble de notes documentaires rédigées en 2015 par le secrétariat du Conseil central de l'Economie dans le cadre des travaux de la sous-commission « Rapport technique marge salariale ». Les débats qui ont suivis la présentation de ces notes aux interlocuteurs sociaux ont permis à ces derniers de tirer une série d'enseignements en commun pour chacune d'entre elles. Vous trouverez ici, l'ensemble des notes documentaires en question ainsi que les «conclusions» des interlocuteurs sociaux y afférents.

Table des matières

1 L'importance de la numérisation.....	11
1.1 Qu'est-ce que la numérisation ?	12
1.2 Pourquoi numériser ?.....	13
1.3 Quelle est l'ampleur du numérique en Belgique ?.....	18
2 Une infrastructure numérique pour le 21e siècle.....	26
2.1 Le haut débit comme "key enabler" de l'économie numérique.....	26
2.2 Qu'en est-il de l'infrastructure numérique en Belgique ?.....	29
2.3 Nécessité d'investissements permanents dans l'infrastructure	35
2.4 Infrastructure numérique : une condition nécessaire, mais pas suffisante.....	39
3 Mise à niveau vers une politique de type "future proof"	41
3.1 Préparer l'infrastructure à la prochaine vague.....	41
3.2 Cultiver un écosystème sain	43
3.3 Nécessité d'une vision systémique	45
4 Bibliographie	46
5 Annexes	50
5.1 Définition du secteur des TIC.....	50
5.2 Aperçu des branches d'activité selon l'intensité TIC	51

Liste des graphiques

Graphique 1-1 : Croissance de la productivité du travail (PIB par heure prestée) aux États-Unis, EU des 15 et Belgique, 1975-2011	14
Graphique 1-2 : Pourcentage d'individus n'ayant jamais utilisé internet, 2014	18
Graphique 1-3 : Évolution de la valeur ajoutée (en volume) des secteurs des TIC, exprimée en milliards EUR, 1995-2013	20
Graphique 2-1 : Comparaison de la "connectivité haut débit", Index DESI, UE des 28, 2015	30
Graphique 2-2 : Couverture du haut débit NGA (>30 Mbps), % des ménages, 2014	30
Graphique 2-3 : Nombre de connexions par fibre optique, en % du nombre total de connexions, 2014	32
Graphique 2-4 : Adoption du haut débit mobile, nombre d'abonnements/100 personnes, décembre 2014	33
Graphique 2-5 : Investissements en actifs fixes dans le secteur des télécommunications et dans le reste du secteur des TIC, en volume (en millions d'euros chaînés, année de référence 2012), Belgique, 1995-2013	37
Graphique 2-6 : Taux d'investissement dans le secteur des télécommunications et dans le reste du secteur des TIC, en volume (en millions d'euros chaînés, année de référence 2012), Belgique, 1995-2013	38
Graphique 2-7 : Évolution la rentabilité dans le secteur des télécommunications	39

Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Comparaison de l'impact économique des TIC aux États-Unis et dans l'UE, 1995-2011	15
Tableau 1-2 : Structure du secteur belge des TIC, 2012	19
Tableau 1-3 : Part dans la valeur ajoutée, à prix courants, Belgique et pays de référence, 2013	22
Tableau 1-4 : Croissance de la productivité selon les secteurs, Belgique, 1996-2010	22
Tableau 1-5 : Utilisation des TIC par les entreprises belges, 2014	23
Tableau 1-6 : Utilisation des technologies numériques par le consommateur, position de la Belgique dans l'UE des 15, 2014	25
Tableau 1-7 : Utilisation des technologies numériques par les pouvoirs publics, position de la Belgique dans l'UE des 15, 2014	25
Tableau 1-8 : Qualifications numériques, position de la Belgique dans l'UE des 15, 2014	25
Tableau 2-1 : Les trois principaux attraits de la Belgique selon les chefs d'entreprises internationales	26
Tableau 2-2 : Indicateurs de la qualité du haut débit, Belgique dans l'UE des 13, 2013	31
Tableau 2-3 : Contribution de l'intensité capitalistique et de la croissance de la PTF dans la productivité du travail en Belgique, aux Pays-Bas, dans l'UE des 15 et aux États-Unis, 1980-2011	40

Liste des illustrations

Illustration 1-1 : L'écosystème numérique	13
Illustration 1-2 : L'écosystème numérique belge en chiffres, part de la valeur ajoutée, à prix courants, Belgique, 2013	21
Illustration 1-3 : Contribution à la croissance économique, en volume, 1995-2013, en %	22
Illustration 2-1 : Quelques domaines à potentiel élevé et leurs exigences au niveau de l'infrastructure	36

Avant-propos

Fin 2014, le Conseil central de l'Économie a été invité par le Comité consultatif pour les télécommunications de coordonner une étude portant sur la contribution du secteur des télécommunications à l'économie et à la société. Le Bureau du CCE a considéré que cette étude était d'une grande valeur dans le cadre des travaux du Conseil en ce qui concerne la capacité compétitive structurelle de l'économie belge. La présente étude offre en effet au Conseil la possibilité d'approfondir davantage la thématique relative au rôle et à l'importance de la numérisation pour une transformation réussie de l'économie. Si nous entendons préserver notre prospérité et l'améliorer davantage, il est important que la structure économique se transforme dans le sens d'activités à plus grande valeur ajoutée. Comment le montrent d'anciens rapports techniques du secrétariat du CCE, il est évident que des améliorations peuvent être réalisées dans ce domaine en Belgique. Par ailleurs, le thème de la numérisation de l'économie s'inscrit également dans le cadre de l'Agenda numérique de l'Union européenne, l'une des sept initiatives clés pour une croissance intelligente, durable et inclusive dans le cadre de la stratégie Europe 2020. Par le biais de cet Agenda numérique, la Commission européenne entend mieux utiliser le potentiel de l'économie numérique européenne, en vue de stimuler l'innovation, la croissance économique et le progrès.

Par l'entremise de ce projet commun, l'objectif était également de resserrer et de renforcer les liens entre le Comité consultatif pour les télécommunications et le Conseil central de l'Économie. Pour mener à bien cette étude, le secrétariat du CCE a mis en place une collaboration avec le Bureau fédéral du Plan et le SPF Économie. Ce groupe de travail était constitué de Jan van der Linden (Bureau fédéral du Plan), Steffi Mignon, Liliane Turloot et Peter van Herreweghe (SPF Économie – Direction générale des Analyses économiques et de l'Économie internationale) ; de Pierre Strumelle et Séverine Waterbley (SPF Économie – Direction générale de la Réglementation économique) ainsi que de Tom Strengs et Siska Vandecandelaere (secrétariat du CCE).

Il a par ailleurs été fait appel à des experts. Nous souhaitons tout particulièrement remercier Monsieur Luc Vanfleteren de l'IBPT et Monsieur Jean-Marc Galand d'Agoria pour leurs remarques et suggestions précieuses lors de la rédaction du texte.


L'échange de connaissances et d'informations ainsi que les synergies réalisées entre toutes les institutions concernées ont débouché sur le présent rapport qui, nous l'espérons, pourra apporter une contribution substantielle aux travaux du Comité consultatif pour les télécommunications, ainsi qu'à ceux du Conseil central de l'Économie.



L. DENAYER
Secrétaire du CCE



J.M. DELPORTE
Président du Comité de direction
du SPF Économie



P. DONNAY
Commissaire au Plan

Executive summary

Dans le contexte de la transformation structurelle en profondeur de l'économie (et d'une croissance de la productivité globale à la traîne), les décideurs politiques et les autorités des pays les plus développés (y compris de la Belgique) mettent de plus en plus leurs espoirs sur la numérisation de l'économie comme moteur d'une transformation dans le sens d'une économie fondée sur les connaissances et l'innovation. En sa qualité de "general purpose technology", l'informatique offre des opportunités qui dépassent les secteurs des TIC et peut ainsi sensiblement améliorer la prospérité et le bien-être social. Outre l'impact sur la productivité, une numérisation plus poussée peut aussi potentiellement contribuer à apporter des solutions à un certain nombre de défis complexes auxquels la société est confrontée, comme les changements démographiques (vieillessement), la demande de mobilité croissante, la transition vers une production énergétique renouvelable...

L'expérience a montré que la numérisation pouvait en effet avoir une incidence positive sur les gains de productivité. C'est certainement le cas aux États-Unis, où la numérisation a été menée de manière plus effective que dans la plupart des pays européens, le processus de numérisation a contribué entre 1995 et 2005 à une forte croissance de la productivité. Bien que cette croissance de la productivité ait à nouveau atteint le niveau antérieur à celui de 1995, bon nombre de personnes estiment qu'une nouvelle vague de développements numériques peut générer un impact considérable sur la productivité et le bien-être social. Tout le monde ne partage toutefois pas cet optimisme à propos du potentiel de numérisation pour la croissance économique (voir par exemple Wolf, 2015). Certains affirment même que la croissance de la productivité basée sur les TIC pendant la période 1995-2003 aux États-Unis a été exceptionnelle et que les gains en productivité attendus à l'avenir seront sans doute inférieurs (Fernald, 2014). Néanmoins, la poursuite de la numérisation de l'économie offre sans doute des perspectives qui permettront d'intensifier structurellement la faible croissance de la productivité du travail (en Belgique également) (van Ark, 2014a, b et 2015). Dans l'optique d'une croissance économique et de l'emploi, il importe dès lors que la Belgique soit suffisamment préparée à la prochaine vague de technologies numériques telles que la communication mobile, les médias sociaux, les applications "cloud", les Big Data, « l'Internet des objets » (Internet of Things)...

Le caractère « perturbateur » du processus de numérisation comporte également certains défis, en particulier au niveau du marché du travail. Bien que l'on s'attende à ce que la transformation numérique de l'économie crée des emplois, elle entraînera également la destruction d'emplois (et ce d'autant plus que les TIC permettent plus aisément la délocalisation de certaines activités). Ce qui signifie que les travailleurs devront s'adapter à l'économie numérique et devront disposer des capacités (numériques) appropriées. Pour les autorités, il serait utile d'avoir une vision des gagnants et des perdants du processus de numérisation, afin de pouvoir ainsi en adoucir l'impact négatif. Un autre défi réside dans la protection des consommateurs et des travailleurs dans de nouveaux environnements économiques tels que l'économie partagée, ainsi que la garantie d'une concurrence loyale avec les entreprises existantes. Mais le fait d'éviter le fossé numérique, la garantie de la vie privée, de la sécurité numérique, des droits intellectuels... constituent également des points d'attention.

La numérisation est un processus complexe mû par l'interaction de différents éléments de l'écosystème numérique : les secteurs des TIC (du côté de l'offre), d'autres acteurs économiques et sociaux (du côté de la demande), l'infrastructure numérique et l'environnement institutionnel. Sur la base des données disponibles, le processus de numérisation semble avoir été lancé dans bon nombre de pays d'Europe bien après les États-Unis et, dans différents pays, dont la Belgique, il a débouché sur des résultats

(encore) insuffisants. Bien que dans son ensemble, l'économie belge ne semble pas être moins numérique que celle des pays voisins, nous ne pouvons pas vraiment parler d'une spécialisation TIC en Belgique. En ce qui concerne la fourniture de services TIC, la Belgique se situe à vrai dire à un niveau relativement moyen dans une perspective européenne ; sa position est toutefois très faible pour la production de biens TIC (une position qui a néanmoins été meilleure dans le passé). Au niveau de l'utilisation des TIC, la Belgique obtient un résultat relativement bon (on trouve des exemples dans l'utilisation par les entreprises du logiciel ERP, dans des applications telles que Tax-on-Web...). Les indicateurs clefs du Digital Agenda Scoreboard montrent toutefois que pour bon nombre d'applications, la Belgique ne se classe pas non plus parmi les meilleurs élèves. Cela vaut tant pour l'utilisation des TIC par les entreprises que par les consommateurs et les autorités.

Nous pouvons conclure que la numérisation de l'économie peut potentiellement contribuer à une amélioration de la prospérité et du bien-être social. L'économie belge ne semble pas moins numérique que celle de ses voisins, mais nous ne pouvons néanmoins pas parler d'une spécialisation TIC en Belgique. Il en va de même en ce qui concerne l'utilisation des applications TIC, les entreprises, les consommateurs et les autorités belges ne faisant souvent pas partie des meilleurs élèves européens.

La qualité de l'infrastructure numérique constitue un élément central dans la facilitation et la stimulation du processus de numérisation. Un dosage inadéquat d'infrastructure numérique entravera en effet l'utilisation de technologies numériques par les consommateurs et les entreprises et sera un frein au développement d'un secteur TIC innovant. Inversement, la demande et l'offre en technologies numériques constituent un moteur important pour le développement d'une infrastructure numérique de premier ordre. L'interaction entre ces différents éléments est dans une large mesure déterminée par l'environnement institutionnel (marché, réglementation, aptitudes numériques, confiance, culture, innovation, esprit d'entreprise...).

De nombreuses preuves empiriques montrent l'impact positif de la pénétration et de la rapidité du haut débit sur la croissance et l'emploi. Les recherches sur l'incidence économique des investissements dans l'internet ultrarapide sont toutefois moins nombreuses, mais les attentes sont néanmoins élevées. L'OCDE parle à cet effet d'une "économie de l'abondance" : la capacité surabondante encourage les entreprises à innover et à mettre de nouvelles idées à l'essai, tout en créant ainsi de nouvelles opportunités qui sont impossibles à imaginer à l'avance. C'est pourquoi un grand nombre des avantages économiques d'investissements dans des technologies telles que la fibre optique ne deviendront évidents qu'une fois les réseaux sont déployés. Il convient par ailleurs de remarquer qu'outre la valeur économique, une autre valeur sociale, souvent plus difficile à quantifier, a le potentiel d'être créée.

En ce qui concerne la qualité des réseaux fixes, la Belgique se classe actuellement en très bonne position, tant pour ce qui est de la couverture que de la vitesse. En ce qui concerne le taux de couverture de ce que l'on appelle les réseaux « Next Generation Access » (NGA, il s'agit des réseaux présentant une capacité de téléchargement de 30 Mbps ou plus), la Belgique est même en tête du peloton européen. La position relative pour le nombre d'abonnements (uptake) avec une vitesse de 100 Mbps ou plus est un peu plus faible.

Pour ce qui est du haut débit mobile en Belgique, la couverture a été mise en place relativement lentement. Mais entre-temps, la Belgique s'est dotée d'une couverture relativement bonne (tant en ce qui concerne la 3G que la 4G). La Belgique n'est toutefois (toujours) pas leader dans le domaine de l'adoption du haut débit mobile : le nombre d'abonnements pour le haut débit est, en pourcentage de la population, parmi les plus faibles de l'UE des 15.

De manière générale, on s'attend à ce que le trafic de données augmente considérablement au cours des prochaines années. Il y aura, d'une part, un trafic accru sur l'internet par la pénétration croissante des smartphones et des tablettes, le développement de l'Internet of Things, la tendance croissante des entreprises/des consommateurs à déplacer des applications vers le cloud... D'autre part, des applications (vidéo) de plus en plus lourdes sont attendues. De manière générale, on pressent également une augmentation spectaculaire du trafic internet mobile. Il importe aussi, dès lors, que tant le réseau fixe que mobile puissent continuer à supporter ce trafic supplémentaire. Ce qui exige non seulement des investissements dans la capacité, mais également dans la qualité. La fiabilité et la sécurité d'internet constituent des exigences majeures auxquelles un réseau doit satisfaire. Mais pour les applications en temps réel (p.ex. les voitures sans conducteur, la médecine à distance...), une "latence" faible (l'intervalle compris entre le moment de l'envoi et le moment de la réception d'un paquet de données) est également importante. La symétrie est également requise pour un nombre toujours plus grand d'applications. La vidéoconférence, le cloud computing, l'Internet of Things... requièrent non seulement une bonne vitesse de téléchargement descendant (download), mais également ascendant (upload).

Les opérateurs réagissent de différentes manières à cette augmentation des attentes. En matière de réseau fixe, la Belgique s'est essentiellement engagée dans la mise à niveau de la première génération de réseaux (vectoring des réseaux cuivre VDSL ou application de la norme DOCSIS 3.1 dans le cas des réseaux câblés). Ce qui donne lieu à des vitesses toujours supérieures. Les investissements supplémentaires prévus par le cablo-opérateur flamand entre 2014 et 2019 (« De Grote Netwerf ») autoriseront même des vitesses jusqu'à 1 Gbps. Toutefois, les vitesses maximales permises sur les réseaux fixes restants restent quelque peu en deçà des vitesses possibles lorsque la fibre optique arrive à l'utilisateur ("Fiber to the Home", ou FTTH). D'autres éléments déterminants de la qualité (latence, symétrie...) sont moins bons qu'avec la FTTH. Cette dernière architecture de réseau peut actuellement être vue par de nombreux acteurs comme la solution ultime à long terme. Le coût élevé du déploiement de tels réseaux constitue le revers de la médaille.

Les investissements en FTTH vont déjà bon train dans certains pays. C'est le cas pour le Japon, la Corée du Sud et la Suède qui obtiennent les meilleurs résultats dans ce domaine, mais les Pays-Bas occupent également une position bien supérieure à la Belgique. Et la France, qui au niveau de l'infrastructure à haut débit fixe se classe actuellement un cran en dessous de la Belgique, déclare dans son "Plan Très Haut Débit" que pour 2022, 80% des ménages devront être directement raccordés par la fibre optique. Si la Belgique entend maintenir sa position de tête au niveau de la bande large fixe, des investissements en FTTH devront dès lors être réalisés à terme, en plus des investissements déjà prévus.

En ce qui concerne le réseau mobile, la 4G est pour ainsi dire entièrement déployée. Toutefois, on s'active en ce moment pleinement à la préparation d'une nouvelle norme en matière de technologie mobile : la 5G. Cette technologie doit non seulement fournir une capacité supérieure, mais vise notamment aussi une latence très faible, ce qui rendra possible les applications telles que les voitures sans conducteur, les opérations chirurgicales à distance... Différents pays s'affairent déjà à la préparation de cette nouvelle norme. La Corée du Sud est un précurseur dans ce domaine également. Au sein de l'UE des 15, le Royaume-Uni et certains pays scandinaves sont déjà en train de déployer un réseau expérimental.

En résumé, nous pouvons affirmer que la prestation au niveau de l'infrastructure en Belgique (et certainement dans une perspective européenne) est actuellement très favorable, mais que la Belgique doit poursuivre ses investissements afin de ne pas perdre dans le futur la position de tête qu'elle occupe. Les investissements exigent toutefois un certain rendement. Une première analyse de l'évolution du rendement semble indiquer que celui-ci a diminué ces dernières années (certes après

une forte augmentation entre 2001 et 2005). Ce rendement en baisse est en partie le reflet du contexte macroéconomique, mais aussi de la concurrence accrue (surtout sur le marché des télécommunications mobiles). Cette concurrence ne provient pas seulement d'autres opérateurs des télécommunications, mais aussi de ce que l'on nomme les services OTT (pensons aux services tels que Skype, WhatsApp...) qui mettent la pression sur le chiffre d'affaires des opérateurs de télécommunications traditionnels.

Si la Belgique entend conserver sa position de tête au niveau de l'infrastructure à haut débit, il importe que les autorités créent un cadre favorisant suffisamment les investissements nécessaires. Parmi les conditions pour encourager à investir dans les infrastructures auxquelles la littérature fait souvent référence, citons :

- Une concurrence saine : la concurrence encourage les opérateurs à investir. Ils essaient ainsi de se différencier de leurs concurrents. Toutefois, comme l'a déjà indiqué Schumpeter, le niveau de rendement est également important, tant au moment de l'investissement (afin de pouvoir le financer) que dans le futur (comme incitant à investir). Une recherche récente (Aghion e.a., 2005) reconnaît la combinaison des deux effets et caractérise la relation entre investissements et concurrence par une relation en U inversé : si le niveau de concurrence est faible, une concurrence accrue aura un effet positif sur les investissements ; toutefois, à partir d'un certain niveau, l'effet sur les investissements d'une concurrence supplémentaire sera négatif.

En plus d'une concurrence saine entre les opérateurs, il convient également de veiller à une concurrence loyale entre les nouveaux acteurs OTT qui doivent souvent se conformer à des règles moins strictes, pour fournir des services identiques. Il convient dès lors de voir où peut être allégée la réglementation applicable aux opérateurs traditionnels, car c'est naturellement là où le marché échoue qu'il convient de prévoir une réglementation minimale tant pour les opérateurs traditionnels que pour les acteurs OTT (notamment au niveau de la protection du consommateur, de la protection de la vie privée et de la sécurité).

- Un cadre réglementaire qui encourage suffisamment les investissements. Pour encourager les investissements, le cadre réglementaire doit remplir certaines conditions. En premier lieu, il doit être clair et prévisible. Préalablement à leurs investissements, les opérateurs doivent savoir à quoi s'en tenir. Vu les coûts fixes élevés, une continuité suffisante dans la réglementation est également importante. Enfin, il importe que la réglementation n'érige pas de barrières inutiles pour les investissements dans les infrastructures, et ce à tous les niveaux politiques.
- Améliorer la transparence de la couverture et de la qualité du réseau : la cartographie de la couverture et de la qualité du réseau peut constituer un incitant au consommateur et peut ainsi stimuler la concurrence entre les opérateurs. Par ailleurs, il s'agit d'un outil utile permettant aux autorités d'avoir une meilleure vision des territoires où le marché est défaillant et où une éventuelle intervention des pouvoirs publics s'impose. L'Atlas de l'IBPT constitue de toute évidence une initiative positive dans ce domaine.

Des investissements lourds dans l'infrastructure sont nécessaires, mais ils ne seront toutefois pas suffisants pour préparer la Belgique à la nouvelle vague numérique. En effet, les investissements relativement élevés réalisés en Belgique dans les TIC n'ont pas été accompagnés par une forte croissance de la productivité totale des facteurs (PTF). Les investissements dans les TIC et dans les réseaux n'ont donc pas automatiquement engendré de la croissance économique et d'emplois. Les effets des investissements dans les TIC diffèrent notamment selon la manière dont ils sont exploités par les utilisateurs et par les développeurs de biens et services TIC. Cela sera également déterminé

par la manière dont ces investissements s'accompagneront d'innovations complémentaires (sur le plan organisationnel) et d'autres investissements dans les connaissances et les qualifications.

Parallèlement à la mise en place d'une infrastructure ultra-moderne, il convient dès lors d'agir en vue d'inciter au développement d'un écosystème dynamique autour de l'internet ultrarapide. Voici quelques conditions importantes à cet effet :

- Stimuler la confiance : les citoyens et les entreprises doivent pouvoir compter sur la sécurité de leurs données personnelles, sur l'intégrité des informations se trouvant sur internet ainsi que sur la fiabilité physique d'internet. Toutes les parties concernées doivent prendre les mesures nécessaires pour réaliser ces objectifs. Ce qui exigera une coopération tant au niveau national qu'international.
- Qualifications dans les TIC : il est important, par l'enseignement et les formations, de stimuler les qualifications à tous les niveaux des TIC, tant dans le domaine de l'alphabétisation numérique du citoyen moyen que dans celui des qualifications plus spécialisées.
- Culture numérique : la transformation numérique requiert une culture imprégnée de l'importance et du potentiel des technologies numériques. Les autorités peuvent donner un bon exemple par le biais d'innovations numériques au niveau de l'administration publique, de l'enseignement et des soins de santé. Mais d'autres acteurs, parmi lesquels les partenaires sociaux, ont également un rôle à jouer.
- Régulation favorable au numérique : une évaluation de l'impact de la réglementation existante et nouvelle sur la transformation numérique des entreprises et de l'utilisation des TIC en général (et ce pour tous les domaines stratégiques).

En résumé, nous pouvons affirmer qu'un écosystème numérique sain, où en plus de l'infrastructure, une attention est également portée du côté de l'offre et de la demande, est d'une importance considérable pour que les investissements réalisés dans les infrastructures de haut débit puissent avoir un rendement optimal et donc contribuer à la création de valeur sociale et à des emplois. Les leviers pour agir se situent auprès de différents domaines politiques et de différents niveaux de pouvoirs publics. En règle générale, nous pouvons dès lors affirmer qu'une transformation numérique réussie exige l'intervention des différents domaines politiques et une harmonisation de ceux-ci, mais entre différents niveaux des pouvoirs publics.

"My vision for the future state of the digital economy – I see a movie. I see a story of everybody connected with very low latency, very high speed, ultra-dense connectivity available. Today you're at the start of something amazing... I see the freeing up, not just of productivity and money, but also positive energy which can bring a more equal world"

- Vittorio Colao
(CEO, Vodafone Group)

1 L'importance de la numérisation

Sous la pression des avancées technologiques, des changements au niveau des avantages comparatifs et des changements au niveau de la demande, pour ainsi dire toutes les économies développées sont actuellement imbriquées dans un processus de transformation structurelle profonde. Ainsi, la part des secteurs industriels dans l'emploi et dans la valeur ajoutée diminue depuis plusieurs décennies en Belgique, tandis que le poids des secteurs de services augmente systématiquement.

La politique joue un rôle crucial dans l'accompagnement de cette transformation dans une direction pouvant garantir, voire stimuler, la prospérité et l'emploi. Dans ce cadre, bon nombre d'autorités et de décideurs politiques (y compris en Belgique) attendent beaucoup de la numérisation de l'économie en tant que moteur d'une transformation vers une économie propulsée par les connaissances et l'innovation et, qui sait, peut-être vers une réindustrialisation de l'économie qui en serait la conséquence (dans ce contexte, on fait mention d'une "industrie 4.0"¹). Ce faisant, la numérisation de l'économie, en tout cas selon ses défenseurs, pourrait contribuer à la mise en place d'une croissance économique durable et à la création de nouveaux emplois.

La présente étude entend apporter une vision sur les éléments qui sont importants pour une transformation numérique réussie de l'économie. À la demande du Comité consultatif pour les télécommunications, une attention particulière est accordée, dans la présente étude, à l'élément infrastructure.

Dans un premier chapitre, on examinera le lien entre numérisation et création de valeur économique et sociale. On essaiera d'apporter une réponse à des questions telles que : Qu'est-ce que la numérisation ? Pourquoi la numérisation est-elle importante ? Et où en sommes-nous en matière de numérisation de l'économie belge ?

Dans le chapitre 2, nous porterons ensuite notre attention sur le rôle de l'infrastructure numérique. De manière plus spécifique, nous posons la question de savoir comment le secteur belge des télécommunications pourra à l'avenir contribuer davantage à une numérisation réussie de l'économie et, in fine, à la création d'une croissance économique et d'emplois durables.

Au chapitre 3, nous essaierons enfin de formuler un certain nombre de recommandations politiques générales sur la base des conclusions de l'étude et de la littérature économique récente.

¹ Selon Roland Berger (2014), la part de l'entreprise de transformation dans la valeur ajoutée en Europe pourrait augmenter de 15% à 20% sous l'influence de cette "quatrième révolution industrielle".

1.1 Qu'est-ce que la numérisation ?

La numérisation est un processus transversal ...

Aucune définition généralement acceptée de la « numérisation » n'est utilisée à l'heure actuelle. Dans une approche étroite, l'économie numérique est vue comme l'ensemble de ce que l'on appelle les secteurs des TIC, tels que définis par l'OCDE. Un aperçu de ces secteurs est présenté en annexe.

Toutefois, mais c'est au moins aussi important, se pose la question de savoir comment les TIC sont utilisées par des entreprises d'autres secteurs et par la société dans son ensemble. La numérisation peut en effet avoir une incidence sur la nature des modèles de consommation et des processus de production; elle peut modifier le fonctionnement des marchés et introduire de nouveaux marchés et des opportunités nouvelles. Les TIC sont à vrai dire ce que l'on appelle une "general purpose technology" (Gretton e.a., 2004). La numérisation englobe donc plus que la seule innovation technologique dans les secteurs des TIC. Comme l'analyse qui suit le démontrera, une numérisation réussie est indissociablement liée à des développements et à des processus survenant dans le reste de l'économie et de la société. Dans la présente étude, nous considérerons dès lors la numérisation comme un processus transversal qui se manifeste à travers toute l'économie.

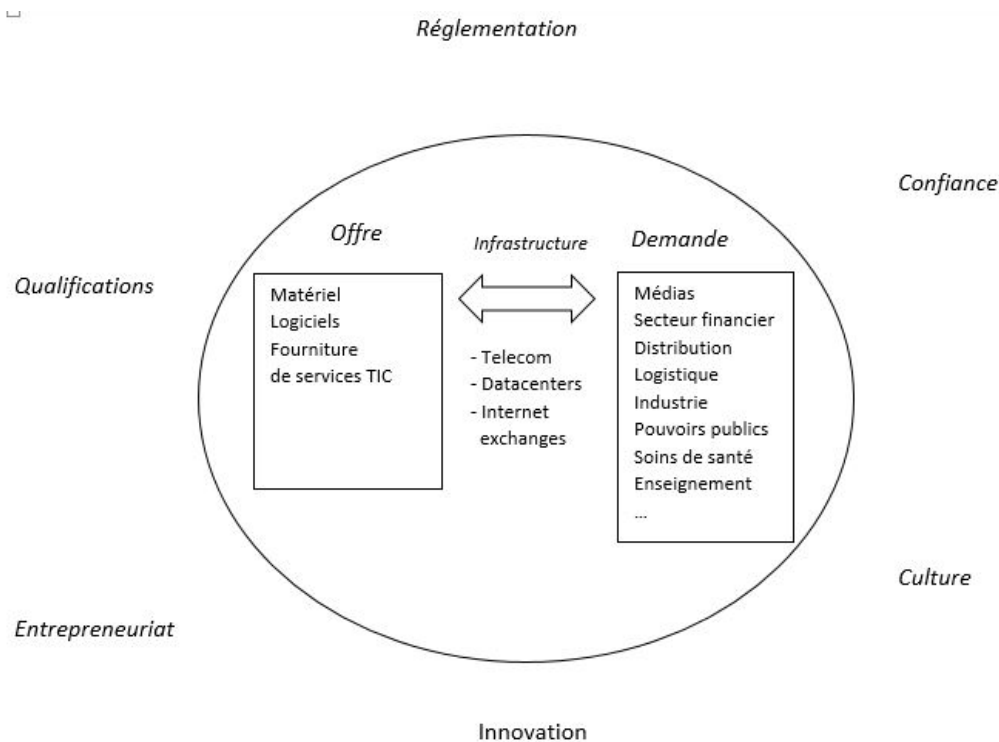
...dirigé par l'interaction complexe entre offre, demande et infrastructure

Tout cela montre que la numérisation n'est pas un processus linéaire. Le paysage numérique est lui, par contre, un écosystème complexe² (voir Illustration 1-1), constitué de nombreux acteurs rassemblés dans différents piliers et caractérisés par une dépendance et une interaction mutuelles entre l'offre (les secteurs des TIC tels que définis par l'OCDE, et en particulier les télécommunications), l'infrastructure (télécommunications, data centers...) et la demande (le reste de l'économie). Cette interaction est déterminée dans une large mesure par l'environnement institutionnel (réglementation, qualifications numériques, confiance, culture, innovation...).

Dans cet ensemble complexe, la qualité de l'infrastructure numérique d'un pays joue un rôle crucial dans la possibilité de réaliser ce processus de numérisation. Sans l'infrastructure requise, les nouvelles technologies de l'information (du côté de l'offre) ne peuvent en effet pas être utilisées de manière optimale par les utilisateurs (du côté de la demande). Par ailleurs, en l'absence de l'infrastructure nécessaire, ces nouvelles technologies de l'information (et les services y afférents) ne pourront peut-être même pas se développer. On parle dès lors d'une importante mesure de l'influence réciproque et de ce que l'on appelle la co-évolution entre les différents piliers de l'écosystème numérique. L'absence d'une infrastructure numérique adéquate peut entraver l'utilisation des technologies numériques par les consommateurs et les entreprises et constituer un frein au développement d'un secteur des TIC innovant. Inversement, la demande et l'offre en technologies numériques constituent un moteur important au développement de l'infrastructure numérique de pointe.

² Ce que nous visons lorsque nous décrivons l'économie numérique comme étant un écosystème complexe est 1) qu'il consiste en différents éléments qui, par interaction, forment un tout intégré (nous parlons d'un "système") ; 2) qu'il représente plus que la somme de ses parties (il présente des caractéristiques "complexes" telles que non-linéarité et émergence) et 3) qu'il est par ailleurs dynamique, en ce sens qu'il a la capacité de s'adapter à un environnement en mutation (il s'agit d'un système "vivant" caractérisé par l'évolution dans le sens "biologique" du terme, d'où le fait que nous parlions d'un écosystème).

Illustration 1-1 : L'écosystème numérique



Source : CCE sur la base de la littérature

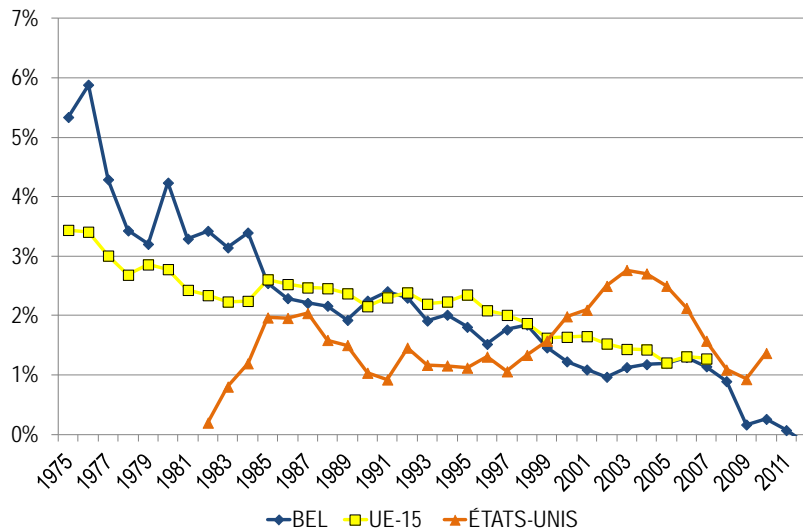
1.2 Pourquoi numériser ?

La numérisation est potentiellement importante pour la prospérité ...

La numérisation ne constitue naturellement pas un objectif en soi. L'objectif est que la numérisation se traduise en une prospérité accrue. La prospérité est souvent mesurée par le PIB par habitant et est dans une large mesure dirigée par des évolutions au niveau de la productivité. La numérisation est considérée comme l'une des principales opportunités pour stimuler la croissance de la productivité (van Ark, 2014a, b et 2015).

L'expérience des États-Unis nous apprend que la numérisation peut en effet avoir un impact positif majeur sur la croissance de la productivité (voir Graphique 1-1). À partir de la seconde Guerre mondiale et jusqu'en 1995, la croissance de la productivité du travail était systématiquement supérieure en Europe qu'aux États-Unis. Vers 1995, la croissance de la productivité a toutefois diminué, tandis que celle des États-Unis s'accélérait, surtout à la suite d'investissements dans le capital des TIC et de la croissance de la productivité dans les secteurs des TIC (Jorgenson e.a., 2012; Oliner e.a., 2007). À partir de 2000 jusqu'aux environs de 2005, la forte croissance de la productivité s'est poursuivie aux États-Unis, sous l'effet cette fois de la croissance de productivité des services marchands faisant une utilisation intense des TIC (surtout dans le commerce de gros et de détail) (Jorgenson e.a., 2012; Oliner e.a., 2007; van Ark et Inklaar, 2005).

Graphique 1-1 : Croissance de la productivité du travail (PIB par heure prestée) aux États-Unis, EU des 15 et Belgique, 1975-2011



Note: Il s'agit ici de moyennes en cours de la croissance de la productivité sur 5 années.
Source : travaux propres sur la base de EUKLEMS

D'un point de vue macroéconomique, on distingue trois canaux par lesquels les TIC peuvent influencer la productivité du travail : via l'approfondissement capitaliste des TIC, via la croissance de la PTF dans les secteurs des TIC (en fonction de la part de ces secteurs dans l'économie) et via la croissance de la PTF dans les secteurs utilisant les TIC (Biatour et Kegels, 2015 ; van Ark, 2015).

L'approfondissement capitaliste des TIC fait référence à l'augmentation de la productivité du travail suite à l'intensification de l'intensité capitaliste des TIC (c'est-à-dire le nombre de biens en capital relevant des TIC par heure prestée). Le capital des TIC peut être scindé en matériel informatique, en logiciels et en réseaux électroniques (CBS, 2011). En Europe, les investissements en capital dans les TIC étaient dans le passé inférieurs à ceux des États-Unis (van Ark e.a., 2003), mais entre-temps, le ratio du capital des TIC par rapport à la production en Europe semble avoir pour ainsi dire suivi le niveau des États-Unis (van Ark, 2015). On observe toutefois de grandes différences entre les États membres de l'UE. Au niveau des investissements dans le capital des TIC et de la croissance de la productivité, les pays scandinaves sont dans la lignée des États-Unis, tandis que les pays d'Europe du Sud tels que l'Espagne et l'Italie accusent un retard important (van Ark et Inklaar, 2005 ; Kegels e.a., 2012 ; van Ark, 2015).

Le deuxième effet concerne l'impact direct des augmentations de productivité dans les secteurs des TIC sur la productivité totale des facteurs (PTF) pour l'ensemble de l'économie. La croissance de la PTF est mesurée par cette partie de la croissance économique qui ne peut être imputée à une augmentation de l'intensité capitaliste ou du travail. Il fait référence à une efficacité accrue qui permet à une économie de produire davantage avec la même combinaison de facteurs de production. Bien que les secteurs des TIC ne constituent qu'une fraction de l'économie (environ 8% du PIB en Europe), ils sont responsables pour plus de 40% de la croissance de la productivité totale des facteurs dans les secteurs marchands européens au cours de la période 2001-2007 (van Ark, 2015). Par ailleurs, il a constitué l'une des seules sources de croissance de la PTF qui soit restée positive après 2008 (van Ark, 2015).

Le troisième canal renvoie aux effets de la productivité de l'utilisation des TIC comme conséquence des effets de réseau (avantages d'échelle) et des innovations complémentaires. Les effets d'échelle découlent de la loi de Metcalfe, qui énonce que la valeur d'un réseau augmente de façon exponentielle en fonction de l'augmentation du nombre d'utilisateurs de ce réseau – pour autant bien sûr que le réseau ne soit pas en proie à des effets de congestion³. Les innovations complémentaires comme au niveau de l'organisation (dans quelle mesure des investissements dans les TIC seront-ils accompagnés d'une réorganisation du processus de production ?) et du design, mais également au niveau du capital humain (skills) sont cruciales pour retirer des TIC des gains en productivité significatifs (Brynjolfsson e.a., 2002 ; Bertschek et Kaiser, 2004 ; Corrado e.a., 2013).

Les données empiriques disponibles montrent en effet que les TIC sont responsables pour plus de la moitié de la croissance de la productivité du travail aux États-Unis depuis 1995 (voir Tableau 1-1). La contribution des TIC semble plus faible en Europe. Entre 2001 et 2011, 30% de la croissance économique en Europe était imputable aux TIC, tandis que la contribution des TIC à la croissance aux États-Unis sur la même période s'élevait à 5% (voir Tableau 1-1). La différence dans la croissance de productivité estimée entre les États-Unis et l'UE s'élevait, au cours de la période 2006-2011, à environ 0,2 point de pourcentage sur une base annuelle (van Welsum e.a., 2013). Entre 2001 et 2011, cette différence s'est même élevée à 0,5 point de pourcentage (voir Tableau 1-1). Ce qui signifie que la différence dans la croissance de productivité entre les deux continents peut presque entièrement s'expliquer par la différence de contribution des TIC dans les deux régions.

À dater de 2004, nous observons toutefois, un recul de la croissance de la productivité du travail, y compris aux États-Unis, et la contribution des TIC à la croissance économique a connu un fort recul, tant aux États-Unis qu'en Europe. Pourtant, la croissance de la productivité est restée relativement forte dans les secteurs des TIC aux États-Unis par rapport à leurs homologues européens (van Welsum e.a., 2013).

Tableau 1-1 : Comparaison de l'impact économique des TIC aux États-Unis et dans l'UE, 1995-2011

	Europe					United States				
	EU-15 total economy 1995-07	EU-15 market sector 1995-07	EU-27			total economy 1995-07	market sector 1995-07	total economy 2001-05	total economy 2006-11	total economy 2001-11
			total economy 2001-05	total economy 2006-11	total economy 2001-11					
GDP growth	2,2	2,5	2,0	1,1	1,5	3,1	3,5	2,4	0,7	1,5
Labour productivity growth	1,3	1,6	1,6	0,9	1,2	2,0	2,6	2,0	1,2	1,5
Contributions to LP growth:										
IT investement/hour	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3	0,7	0,9	0,5	0,4	0,5
MFP (ICT-production)	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	0,3	0,4
MFP (ICT-use)	0,1	0,2	0,0	-0,1	-0,1	0,1	0,5	0,1	-0,1	0,0
%-point IT contribution to LP	0,7	1,0	0,7	0,3	0,4	1,3	1,9	1,1	0,5	0,9
Total IT as % of LP growth	57%	60%	43%	32%	36%	64%	74%	54%	46%	55%
Total IT as % of GDP growth	34%	39%	34%	27%	30%	41%	55%	45%	78%	55%

Source : van Welsum, Overmeer et van Ark (2013)

Sur la base de ces chiffres, l'Europe semble par conséquent avoir anticipé de façon moins efficace cette première vague de numérisation que les États-Unis. Il est depuis question d'une seconde vague de technologies numériques plus avancées, telles que la communication mobile avancée, les médias

³ La congestion intervient lorsque le nombre de paquets de données proposés sur le réseau excède la capacité de traitement de ce réseau.

sociaux, le « cloud », les « big data » et le « Internet of Things » (Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship, 2014).

Personne ne peut naturellement prévoir l'impact économique de ces nouvelles technologies. Certains affirment même que la croissance de la productivité poussée par la croissance aux États-Unis au cours de la période 1995-2003 avait été exceptionnelle et que la future croissance de la productivité sera sans doute plus faible (Fernald, 2014). Cela s'inscrit dans la littérature récente en matière de « secular stagnation » (Teulings et Baldwin, 2014). Cette littérature mentionne une diminution structurelle du potentiel de croissance et une croissance de la productivité structurellement plus faible dans les économies développées (Gordon, 2014). Malgré tout, la poursuite de la numérisation de l'économie offre vraisemblablement des chances d'intensifier structurellement la faible croissance de la productivité du travail en Belgique (van Ark, 2014a, b et 2015). C'est pourquoi, dans l'optique d'une croissance économique et de l'emploi, il importe que la Belgique soit cette fois suffisamment préparée à cette prochaine vague. Surtout dans une dynamique de type "winner-takes-all" des technologies numériques, où les gains en productivité profitent en première instance aux "first movers" et aux "early adopters" (Brynjolfsson et McAfee, 2011).

...et pour le bien-être...

La numérisation n'est toutefois pas seulement importante pour la croissance économique et les gains en productivité. En plus de la valeur économique, la numérisation peut également générer une importante valeur sociale. Les soins de santé en constituent un exemple. Le développement de technologies e-health peut améliorer la qualité des soins, réduire les coûts médicaux et faire en sorte que les personnes puissent vivre plus longtemps de manière autonome. Mais au niveau environnemental également, le potentiel est important. Les TIC peuvent ainsi contribuer à économiser l'énergie dans les bâtiments et les réseaux électriques (par l'utilisation de compteurs et de réseaux énergétiques "intelligents"), ainsi qu'à l'obtention de systèmes de transport plus efficaces et moins énergivores (CE, 2010). D'autres avantages socio-économiques sont souvent cités: une plus grande propension à l'apprentissage et aux connaissances p.ex. par l'apprentissage à distance et par la mise en ligne de matériel de cours ; l'effet potentiellement positif sur la participation politique et sociale (via notamment les réseaux sociaux)... (CE, 2013). Bref, une utilisation intelligente de la technologie et de l'exploitation des informations peut contribuer à s'attaquer à certains défis sociaux majeurs (CE, 2010).

...mais elle comporte également son lot de défis

La numérisation comporte néanmoins aussi des défis. En effet, la numérisation est incontestablement un processus « perturbateur ». Car si la numérisation constitue, pour la plupart des secteurs, une source de création de valeur, elle s'accompagne également d'une nouvelle répartition de la valeur ajoutée au détriment d'agents économiques historiques. Un motif important réside dans le fait que la numérisation facilite le transfert des informations et, partant, des idées. Les innovations développées dans les pays industrialisés peuvent ainsi être relativement facilement mises en œuvre dans les pays à faibles revenus (Baldwin, 2015). Un autre motif est le fait que la numérisation augmente la transparence, si bien que le consommateur est mieux informé. Ce qui stimule la concurrence et donne lieu à une érosion des profits des acteurs établis. Par ailleurs, la numérisation donne également lieu à la création de nouveaux intermédiaires dans la chaîne de valeurs (Bpifrance, p. 43), ce qui a également une incidence sur la répartition de la valeur ajoutée.

Cette "perturbation" de la chaîne des valeurs a également une incidence sur l'emploi. L'effet des technologies numériques sur le facteur travail (nombre d'emplois, rémunération) dépend de la mesure dans laquelle le capital des TIC contribue au remplacement du travail (substitution du travail par le capital). Dans ce contexte, nous parlons de « capital-biased technological change ». Certains auteurs

soulignent en effet le risque d'une « croissance de la productivité sans croissance de l'emploi » (Brynjolfsson et McAfee, 2011 ; Brynjolfsson, 2015 ; Sachs et Kotlikoff, 2012). D'autres pointent surtout un effet sur la composition des emplois. Dans cette optique, c'est surtout sur le travail non qualifié que la numérisation a des effets. On parle alors de "skill-biased technological change". Ce qui peut entraîner une polarisation du marché du travail (Acemoglu et Autor, 2011 ; Goos e.a., 2014). Cela implique que les travailleurs devront s'adapter à l'économie numérique et devront disposer des qualifications (numériques) appropriées. Selon certaines sources, près de 90% des emplois exigeront dans un avenir proche un minimum de qualifications numériques (CE, 2015, p. 70) et près de 54% des emplois dans l'UE seront susceptibles d'être numérisés (Bruegel, 2014).

La numérisation s'accompagnera donc inévitablement de la destruction d'emplois. Toutefois, le Forum économique mondial (2015) indique que parallèlement à ce processus, de nombreux nouveaux emplois et d'autres catégories d'emplois seront créés : il s'agira souvent d'emplois qui requièrent des qualifications humaines uniques telles que la créativité, l'esprit critique et la coopération (Forum économique mondial, 2015). D'après la CE, un marché numérique unique ("digital single market") en Europe entraînera la création de 3,8 millions d'emplois (CE, 2012).

La protection des consommateurs et des travailleurs dans de nouveaux environnements économiques tels que l'économie partagée⁴ constitue un autre défi. Souvent, le modèle économique ("business model") de l'économie partagée n'est pas adapté aux règlements et aux lois en vigueur, ce qui peut entraîner une concurrence déloyale pour les entreprises en place. De même, il est nécessaire d'être attentif au statut des travailleurs dans ces nouvelles entreprises, ainsi qu'à la protection des consommateurs (OCDE, 2015).

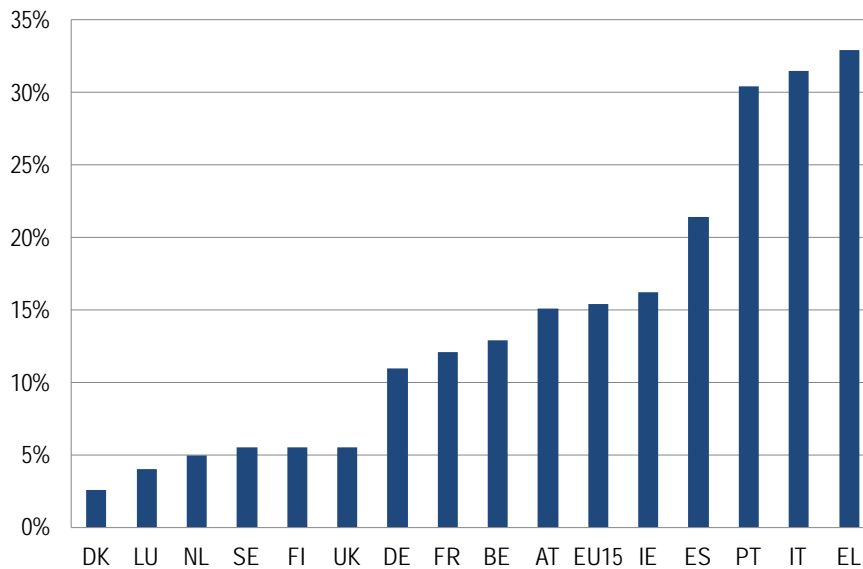
Ce que l'on nomme le « fossé numérique » constitue également un défi majeur. Le terme renvoie aux différences entre les individus, entre les ménages, entre les entreprises, entre les groupes de revenus et entre les régions au niveau de l'accès aux TIC et à internet ainsi que de leur utilisation (OCDE, 2001). Ce fossé numérique s'est fortement réduit ces dernières années en Belgique (tout comme dans le reste de l'UE des 15), mais il reste élevé. Le pourcentage d'individus qui n'a encore jamais utilisé internet est tombé de 33,7% en 2006 à 12,9% en 2014. La Belgique se classe ainsi un peu mieux que la moyenne de l'UE des 15, mais moins bien que nos voisins et que les pays scandinaves (voir Graphique 1-2). Toutefois, ce chiffre varie fortement selon l'âge (2,7% des 16 à 24 ans par rapport à 43,5% des 65 à 74 ans), le niveau de formation (1,9% de personnes hautement qualifiées par rapport à 28,5% de personnes faiblement qualifiées) et le groupe de revenus (3,5% des individus dans des ménages ayant un revenu élevé par rapport à 29% des individus dans des ménages ayant un revenu faible⁵).

Par ailleurs, dans un monde numérisé, il convient également d'être attentif au respect de la vie privée, à la dépendance physique croissante à internet (comment devons-nous nous préparer à des troubles éventuels ?); à la protection des droits intellectuels (qui détient les droits sur les données ?)... En résumé, la numérisation doit être créée d'une manière adéquate pour qu'elle puisse effectivement donner lieu à la création de prospérité et de bien-être.

⁴ "L'économie partagée" rassemble des modèles économiques innovants qui permettent la consommation collective de biens privés chers en octroyant l'accès au surplus de capacité de ces biens. Citons en guise d'exemple les plateformes telles que Airbnb, Uber, Car2go... (OCDE, 2015, p. 58).

⁵ Il s'agit ici de ménages qui se situent respectivement dans le quartile supérieur et dans le quartile inférieur de la répartition des revenus.

Graphique 1-2 : Pourcentage d'individus n'ayant jamais utilisé internet, 2014



Source : Eurostat

1.3 Quelle est l'ampleur du numérique en Belgique ?

La Belgique ne connaît aucune spécialisation dans les TIC...

La numérisation est donc potentiellement importante pour la croissance économique et le bien-être social. Mais qu'en est-il de la numérisation de l'économie belge ? Quelle est l'ampleur du numérique en Belgique ? Il est difficile de mesurer de manière univoque l'impact de ce processus, étant donné le caractère transversal du processus de numérisation (voir également OCDE, 2011). Traditionnellement, on examine en premier lieu les développements dans le secteur des TIC. Ce secteur regroupe des branches d'activité bien définies qui assurent la production des équipements des TIC ("l'industrie des TIC") et la fourniture de services TIC tels que le soutien au processus d'information et de la communication, ainsi que le commerce en équipements (voir également la définition de l'OCDE en annexe).

Lorsque nous observons de près la structure du secteur belge des TIC, on constate d'emblée le poids très faible de l'industrie des TIC, tant en termes de volume d'affaires et d'emploi qu'en termes du nombre d'entreprises (voir Tableau 1-2). La majorité du secteur des TIC est constituée par les services TIC (en ce compris les télécommunications). De même, les services TIC sont fortement imbriqués avec le reste de l'économie. Cette interdépendance s'exprime plus fortement dans un sens "en avant" que dans un sens "en arrière". Ce qui veut dire que l'interdépendance des TIC s'exprime surtout en tant que fournisseur de services à une autre branche d'activité et, dans une moindre mesure, en tant qu'utilisateur de biens et services d'autres branches d'activité (van der Linden, 2015). Nous retrouvons la plupart des entreprises dans le développement de systèmes (logiciels). Ce sous-secteur emploie également le plus de personnes (+/- 44% des travailleurs dans l'ensemble des secteurs des TIC). Le poids de ce secteur dans le chiffre d'affaires est considérablement plus bas. Inversement, le commerce de gros et les télécommunications représentent ensemble 60% du chiffre d'affaires (ainsi que 37% des travailleurs).

L'importance des services TIC se reflète également dans l'évolution de la valeur ajoutée en volume depuis 1995 (voir Graphique 1-3)⁶. Nous observons ici un recul de l'industrie des TIC (code NACE C26) et une croissance des services TIC, tant les services TIC au sens étroit⁷ (J62-63) que les télécommunications (J61). En dépit de cette croissance, la part des services TIC dans le PIB n'est pas remarquablement élevée si on la compare à celles des pays limitrophes et des pays scandinaves. Seul le secteur des télécommunications obtient une part plus grande en Belgique que dans les pays de référence. Nous ne pouvons dès lors pas vraiment parler d'une spécialisation belge dans les TIC.

Cette spécialisation dans les TIC ne constitue toutefois pas une condition nécessaire en soi à une numérisation réussie de l'économie (en particulier dans le cadre d'une petite économie ouverte). Dans ce cadre, l'OCDE (2011) cite l'Australie pour démontrer qu'une industrie des TIC propre n'est peut-être pas toujours nécessaire, mais elle souligne toutefois qu'un secteur des TIC bien développé joue peut-être toutefois un rôle important pour la numérisation de l'économie :

"Questions can be raised regarding the link between having an ICT sector and benefiting from ICT investment and use. Some analysts have used the experience of a country such as Australia to suggest that having a large ICT manufacturing sector might not always be necessary. However, this hypothesis might benefit from more research as there could be spill-over effects associated with having an ICT manufacturing sector. Moreover, in order to benefit from ICT use, it might be important to have a well-developed domestic industry providing software and computer services to firms using the technology." (OCDE, 2011, p.61).

Tableau 1-2: Structure du secteur belge des TIC, 2012

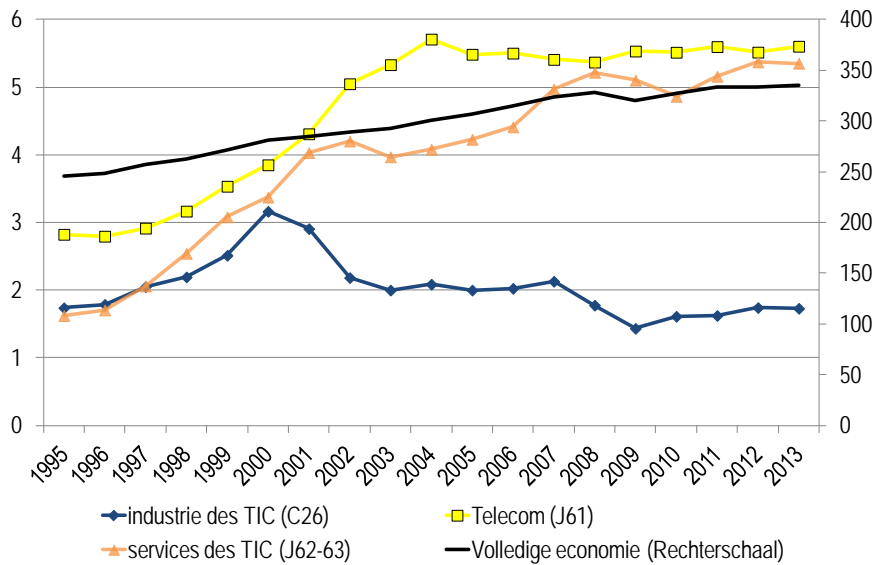
Branche TIC	Code NACE	Entreprises	% chiffre d'affaires	% travailleurs
Industrie	C26*	503	7,3%	6,5%
Commerce de gros	G46.5	18 703	22,1%	13,5%
Éditions	J58.2	499	0,2%	0,2%
Télécommunications	J61	2 172	37,2%	23,4%
Développement de systèmes	J62	20 794	24,8%	44,3%
Services informatiques	J63.1	2 119	1,9%	2,6%
Réparation	S95.1	806	0,7%	1,9%
Total sur la base de la définition OCDE		28 766		
Commerce de détail	G47.4	4 835	6,0%	7,8%
Total		33 601	100,0%	100,0%
Part du secteur des TIC dans l'économie belge		4,2%	3,4%	2,7%

*Note : À l'exception de C26.5, C26.6 et C26.7
Source : Bureau fédéral du Plan, DBRIS, Belfirst

⁶ Il est important de souligner que le calcul des déflateurs pour les secteurs des TIC est confronté à des problèmes spécifiques. La rapide baisse des prix et les améliorations de la qualité des produits des TIC compliquent le calcul d'indices de prix corrects. Les critères de volume dans le contexte des TIC doivent donc être interprétés avec la prudence requise, en particulier dans le cas des comparaisons internationales et certainement lorsque les pays de référence utilisent, contrairement à la Belgique, ce que l'on appelle les "déflateurs hédoniques" (voir également Triplett, 2006).

⁷ On entend par là les services TIC sans les télécommunications.

Graphique 1-3 : Évolution de la valeur ajoutée (en volume) des secteurs des TIC, exprimée en milliards EUR, 1995-2013



Source : Eurostat, calculs du SPF Économie

L'économie belge ne semble toutefois pas moins numérique que celle de ses voisins...

La numérisation implique plus que les seuls développements dans les secteurs des TIC. On prévoit que près de 75% du rendement de la numérisation proviendra de l'utilisation de technologies numériques par des secteurs non TIC (Commission européenne, 2015).

Pour nous faire une idée de l'utilisation du capital des TIC ("l'intensité des TIC") en Belgique et dans d'autres pays, nous établissons une subdivision des différentes branches d'activités en fonction du degré de numérisation. Nous nous basons ici sur la relation du capital des TIC par rapport à la valeur ajoutée au niveau du secteur⁸. Quatre catégories sont créées sur la base de ce critère. Le « noyau » de cet écosystème est représenté par les secteurs des TIC proprement dits⁹. Une deuxième couche regroupe les "secteurs axés sur l'information", qui se caractérisent par un ratio capital des TIC par rapport à valeur ajoutée de plus de 15%. Une couche suivante comprend les secteurs présentant un ratio compris entre 5% et 15%. Nous appelons cette dernière catégorie les "secteurs utilisant les TIC". Le revêtement extérieur du système représente enfin ceux que l'on appelle les "retardataires", c'est-à-dire les secteurs présentant un ratio du capital des TIC par rapport à valeur ajoutée inférieur à 5%.

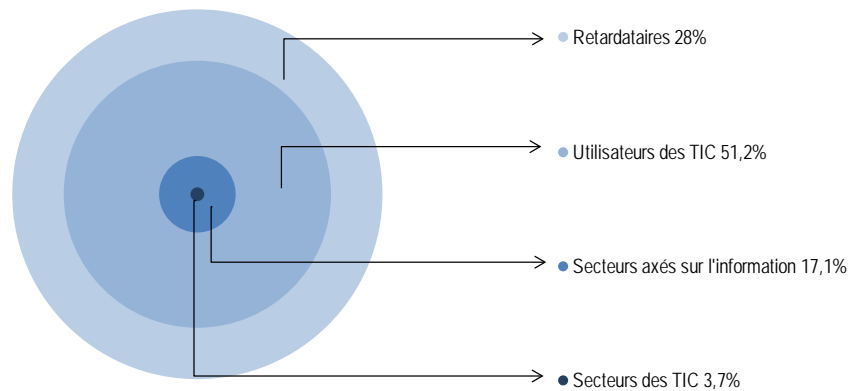
Nous notons que le poids des secteurs des TIC dans l'économie belge (le « noyau numérique ») s'élève à 3,7% (voir Illustration 1-2). Si nous prenons en compte les secteurs axés sur l'information, l'économie numérique (définition étendue) reçoit alors un poids de près de 21%. Les secteurs qui, dans leur processus de production et leur activité économique, font usage des TIC représentent un peu plus de la moitié de la valeur ajoutée dans l'économie. Plus d'un quart de la valeur ajoutée est produite dans

⁸ Voir l'annexe pour un aperçu complet de toutes les branches d'activités au niveau A38, sur la base des Comptes nationaux.

⁹ En conséquence de la restriction des données, la définition des secteurs des TIC utilisée dans la présente section ne correspond pas tout à fait à la définition de l'OCDE donnée à l'annexe 1. Les secteurs des TIC sont ici définis comme étant : la fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques (C26), les services informatiques et les activités de prestation de service au niveau de l'information (J62-63) et les télécommunications (J61).

des secteurs ayant une intensité TIC faible. Dans ses grandes lignes, cette composition est comparable à la situation dans les pays de référence¹⁰ (voir Tableau 1-3).

Illustration 1-2 : L'écosystème numérique belge en chiffres, part de la valeur ajoutée, à prix courants, Belgique, 2013



Source : Eurostat, calculs du SPF Économie

Subdivision des branches d'activité selon le degré de numérisation

Secteurs TIC = Production de technologies de l'information et de la communication (matériel, logiciels) et services dans le domaine des TIC et des télécommunications.

Exemples : fabrication de matériel, développement de logiciels, consultance IT, traitement de données, hébergement web, opérateurs télécom...

Secteurs axés sur l'information = Secteurs ayant comme activité clé le traitement de l'information et qui sont par conséquent fortement influencés par les développements au niveau des TIC.]

Exemples : livres, revues, cinéma, programmes radio et TV, publicité, design, art, bibliothèques, archives, banques, fonds, assureurs, marchés financiers...

Utilisateurs des TIC = Secteurs qui utilisent les TIC pour optimiser leurs processus économiques et intensifier leur productivité.

Exemples : distribution, logistique, auto-assemblage, pharmacie, textile, papier, soins de santé, pouvoirs publics...

Retardataires = Secteurs qui utilisent actuellement peu les TIC dans leur processus de production et leur activité économique.

Exemples : agriculture, industrie de la construction, horeca, enseignement, services sociaux...

¹⁰ En ce qui concerne le choix des pays de référence, nous souhaitons avant tout établir une comparaison avec les pays limitrophes et les pays scandinaves ; hélas, les données publiquement disponibles n'ont pas toujours permis une comparaison complète.

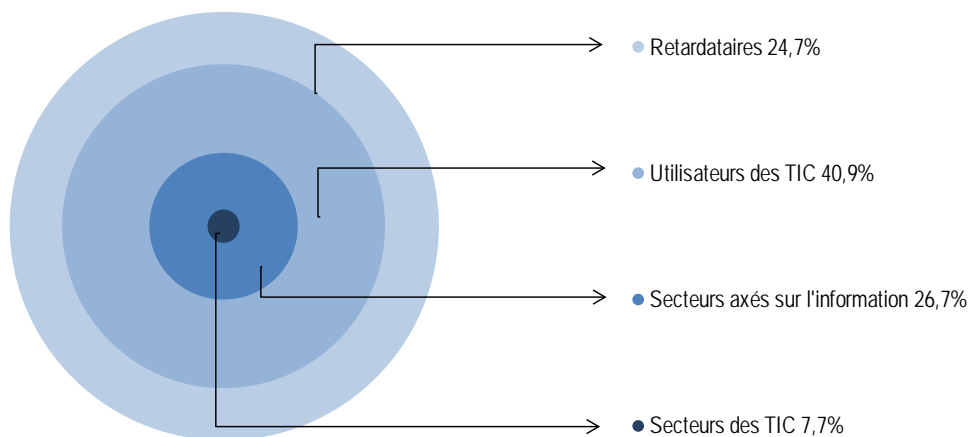
Tableau 1-3 : Part dans la valeur ajoutée, à prix courants, Belgique et pays de référence, 2013

	Belgique	Danemark	France	Pays-Bas
Secteurs des TIC	3,7%	3,9%	4,0%	4,4%
Secteurs axés sur l'information	17,1%	15,1%	14,5%	18,3%
Utilisateurs des TIC	51,2%	47,4%	48,3%	49,8%
Retardataires	28,0%	33,7%	33,2%	27,4%

Source : Eurostat, calculs du SPF Économie

Lorsque nous observons ensuite la contribution des différents types de secteurs à la croissance économique, il ressort que sur la période 1995-2013, les secteurs des TIC et les secteurs axés sur l'information ont « boxé au-dessus de leur poids » : les secteurs des TIC ont assuré 7,7% de la croissance économique depuis 1995, alors que leur part dans l'économie ne s'élève qu'à 3,7% (voir Illustration 1-3)¹¹. De même, la contribution des secteurs axés sur l'information a été une fois et demie supérieure à leur poids (26,7% par rapport à 17,1%).

Illustration 1-3 : Contribution à la croissance économique, en volume, 1995-2013, en %



Source : Eurostat, calculs du SPF Économie

Tableau 1-4 : Croissance de la productivité selon les secteurs, Belgique, 1996-2010

	Δ VA réelle	Δ heures prestées	Δ productivité du travail
Secteurs des TIC	120%	41%	56%
Secteurs axés sur l'information	55%	40%	10%
utilisateurs des TIC	21%	9%	12%

Source : Calculs propres sur la base des Comptes nationaux

¹¹ La plus grande partie de cette contribution a été réalisée entre 1995 et 2001. Au cours de cette période, la contribution des secteurs des TIC à la croissance économique a été de 13,6% environ. Entre 2002 et 2014, cette contribution a toutefois reculé jusqu'à 2,85% de la croissance économique.

Les secteurs des TIC ont par ailleurs connu la plus forte croissance de la productivité du travail (voir Tableau 1-4). Les secteurs axés sur l'information et ceux qui utilisent les TIC ont à leur tour connu une croissance de productivité supérieure à celle des retardataires.

Les entreprises belges sont performantes pour certaines applications, mais le sont moins pour d'autres...

Sur la base de l'analyse précitée, il ressort que l'économie belge n'est donc à première vue pas moins intensive en TIC que ses voisins. Il ne suffit toutefois pas d'investir en masse dans le capital des TIC. Le type d'application importe également. Le tableau ci-dessous donne un aperçu du type d'applications TIC qu'utilisent les entreprises belges. Il en ressort que le nombre d'entreprises qui recourent aux systèmes Enterprise Resource Planning (systèmes ERP) est en Belgique le plus élevé parmi les pays de l'UE des 15. La position est toutefois moins favorable, pour de nombreuses autres applications, (voir Tableau 1-5).

Tableau 1-5 : Utilisation des TIC par les entreprises belges, 2014

	positie in EU15	jaar
enterprises that share internally electronic information with an ERP	1	2014
enterprises using any computer network for sales (at least 1%)	4	2014
enterprises sharing electronic information on the supply chain	4	2014
enterprises having done electronic sales to other EU countries in the last calendar year*	5	2013
enterprises using RFID for product identification	5	2014
enterprises sending e-invoices	6	2013
enterprises that share internally electronic information on sales/purchases	8	2012
enterprises having a website or homepage	8	2014
enterprises that buy Cloud computing services used over the internet	8	2014
enterprises that buy Cloud computing services of medium-high sophistication	8	2014
enterprises with CRM software	9	2014
enterprises exchanging business documents suitable for automatic processing	9	2012
enterprises paying to advertise on the internet**	9	2014
enterprises providing portable devices to more than 20% of their employed persons	10	2014
enterprises using any computer network for purchases (at least 1%)	13	2014
Total electronic sales by enterprises, as a % of their total turnover	N/A	2014
enterprises using social media	N/A	2014

* : UE des 15 sans l'Allemagne

** : UE des 15 sans l'Italie, le Royaume-Uni et la Suède

Source : Commission européenne, Digital Agenda for Europe

Outre l'ampleur des investissements en TIC et le type d'applications, d'autres éléments sont encore importants. Ainsi, il convient aussi d'investir dans les actifs immatériels (tels que les qualifications, l'innovation, l'organisation) qui permettent une utilisation efficace et efficiente des TIC (Lemoine e.a., 2011). Des innovations complémentaires telles qu'au niveau de l'organisation (dans quelle mesure des investissements dans les TIC sont-ils accompagnés par une réorganisation du processus de production ?) et du design, mais également du capital humain (qualifications) sont cruciales pour retirer des TIC des gains en productivité significatifs (Brynjolfsson e.a., 2002 ; Bertsek et Kaiser, 2004 ; Corrado e.a., 2013).

Traditionnellement, ces investissements en actifs immatériels ("intangible capital") ne sont pas repris – ou ne le sont pas de manière complète – dans la comptabilité nationale. Corrado e.a. (2012, 2013) font une estimation de ces investissements et constatent que dans l'UE des 15, les investissements en actifs immatériels (R&D, design, formation, structures organisationnelles, marketing...) se situent à un

niveau significativement plus bas qu'aux États-Unis. Ces investissements s'élevaient à 10,5% de la valeur ajoutée dans les secteurs du marché dans l'UE des 15 (sur la période 2008-2010) par rapport à un ratio de 15,3% aux États-Unis. Cela signifie que la part d'investissements dans les actifs immatériels s'élevait en Europe à environ 2/3 de la part des États-Unis (van Ark, 2015). Cette différence en investissements dans les actifs immatériels peut éventuellement (et en tout cas partiellement) expliquer l'impact relativement bas des investissements dans le capital des TIC sur la croissance de la PTF dans des pays tels que la Belgique. En effet, la part des investissements dans les actifs immatériels ne s'élevait qu'à 8,5% (voir base de données INTAN-INVEST). La Belgique se classe néanmoins mieux que ses trois voisins. Il convient cependant de souligner qu'un tel facteur agrégé ne nous renseigne pas sur la dispersion de ces investissements dans l'économie belge.

Il en va de même pour le consommateur et les pouvoirs publics belges ...

L'utilisation des technologies du web par les entreprises dépend aussi, naturellement, de leur utilisation par le consommateur. En ce qui concerne l'utilisation de bon nombre d'applications TIC, le consommateur belge se situe dans la moitié inférieure de l'UE des 15 (voir Tableau 1-6). L'utilisation des TIC par les pouvoirs publics peut également constituer un incitant important à l'utilisation par les entreprises, mais à ce niveau également, et pour bon nombre d'indicateurs, il semble que pour de nombreux indicateurs, la Belgique ne figure pas dans le peloton de tête (voir Tableau 1-7).

La Belgique ne se trouve donc pas en position de tête dans bien des formes d'utilisation des TIC. Cette prestation assez faible peut être attribuée à un manque de qualifications numériques dans la population belge. Sur la base du Tableau 1-8, nous constatons que la Belgique obtient en effet un score relativement bas. Une autre cause possible est un manque de confiance dans les technologies numériques : 73% des internautes belges interrogés dans le cadre de l'enquête « cyber sécurité » de 2014 redoutent par exemple que leurs données personnelles ne soient pas sécurisées sur les sites internet. Et 89% des internautes belges estiment que le risque d'être victime de cybercriminalité a augmenté au cours de l'année écoulée (SPF Économie, 2015). Mais la présence d'une culture de l'innovation et de l'entreprise est également importante pour l'adoption de technologies numériques. Ainsi, comme il ressort notamment de l'Innovation Union Scoreboard de la Commission européenne, la Belgique n'est certes pas dans le peloton de tête, mais est plutôt bonne suiveuse.

Tableau 1-6 : Utilisation des technologies numériques par le consommateur, position de la Belgique dans l'UE des 15, 2014

	positie in EU15	jaar
individuals telephoning or video calls (via webcam) over the internet	4	2014
individuals ordering goods or services online, from sellers from other EU countries	5	2014
individuals playing or downloading games, images, films or music	5	2014
individuals using online banking	6	2014
individuals using internet storage space to save documents, picture, music, video or other files	6	2014
individuals selling goods or services online (eg. via auctions)	7	2014
individuals participating in social networks, over the internet, last 3 months	7	2014
individuals looking for information about goods and services online	8	2014
individuals ordering goods or services online	9	2014
individuals ordering content or software that were delivered or upgraded online	10	2014
individuals sending filled forms to public authorities, over the internet, last 3 months	10	2010
individuals doing an online course	10	2013
diversification index for the activities realised online by internet users	10	?
individuals reading/downloading online newspapers/news magazines	11	2014
individuals uploading self-created content to be shared	12	2014
individuals looking online for a job or sending a job application	13	2013
individuals taking part in on-line consultations or voting to define civic or political issues	14	2013
take up of mobile	14	2014
individuals looking online for information about education, training or course offer	15	2013

Source : Commission européenne, Digital Agenda for Europe

Tableau 1-7 : Utilisation des technologies numériques par les pouvoirs publics, position de la Belgique dans l'UE des 15, 2014

	positie in EU15	jaar
pre-filled forms	6	2014
individuals submitting completed forms to public authorities, over the internet, last 12 months	8	2014
individuals interacting online with public authorities, last 12 months	9	2014
enterprises submitting a proposal in a public electronic tender system (eProcurement)	9	2013
transparency score of eGovernment services	9	2013
online service completion	9	2014
enterprises interacting online with public authorities	11	2013
enterprises returning filled in forms to public authorities, over the internet	11	2013
user centricity score of eGovernment services	11	2013
basic public services for citizens, which are fully available online	13	2010
bascs public services for enterprises, which are fully available online	13	2010

Source : Commission européenne, Digital Agenda for Europe

Tableau 1-8 : Qualifications numériques, position de la Belgique dans l'UE des 15, 2014

	positie in EU15	jaar
individuals with medium or high internet skills	7	2013
individuals who have obtained ICT-skills through formal educational institutions	8	2011
digital skills indicator (internet users), level: above basic	8	2014
workers who judge their current ICT-skills sufficient for changing a job within a year	9	2011
individuals with basis or above basic digital skills	10	2014
individuals who have created a web page	11	2013
individuals who have written a computer program using a specialised programming language	12	2014
individuals with medium or high computer skills	12	2012

Source : Commission européenne, Digital Agenda for Europe

"Almost all of the problems we debate can be solved by more broadband connectivity"

- Eric Schmidt (Executive Chairman, Google)

2 Une infrastructure numérique pour le 21e siècle

Une infrastructure numérique bien développée constitue un pilier central de l'écosystème numérique (voir également Illustration 1-1) et constitue dès lors une condition nécessaire à la réussite de la transformation numérique de l'économie. L'infrastructure numérique consiste en différents éléments qui, ensemble, déterminent la qualité de la fourniture de données. Outre le réseau à haut débit, il convient de penser à la présence de centres de données (data centers), au marché pour la colocation (« housing and hosting »), aux « internet exchanges » (IXP)... L'OCDE (2014) précise par exemple : "it is not enough that countries are well connected through networks. The presence of data centres or other local facilities that can host Internet Exchange Points and servers is also essential. This allows local traffic to stay local". Même si dans le présent chapitre, l'accent est essentiellement mis sur l'infrastructure à haut débit, il importe cependant d'être conscient de ce caractère systémique de l'infrastructure numérique.

2.1 Le haut débit comme "key enabler" de l'économie numérique

Le haut débit est positif pour la croissance économique...

Le haut débit est le canal par lequel les services numériques tels que l'internet, la télévision numérique, la téléphonie IP, les services au niveau de l'e-health... peuvent être fournis (CE, 2014, p. 8). Le haut débit tant fixe que mobile joue un rôle crucial dans la facilitation et la stimulation du processus de numérisation. En tant que tel, il peut constituer un levier pour la croissance économique et pour l'emploi. Bon nombre d'études constatent en effet une incidence positive de la pénétration et de la vitesse du haut débit sur la croissance et l'emploi. Stanley e.a. (2015) constate toutefois qu'il y a une distorsion dans la publication d'études à l'avantage de celles qui démontrent une incidence positive du haut débit sur la croissance. Une certaine prudence est donc de mise lors de l'interprétation de ces chiffres.

L'infrastructure à haut débit semble par ailleurs aussi constituer un facteur d'attrait important pour les entreprises étrangères en Belgique. 75% des chefs d'entreprises internationaux qui avaient été interrogés par Ernst & Young en 2012 dans le cadre de leur Baromètre de l'Attractivité considèrent qu'une infrastructure de télécommunications bien développée en Belgique constitue un facteur d'attrait majeur pour les entreprises étrangères (voir Tableau 2-1).

Tableau 2-1 : Les trois principaux attraits de la Belgique selon les chefs d'entreprises internationales

Atouts de la Belgique	
Transport et infrastructure logistique	79%
Infrastructure télécom correctement développée	75%
Travailleurs correctement qualifiés	74%

Source : Baromètre de l'Attractivité, Ernst & Young (2012)

La plupart des études relatives à l'incidence du haut débit sur la croissance économique analysent l'incidence de l'accès au haut débit fixe. Selon elles, une augmentation de la pénétration du haut débit de 10 points de pourcentage (p.p.) donne lieu à une augmentation de la croissance économique entre 0,63 et 1,21 p.p. (Koutroumpis, 2009 ; Qiang et Rossotto, 2009) ou à une augmentation du PIB par habitant comprise entre 0,9 en 1,5 p.p. (Czernich e.a., 2011). Crandall, Lehr et Litan (2007) n'entrevoient quant à eux pas d'incidence significative de la pénétration du haut débit sur la croissance économique. Rohman et Bohlin (2012) analysent à leur tour l'incidence de la vitesse de la bande passante (plutôt que de la pénétration de celle-ci) sur la croissance économique. Ils constatent qu'un doublement de la vitesse (jusqu'à une moyenne de 16,6 Mbps) peut intensifier la croissance économique de 0,3 p.p.

Et les attentes en matière d'internet fixe et mobile ultrarapide sont élevées...

Les études décrites ci-dessus utilisent des méthodes de régression et sont de nature « backward looking ». Par la force des choses, elles sont ainsi limitées à l'analyse de l'impact des technologies qui fournissent des vitesses déjà existantes. Le haut débit fixe constitue toutefois une technologie mûre dans la plupart des pays développés. La question qui se pose actuellement dans ces pays ne concerne dès lors pas la disponibilité du haut débit fixe, mais le développement de nouvelles formes d'accès, en particulier des réseaux fixes et mobiles ultrarapides pouvant atteindre des vitesses de 100 Mbps, voire davantage.

En ce qui concerne le haut débit, la « Fiber to the Home » (FTTH) est l'infrastructure qui connaît actuellement le haut débit le plus élevé qui soit disponible. Certes, la plupart des réseaux fixes utilisent actuellement la fibre (ou la fibre optique) dans le noyau (« core ») et les segments de distribution du réseau; toutefois, la FTTH amène entièrement la fibre optique jusqu'à l'utilisateur final.

En théorie, la capacité des réseaux en fibre optique est pour ainsi dire infinie¹² (OCDE, 2014a). Outre le haut débit et la vitesse élevée, cette technologie se classe typiquement aussi très bien sur d'autres éléments de qualité tels que la symétrie (ce qui signifie une vitesse de téléchargement descendant-download élevée mais aussi montant-upload élevée), la latence (l'intervalle de temps entre le moment de l'envoi et le moment de réception d'un paquet de données), le jitter (la variation de la latence pour chaque paquet de données)... Par ailleurs, la fibre optique est largement insensible aux distances. La transition vers le FTTH, qui amène la fibre optique jusqu'à l'utilisateur final, est également vue comme la solution ultime à long terme (CE, 2014). Cette transition requiert également d'importants investissements dans l'infrastructure passive (comme des réseaux câblés, des panneaux de répartition...). Raison pour laquelle certains pays ont fait choix d'une mise à niveau des réseaux de la première génération.

Dans le cas des lignes en cuivre (cf. Proximus), les technologies telles que le (vectoring de) VDSL2, G.fast... proposent des vitesses toujours plus élevées. Toutefois, la vitesse reste quelque peu inférieure à ce que propose la fibre. Par ailleurs, la vitesse effective de téléchargement en « download » peut encore varier selon le type de vitesse annoncée, en fonction de la longueur de la ligne de cuivre, du nombre d'utilisateurs, du type d'application, de la quantité de trafic de données... xDSL est typiquement asymétrique également : les vitesses de téléchargement ascendant (upload) sont typiquement inférieures aux vitesses de téléchargement descendant (download), ce qui constitue un frein au développement de nouveaux services tels que le « cloud computing », la vidéoconférence...

¹² Toutefois, la capacité ("throughput") maximale possible peut différer de la prestation effective. Une connexion internet est en effet aussi rapide que son lien le plus lent (p.ex. congestion sur le réseau de liaison ("backhaul").

Dans le cas du câble, la technologie DOCSIS 3.1 peut, moyennant des investissements supplémentaires (cf. le « Grote Netwerf » de Telenet), atteindre des vitesses théoriques allant jusqu'à 1 Gbps (des vitesses qui, jusqu'il y a peu, n'étaient possibles que pour autant que la fibre optique aille jusqu'à l'utilisateur final). Toutefois, ici également, la vitesse effective peut différer de la vitesse annoncée. Dans le cas du câble, le haut débit est en effet partagé entre plusieurs utilisateurs : pendant les périodes de pic, le haut débit disponible pour chaque utilisateur est donc moindre.

En ce qui concerne l'internet mobile, la 5G est actuellement en cours de développement. Cette technologie devra non seulement fournir une capacité accrue, mais elle veillera notamment aussi à fournir une latence très basse, ce qui permettra de faire appel aux applications telles que les voitures sans chauffeur, les opérations chirurgicales à distance...

En raison de la nouveauté de ces technologies, il n'existe toutefois que peu de recherche quantitative à propos de leur impact sur la croissance économique et l'emploi, voire pas du tout. Par ailleurs, de telles études sous-estiment souvent l'impact économique des vitesses supérieures, étant donné que les applications et les services qui profitent pleinement de cette capacité accrue ne sont souvent pas appliqués à grande échelle (OCDE, 2014). Pour ce qui est des investissements dans la fibre optique, l'OCDE (2014a) se réfère à une étude réalisée par Acreo en 2013 concernant le réseau communal en fibre optique présent en Suède. Les chercheurs ont découvert que les bénéfices économiques étaient plus de trois fois supérieurs au total des investissements. En 2013, Deloitte a réalisé une évaluation de l'impact du projet australien "National Broadband Network" (NBN). Ce rapport a estimé que les avantages du NBN pour un ménage moyen s'élèveraient annuellement à 2.580 USD en 2020. Environ deux tiers de ces avantages sont des avantages financiers, le reste étant dévolu à des avantages de consommation tels que l'économie sur le temps de déplacement¹³, le confort du e-commerce... Une étude réalisée par Xiong, Z. (2013) a analysé les données de 290 communes de Suède. Cette étude a démontré qu'avec un retard de trois ans, les réseaux en fibre optique apportaient des avantages socio-économiques significatifs. Il s'agit notamment de la croissance de la population et d'opportunités d'emploi dans les régions où de tels réseaux étaient présents.

La question de savoir si les abonnés ont toutefois besoin de ces vitesses élevées est souvent posée. L'OCDE (2014a) indique que cette question a été posée à plusieurs reprises au cours de l'évolution de l'internet, mais que la pratique montre que chaque fois, de nouvelles applications sont également apparues. Cette dynamique est connue sous le vocable « economics of abundance ». La capacité surabondante incite les entreprises à innover et à essayer de nouvelles idées, et crée ainsi de nouvelles opportunités qu'il est impossible de s'imaginer par avance. En d'autres termes, un grand nombre des avantages économiques de l'internet ultrarapide ne seront évidents qu'une fois les réseaux déployés.

¹³ L'un des objectifs du projet NBN australien est qu'au moins 12% des travailleurs australiens jouissent pour 2020 d'un régime de télétravail.

En guise d'exemple d'applications et de services pouvant profiter de l'internet ultrarapide (et des autres caractéristiques liées à ces formes plus avancées de haut débit), citons :

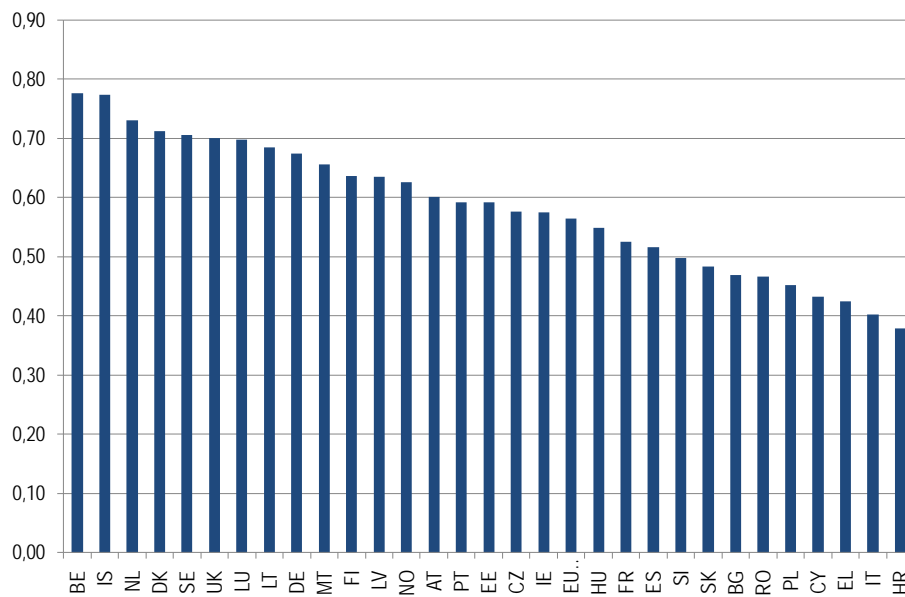
- La télévision par internet à très haute résolution : les techniques audio et vidéo numériques telles que la "haute définition" (HD), l'"ultra haute définition" (UHD) et la 3D, qui assurent une qualité d'image et une valeur esthétique toujours meilleures.
- Les jeux en ligne : de nouveaux jeux en ligne, basés sur des modalités multijoueurs et utilisant une capacité de calcul contenue dans le réseau lui-même offrent aux joueurs une valeur esthétique élevée sans qu'il leur soit nécessaire de disposer de matériel ou de logiciels spécifiques.
- Les services par cloud : la fonctionnalité des applications desktop déménagent vers le cloud. Outre une fonctionnalité plus élevée, de tels services permettent à des utilisateurs, via un appareil connecté à internet, d'avoir accès à leurs données et applications depuis n'importe quel endroit. Des vitesses de haut débit supérieures permettent d'avoir un accès rapide aux données contenues dans le cloud, et de synchroniser rapidement et de manière transparente ces données sur plusieurs appareils (OCDE, 2014a).
- Smart grids : les appareils que l'on appelle les "smart grids" (réseaux énergétiques intelligents) mesurent en temps réel la consommation d'énergie et créent des mécanismes permettant de déplacer la demande des périodes de pic vers des périodes creuses. De tels réseaux de feedback en temps réel posent des exigences très élevées en matière de données (OCDE, 2014a).
- L'Internet of Things (IoT) : les machines industrielles, les appareils de transport par route, par mer ou par air, ainsi que toutes les autres "choses" éventuelles sont de plus en plus équipés de capteurs électroniques qui, via internet, peuvent communiquer entre eux et avec nous et, de cette manière, sont en mesure d'interagir (de manière autonome) entre eux et avec leur environnement. Une partie importante de cette communication s'opérera sans fil. Même si bon nombre d'appareils individuels nécessitent un haut débit bien moindre qu'un smartphone, l'IoT peut, dans sa globalité, générer un trafic réseau significatif. Par ailleurs, certains appareils tels que les caméras à distance requièrent toutefois une capacité substantielle. D'autres appareils généreront dès lors d'importants volumes de données (télémétrie) qui devront être sauvegardées dans le cloud et gérées et traitées par le recours à des techniques avancées de données ("big data") (2014a).

2.2 Qu'en est-il de l'infrastructure numérique en Belgique ?

La Belgique est l'un des champions européens au niveau du haut débit ...

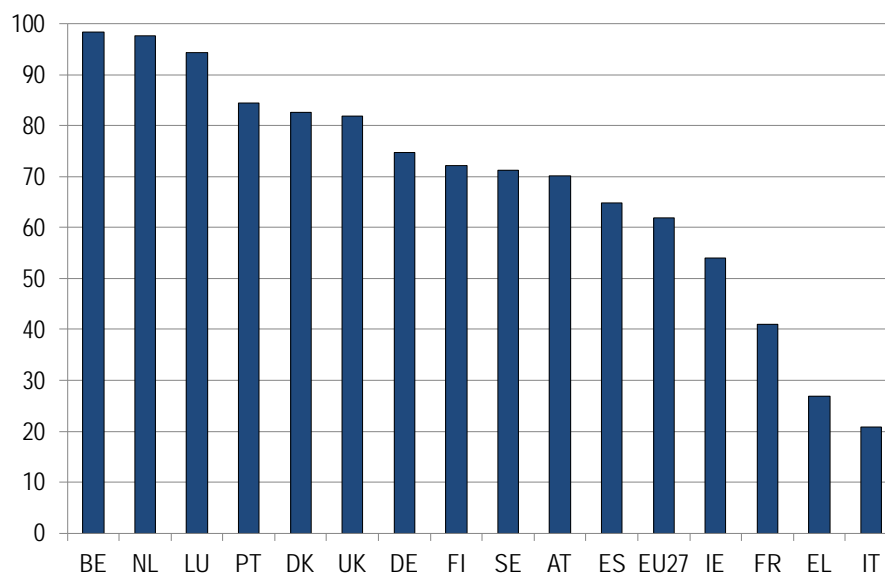
Pour ce qui est de l'infrastructure à haut débit, la Belgique se situe au sommet européen (voir Graphique 2-1). C'est essentiellement la conséquence d'une bonne prestation au niveau de la couverture et de la rapidité du haut débit (fixe). En ce qui concerne le degré de couverture de ce que l'on nomme les réseaux « Next Generation Access » (NGA) (les réseaux ayant une capacité de téléchargement ascendant – download - de 30 Mbps ou plus), la Belgique est la première de la classe au sein de l'UE des 15 (voir Graphique 2-2).

Graphique 2-1 : Comparaison de la "connectivité haut débit", Index DESI, UE des 28, 2015



Note : Index constitué sur la base de la couverture, de la pénétration, de la vitesse et du prix abordable du haut débit
Source : Commission européenne, Digital Economy and Society Index (DESI)

Graphique 2-2 : Couverture du haut débit NGA (>30 Mbps), % des ménages, 2014



Source : Commission européenne, Digital Agenda Scoreboard

La couverture du haut débit donne une idée de la disponibilité du haut débit, mais pas de son utilisation effective. Toutefois, le pourcentage d'abonnés au haut débit titulaires d'un abonnement de 30 Mbps ou plus est aussi le plus élevé d'Europe. Cette position de tête disparaît toutefois pour les abonnements pour une vitesse de 100 Mbps ou plus. À ce niveau, la Belgique n'occupe que la 6e place au sein de l'UE des 15 (sans la Grèce).

Outre la capacité, la qualité importe également. Le Tableau 2-2 donne la position de la Belgique par rapport à 13 pays de l'UE pour quelques indicateurs de qualité importants (en sachant que dans certains cas cette technologie n'est présente que dans une mesure limitée). Pour la plupart des éléments de qualité, la Belgique semble se positionner dans la moitié supérieure, mais sur la base de ces données, la vitesse de téléchargement ascendant (upload) constitue toutefois un problème pour la Belgique.

Tableau 2-2 : Indicateurs de la qualité du haut débit, Belgique dans l'UE des 13, 2013

Positie van BE in EU15 zonder LU en AT	
DNS resolution time	1
downstream VoIP jitter	2
actual download speed	3
latency	3
upstream VoIP jitter	4
DNS failure rate	6
packet loss	7
actual upload speed during peak periods	10

Note : L'UE des 13 fait ici référence à l'UE des 15 moins le Luxembourg et l'Autriche.

Latence : intervalle de temps entre le moment de l'envoi et le moment de réception d'un paquet de données ;

Jitter : variation de la latence par paquet de données ;

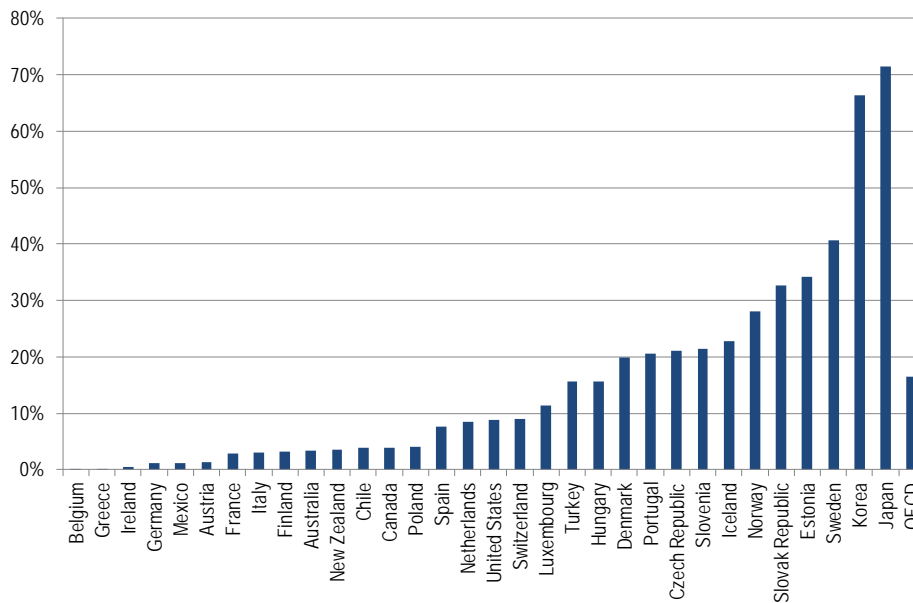
DNS failure rate : le degré d'impossibilité pour un serveur DNS de convertir un nom de domaine en une adresse IP.

Source : Rapport SamKnows

...mais accuse du retard au niveau de la connexion par fibre optique...

La situation actuellement favorable (en tout cas dans une perspective européenne) ne constitue toutefois pas une garantie qu'elle se maintiendra dans le futur. Le nombre d'habitations connectées par fibre optique est quasiment inexistant en Belgique (voir Graphique 2-3), et ce contrairement à des pays tels que le Japon, la Corée du Sud et la Suède qui se classent particulièrement bien dans ce domaine. Mais les Pays-Bas sont également un peu plus avancés que la Belgique. Et la France, qui au niveau de l'infrastructure à haut débit fixe se classe toutefois un peu moins bien que la Belgique, considère le déploiement de la FTTH comme une priorité dans son "Plan Très Haut Débit" : environ 80% des ménages devraient avoir accès à la FTTH pour 2022.

Graphique 2-3 : Nombre de connexions par fibre optique, en % du nombre total de connexions, 2014



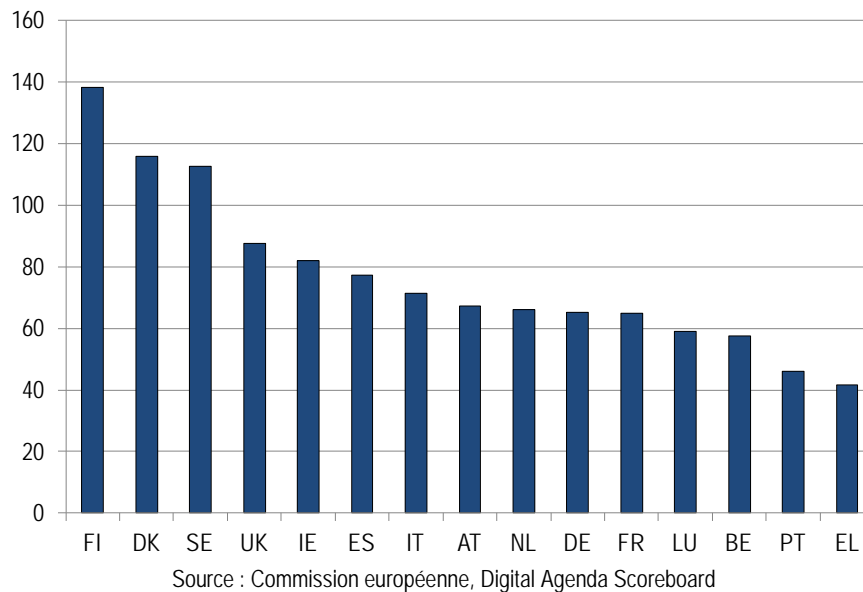
Source : OCDE, situation juin 2014

...et occupe une place moyenne au niveau du haut débit mobile

Pour le haut débit mobile, la couverture a mis relativement longtemps à être lancée en Belgique. Ce qui peut sans doute s'expliquer (en partie) par la forte prestation au niveau du haut débit fixe : la présence de réseaux fixes à haut débit, bien déployés et puissants, n'a pas incité à l'utilisation de l'internet mobile (Pujol, F. et C. Pennings, 2014, p. 8). Les résultats de l'Atlas de l'IBPT montrent toutefois que pratiquement toute la population belge est actuellement couverte pour la 3G : seule 0,004% ne l'est pas. En ce qui concerne la 4G, seulement 2,36% de la population ne sont pas couverts par un opérateur à la mi-2015. Il convient toutefois de remarquer que ces familles sont concentrées dans des régions rurales, essentiellement en Région wallonne (IBPT, 2015a).

La Belgique n'est toutefois pas (encore) dans le peloton de tête pour l'adoption du haut débit mobile. Le nombre d'abonnements au haut débit mobile, exprimé en pourcentage de la population, est en Belgique parmi les plus bas de l'UE des 15 (voir Graphique 2-4).

Graphique 2-4 : Adoption du haut débit mobile, nombre d'abonnements/100 personnes, décembre 2014



Comme cela a déjà été signalé ci-dessus, des efforts significatifs sont actuellement déployés pour le développement de la 5G. Différents pays sont déjà en train de se préparer à cette nouvelle norme. La Corée du Sud est à la pointe aussi dans ce domaine. En janvier 2014, les autorités coréennes ont présenté leurs « Creative 5G Mobile Strategy ». Entre 2014 et 2020, près d'1,5 milliard de dollars sera investi par les pouvoirs publics et le secteur privé. En Europe, la Commission européenne collabore avec l'industrie technologique européenne via le Partenariat Public-Privé 5G (5G PPP). Les 700 millions d'euros prévus par l'UE seront complétés par au minimum 3,5 milliards d'euros de l'industrie (CE, 2015). Au sein de l'Europe également, certains pays à l'avant-garde sont en train de déployer des réseaux expérimentaux. Il s'agit notamment du Royaume-Uni, de la Finlande et de la Suède.

Les prix sur le marché résidentiel diffèrent selon le segment...

Outre la capacité et la qualité, le prix du haut débit a également son importance. En effet, celui-ci aura un impact sur l'utilisation du haut débit, ce qui se répercutera à son tour sur le développement de nouveaux produits. Depuis 2012, l'IBPT publie chaque année une étude faisant la lumière sur le niveau des prix des produits de télécommunications sur le marché résidentiel en Belgique par rapport à celui de ses voisins (à savoir, la France, l'Allemagne, les Pays-Bas et le Royaume-Uni). L'IBPT établit pour cela des profils et des catégories d'utilisateurs, en tenant compte de l'utilisation typique. Pour chaque profil utilisateur, on vérifie ensuite quel est le coût mensuel récurrent pour l'utilisateur final, sur la base des plans tarifaires des plus grands opérateurs. Le plan tarifaire le moins cher est sélectionné pour chaque opérateur. L'hypothèse de départ est donc celle du « consommateur rationnel », qui comparera lui-même les prix et sélectionnera le plan tarifaire qui correspond le mieux à ses besoins.

Les résultats varient selon le segment. Il ressort ainsi de la dernière étude comparative (IBPT, 2015c) que pour les utilisateurs résidentiels, la Belgique est relativement compétitive en matière de téléphonie fixe, surtout pour son utilisation intensive. En ce qui concerne internet et les offres conjointes (triple-play¹⁴), la Belgique occupe une position moyenne par rapport à ses voisins pour les produits les plus populaires, mais il convient toutefois de remarquer que la Belgique est relativement chère pour les

¹⁴ La formule triple-play la plus courante comprend « téléphone fixe + haut débit + télévision ».

vitesse élevées. Pour l'internet mobile, la Belgique se classe relativement bien, sauf pour la catégorie "utilisation intensive", pour laquelle elle occupe la dernière place. Enfin, pour la téléphonie mobile, la Belgique a connu une dynamique significative depuis la première étude comparative en 2012. Les prix y ont baissé à un rythme rapide. Pour le prépayé, la Belgique se classe dans la moyenne, en troisième position. De manière générale, le consommateur paierait un peu moins en France ou au Royaume-Uni pour l'utilisation de sa téléphonie mobile. Les Pays-Bas et l'Allemagne sont généralement plus chers. En ce qui concerne les clients prépayés, la Belgique se classe deuxième.

L'importante rotation de la clientèle survenue dans le secteur mobile en 2012-2013 a constitué une donnée unique. De manière générale, les Belges font preuve d'une grande retenue lorsqu'il est question de changer d'opérateur de télécommunications. Des données rassemblées par l'enquête « Household Survey » de l'Union européenne indiquent que la Belgique possède les consommateurs parmi les plus inertes de toute l'Europe (CE, 2014b).

Et sur le marché des entreprises, il y a également d'importantes différences...

Depuis 2014, l'IBPT publie également des comparaisons de produits de télécommunications sur le marché des entreprises en Belgique, en comparaison avec les pays voisins (à nouveau la France, l'Allemagne, les Pays-Bas et le Royaume-Uni). Comme pour les études pour le marché résidentiel, des profils d'utilisateur (entreprises types) ont été développés qui caractérisent l'utilisation des télécommunications dans le secteur des entreprises. Pour chaque type d'entreprise, un panier a été constitué comprenant les différents services qui couvrent les exigences en matière de télécommunications du type d'entreprise correspondant. À nouveau, l'étude n'analyse pas les dépenses réelles en services de télécommunications des entreprises, mais bien le côté de l'offre du marché des télécommunications à un moment donné.

Les derniers résultats disponibles (Sephton, J. et Sannaes, H., 2015) montrent que les coûts des télécommunications auxquels font face les entreprises belges sont, dans la moyenne, comparables à ceux des autres pays de l'étude, bien que les coûts relatifs et les positions varient quelque peu selon le type d'entreprise.

Les prix pour les entreprises belges qui, de manière générale, utilisent peu ou seulement modérément les services de télécommunication, comme une entreprise individuelle locale, ou le professionnel travaillant à domicile arrivent généralement en milieu de classement des pays de l'étude. Les prix pour les entreprises belges faisant une utilisation plus soutenue des services mobiles sont le plus souvent parmi les plus chers des pays étudiés. Les entreprises belges largement axées sur le trafic vocal international enregistrent en général aussi de moins bons résultats, en raison des coûts plus élevés facturés en Belgique pour les appels internationaux. Par contre, les entreprises belges faisant une grande utilisation de trafic vocal local et national bénéficient de tarifs plus compétitifs.

L'étude précitée ne concerne que les PME (entreprises comptant de 1 à 50 utilisateurs). Malheureusement, il n'existe pas d'études concernant les prix pour les catégories plus grandes d'entreprise. Toutefois, une étude de marché réalisée par Beltug en 2014 auprès de ses membres montre clairement que Proximus est l'acteur de marché dominant pour ces entreprises. On espère toutefois que ce problème ira en s'amenuisant, maintenant que le câblo-opérateur flamand Telenet dispose également d'une branche mobile et qu'il la propose dans toute la Belgique. Cela pourra stimuler la concurrence sur le marché combiné fixe et mobile.

2.3 *Nécessité d'investissements permanents dans l'infrastructure*

Une forte augmentation du trafic de données est attendue...

De manière générale, une forte augmentation du trafic de données est attendue pour les prochaines années. D'autre part, on attend également une part accrue du trafic internet plus lourd. Cisco (2015), l'une des rares sources à se prononcer sur ce point, prévoit qu'en 2019, le trafic vidéo représentera 80% de l'ensemble du trafic internet chez les particuliers.

On s'attend à ce que le trafic fixe continue à représenter la plus grande part du trafic internet total, mais que le trafic mobile de données connaîtra la plus forte augmentation (OCDE, 2014a). Cette augmentation est stimulée par la part croissante des appareils et applications mobiles. Il ne s'agit pas seulement de la plus forte pénétration des smartphones et des tablettes ainsi que de la croissance attendue de la vidéo mobile, mais aussi, par exemple, de l'utilisation croissante des systèmes de communication mobile pour la communication entre des machines (l'Internet of Things). On s'attend à voir l'internet des objets (Internet of Things) connecter entre eux des milliards d'appareils. Même si individuellement, tous ces appareils nécessitent moins de haut débit qu'un smartphone, une fois agrégés, on s'attend à ce que le phénomène génère un trafic de réseau significatif. Par ailleurs, certains appareils tels que les caméras à distance nécessitent une capacité substantielle. D'autres peuvent générer d'importants volumes de données de télémétrie devant être gérés par l'utilisation de techniques « big data » dans le cloud (OCDE, 2014a, p. 33).

Cela rend nécessaires les investissements permanents dans l'infrastructure et dans les réseaux...

Il est important que tant le réseau fixe que le réseau mobile puissent continuer à supporter cet afflux de trafic internet. C'est pourquoi des investissements permanents sont nécessaires, tant dans la capacité de l'infrastructure des réseaux que dans sa qualité. L'illustration 2-1 montre les principales exigences au niveau de l'infrastructure pour un certain nombre d'applications à fort potentiel de croissance.

Illustration 2-1 : Quelques domaines à potentiel élevé et leurs exigences au niveau de l'infrastructure

Services vidéo
- capacité élevée - fiables - rapides
Services, applications et ressources Cloud
- symétriques - capacité élevée
Services d'enseignement
- symétriques - capacité élevée - faible latence
Smart cities
- disponible partout - résilience
Big data
- capacité élevée - fiables - sûres
Communications IoT et M2M
- fiables - disponible partout - sûres
Services de santé
- fiables - disponibles partout - faible latence
Réseaux électriques
- disponibles partout - résilience

Source : UK policy paper, 2015

Outre une capacité suffisante, la fiabilité et la sécurité du réseau sont très importantes pour la plupart des applications. Cela vaut d'autant plus pour les applications qui sont caractérisées par des données sensibles (p.ex. informations en matière de santé, informations commerciales sensibles...). Pour certaines applications, la symétrie est également cruciale. Des applications telles que le cloud computing, la vidéoconférence, certaines applications e-health ou e-education, l'internet des objets (Internet of Things)... ne requièrent pas uniquement une bonne vitesse de téléchargement descendant (download) mais également ascendant (upload). Une latence peu élevée est de plus en plus importante pour les applications en temps réel. Les exigences auxquelles les interactions en temps réel doivent répondre dépendent des sens auxquels on s'adresse. P.ex. la voix permet des temps de transmission de 100 millisecondes. La réaction naturelle de l'œil est toutefois un peu plus rapide. Pour les applications multimédias, des temps de transmission de 10 millisecondes au plus sont acceptables. Et le sens du toucher, qui gagne en importance via l'utilisation croissante d'interfaces tactiles, est encore plus sensible. Un retard d'une milliseconde peut parfois déjà s'observer (Nokia, 2015).

Ces besoins ne valent pas uniquement pour l'infrastructure de réseau fixe, mais aussi, dans une mesure croissante, pour l'infrastructure de réseau mobile. Ce qui est par ailleurs typique des applications mobiles, c'est le fait qu'elles demandent souvent que le réseau soit « disponible partout ». Pensons ainsi aux voitures sans chauffeur, mais aussi à certaines applications de santé.

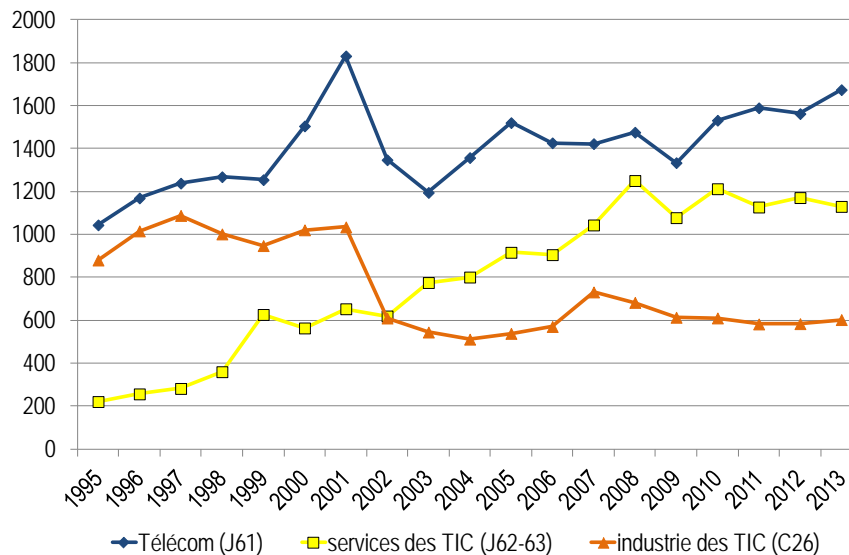
De plus en plus est émise l'idée selon laquelle l'internet mobile pourra remplacer l'internet fixe à l'avenir. Cela ne signifie toutefois pas que les investissements dans les réseaux fixes seront superflus. L'OCDE (2014a) souligne que malgré une forte croissance des données sans fil, des améliorations aux réseaux à haut débit restent importantes. La croissance des données mobiles augmentera en effet aussi le trafic sur les réseaux fixes : "Mobile connections only travel over the air for a short distance, after which they are carried on high-capacity wired connections. The growth of Wi-Fi and other mechanisms for offloading cellular traffic will place greater demands on wired networks." (OCDE 2014a, p. 5).

En résumé, nous pouvons affirmer que des investissements durables seront nécessaires, tant sur les réseaux de haut débit fixes que mobiles, si la Belgique souhaite ne pas perdre sa bonne position au niveau du haut débit dans le futur.

Les investissements ont augmenté durant ces dernières années ...

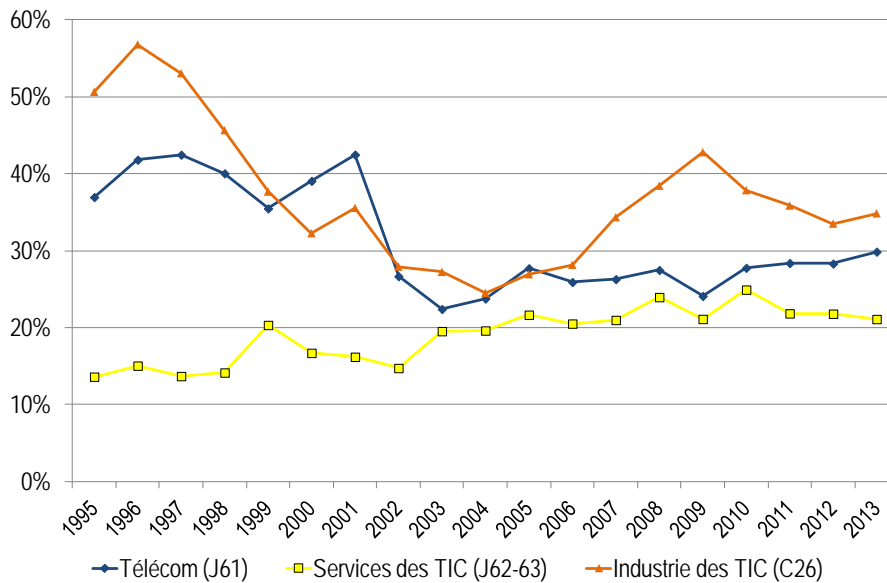
Les investissements dans le secteur belge des télécommunications (J61) restent relativement élevés en comparaison avec le reste du secteur des TIC et ils ont connu ces dernières années une croissance constante (voir Graphique 2-5). Exprimés en pourcentage de la valeur ajoutée, les investissements dans les télécommunications ne sont toutefois pas remarquablement élevés si on les compare au reste du secteur des TIC (voir Graphique 2-6).

Graphique 2-5 : Investissements en actifs fixes dans le secteur des télécommunications et dans le reste du secteur des TIC, en volume (en millions d'euros chaînés, année de référence 2012), Belgique, 1995-2013



Source : Calculs du SPF Économie sur la base des comptes nationaux

Graphique 2-6 : Taux d'investissement dans le secteur des télécommunications et dans le reste du secteur des TIC, en volume (en millions d'euros chaînés, année de référence 2012), Belgique, 1995-2013



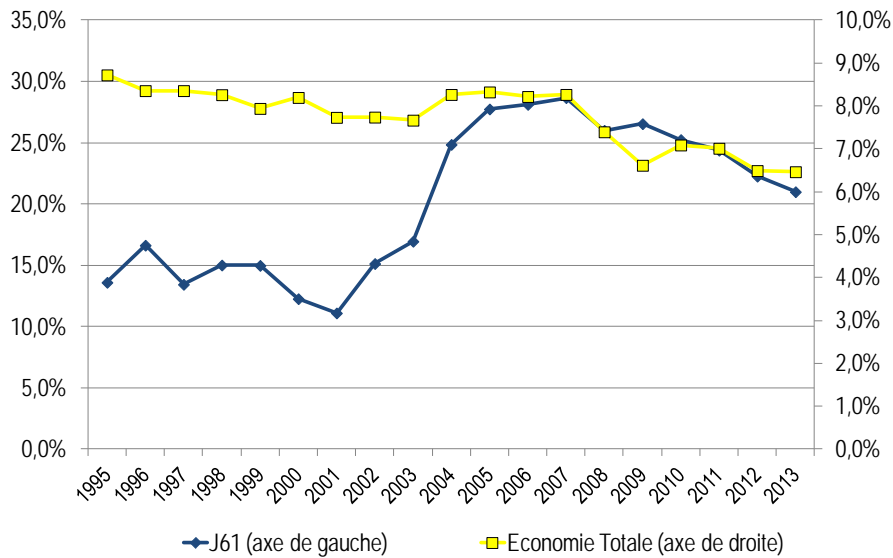
Source : Calculs du SPF Économie sur la base des comptes nationaux

Selon des chiffres de l'IBPT (2015b), les investissements dans l'infrastructure des télécommunications étaient encore plus élevés en 2014 qu'en 2013. 38% des montants investis l'étaient pour une modernisation des réseaux mobiles. Le reste avait trait à une modernisation de l'infrastructure fixe.

Mais la rentabilité des acteurs des télécommunications est mise sous pression...

Les investissements exigent toutefois une rentabilité suffisante. Le graphique ci-après indique l'évolution du rapport entre l'excédent net d'exploitation (en ce compris les revenus mixtes) et le stock de capital pour le secteur belge des télécommunications et l'économie totale. Après une forte augmentation de cet indicateur au début des années 2000, nous observons toutefois ces dernières années une tendance à la baisse.

Graphique 2-7 : Évolution la rentabilité dans le secteur des télécommunications



Note : La rentabilité est calculée comme étant le rapport de l'excédent net d'exploitation augmenté du revenu mixte sur le stock en capital.
Source : Calculs du SPF Économie sur la base des comptes nationaux

Cette baisse reflète en partie le contexte macro-économique (comme illustré par la tendance à la baisse également enregistrée dans le reste de l'économie, voir Graphique 2-7), mais aussi la concurrence accrue sur le marché des télécommunications. D'une part, il y a la concurrence accrue entre les opérateurs (surtout sur le marché mobile) découlant de l'arrivée d'opérateurs alternatifs et la mise en œuvre de mesures réglementaires pour stimuler la concurrence (comme p.ex. la possibilité de passer sans frais vers un autre opérateur mobile après 6 mois, l'abaissement des coûts de fourniture mobile...). D'autre part, il y a toujours plus de communication sous la forme de données via l'internet plutôt que par des réseaux vocaux réguliers. Cette arrivée de services OTT (pensons à des services tels que Skype, WhatsApp...) mine le chiffre d'affaires traditionnel des opérateurs de télécommunications (et on s'attend à ce que cela augmente encore dans le futur). Il s'agit en premier lieu de voix et de messagerie (messaging), mais aussi, dans une mesure croissante, de services de télévision (voir p.ex. Arthur D. Little – Exane BNP Paribas, 2015).

2.4 Infrastructure numérique : une condition nécessaire, mais pas suffisante

Des investissements dans l'infrastructure et dans les réseaux ne sont toutefois pas suffisants ...

Une infrastructure numérique de qualité est donc importante pour la compétitivité de l'économie. C'est pourquoi de solides investissements dans l'infrastructure sont nécessaires, mais ce n'est toutefois pas suffisant. On a relativement peu investi dans le passé dans le capital des TIC en Belgique. Entre 1980 et 2007, la contribution du capital des TIC à la croissance économique était à peu près aussi importante qu'aux États-Unis et considérablement supérieure à celle des Pays-Bas et de l'UE des 15 dans son ensemble (voir Tableau 2-3). Mais contrairement aux États-Unis, cette contribution ne s'est toutefois pas accompagnée d'une forte croissance de la productivité totale des facteurs (PTF). Ce constat pourrait indiquer qu'en Belgique les TIC pourraient ne pas être bien utilisés (ou mieux : pas de manière productive) dans les secteurs utilisant les TIC, p.ex. parce que les processus de production n'ont pas été suffisamment adaptés (voir p.ex. van Ark et Inklaar, 2005 ; Kegels e.a., 2012). Comme évoqué précédemment, les innovations complémentaires ainsi qu'au niveau de l'organisation et du

design ainsi qu'au niveau du capital humain (skills) sont cruciales pour retirer des TIC des gains en productivité significatifs (Brynjolfsson e.a., 2002 ; Berschek et Kaiser, 2004 ; Corrado e.a., 2013).

Nous pouvons donc affirmer que les investissements dans les TIC et dans les réseaux ne se traduisent pas automatiquement en croissance et en emplois. L'impact dépend des développements au niveau des technologies numériques (offre) et de leur utilisation par des entreprises et des consommateurs (demande). L'interaction et les liens entre ces différents éléments (offre, demande et infrastructure) influencent en outre aussi l'impact des investissements dans l'infrastructure.

Cisco (2012) souligne par exemple que le haut débit ultrarapide peut en effet mener à la création de nouveaux services basés sur internet et à une productivité accrue, mais que ces effets dépendent de "l'efficacité avec laquelle un pays peut créer de nouveaux services" (p. 4). Alcatel-Lucent (2012) souligne également, dans le cadre de l'impact de l'internet ultrarapide, l'importance de la disponibilité d'applications attrayantes et utiles (du côté de l'offre) et la mesure dans (et la vitesse à) laquelle ces applications sont adoptées (du côté de la demande).

Il est donc important que, selon les mots de Baek et Rana (2013), « en premier lieu soient mis à disposition un contenu et des services attrayants qui anticipent les besoins des gens ». Ce qui, selon ces auteurs, stimule ensuite « la demande de vitesses et d'une capacité supérieures, ce qui crée un « business case » pour des investissements et pour des réseaux plus rapides ». Un écosystème numérique sain (où une attention est portée tant à l'offre et à la demande qu'à l'infrastructure) est donc d'une importance essentielle pour que des investissements dans une infrastructure de haut débit puissent avoir un rendement optimal.

Tableau 2-3 : Contribution de l'intensité capitalistique et de la croissance de la PTF dans la productivité du travail en Belgique, aux Pays-Bas, dans l'UE des 15 et aux États-Unis, 1980-2011

	(a) 1980-1995	(a) 1995-2007	(b) 2001-2005	(b) 2006-2011
Belgique*				
Δ productivité du travail	2,1	1,5	0,6	0,4
Dont :				
- Approfondissement capitalistiques TIC	0,6	0,9	0,3	0,3
- Productivité totale des facteurs	0,1	-0,1	-0,4	-0,5
Pays-Bas				
Δ productivité du travail	1,3	2,1	1,6	0,6
Dont :				
- Approfondissement capitalistiques TIC	0,4	0,5	0,4	0,1
- Productivité totale des facteurs	0,4	1,1	0,3	0,2
UE-15				
Δ productivité du travail	2,5	1,6	1,3	0,7
Dont :				
- Approfondissement capitalistiques TIC	0,4	0,5	0,4	0,2
- Productivité totale des facteurs	1,1	0,6	0,1	-0,2
États-Unis				
productivité du travail	2,0	2,6
Dont :				
- Approfondissement capitalistiques TIC	0,7	0,9
- Productivité totale des facteurs	0,7	1,2

*Note : Pour la Belgique, il s'agit de l'évolution à partir de 1986 plutôt que 1980

Source : (a) Kegels e.a. (2012), chiffres pour l'économie de marché

(b) van Ark e.a. (2013), chiffres pour l'ensemble de l'économie

"The question of what drives and what hinders the development of telecommunications markets ... challenges theoretical explanations of market outcomes and models of regulatory governance"

- Preissl, Haucap & Curwen (2009)

3 Mise à niveau vers une politique de type "future proof"

Sur la base des chapitres précédents, nous pouvons affirmer que la numérisation peut amener de nombreux avantages, tant sur le plan social qu'économique. Sur la base des données disponibles, le processus de numérisation semble toutefois ne pas (encore) avoir conduit en Belgique aux résultats attendus. Il importe dès lors que la politique à mener crée un cadre qui maximise les chances de réussite d'une transformation numérique. Ceci requiert une attention tant pour l'infrastructure que pour l'utilisation efficace de cette infrastructure. Sur la base des résultats d'une série d'études récentes, sont énumérées ci-dessous quelques conditions générales auxquelles devrait satisfaire la politique à mener dans les deux domaines.

3.1 Préparer l'infrastructure à la prochaine vague...

Il ressort du chapitre précédent que la prestation au niveau de l'infrastructure haut débit est actuellement très favorable en Belgique (certainement pour le réseau fixe et dans une perspective européenne), mais que la Belgique devra continuer à investir afin de ne pas perdre sa position de tête demain. Cela nécessite un cadre qui encourage suffisamment les investissements nécessaires. Parmi les conditions pour encourager les investissements dans l'infrastructure auxquelles la littérature fait souvent référence, citons :

Une concurrence saine

L'OCDE (2014a, p. 21) souligne l'importance d'une concurrence suffisante pour stimuler les investissements. La relation entre concurrence et investissements n'est toutefois pas simple, et la littérature à ce sujet connaît une longue histoire (Mathis, J. et W. Sand-Zantman, 2014). La littérature économique connaît deux visions contradictoires. La première indique que la concurrence incite les entreprises à investir. Par leurs investissements, les entreprises tentent de se démarquer de leurs concurrents et d'échapper à la concurrence. La deuxième, dont Schumpeter était le pionnier, souligne l'importance d'un rendement suffisant, tant au moment de l'investissement proprement dit (afin de pouvoir le financer) que dans le futur (comme incitant à investir). Une étude récente (Aghion e.a., 2005) reconnaît que les deux effets – l'effet « de fuite » et l'effet « schumpéterien » – vont de pair et caractérisent la relation entre investissements et concurrence par une relation en U inversé : avec un niveau de concurrence bas, une augmentation de la concurrence aura un effet positif sur les investissements, toutefois, à partir d'un certain niveau de concurrence, l'effet d'une concurrence accrue aura un effet négatif sur les investissements.

La théorie économique prévoit donc qu'il existe une sorte de niveau optimal de la concurrence. Il n'est toutefois pas aisé de situer précisément ce niveau, qui dépend donc des caractéristiques locales des marchés nationaux (Elixmann, D. et al. (2015), p. V). Ce point doit donc être examiné au cas par cas.

Il existe également différentes formes de concurrence : la concurrence basée sur l'infrastructure et la concurrence basée sur les services. Lorsque la concurrence basée sur l'infrastructure est possible (deux réseaux différents ou plus vers l'utilisateur final), tout doit être mis en œuvre pour laisser cette forme de concurrence jouer au maximum. Mais la concurrence des services peut également jouer un rôle. Un exemple en est le « wholesale access » obligatoire, qui oblige le propriétaire du « last mile » – la connexion entre l'utilisateur final et le point où a lieu la première agrégation du trafic internet – à accorder l'accès à d'autres opérateurs également. L'avantage est que d'autres opérateurs peuvent ainsi garantir une concurrence avec le résident, ce qui a une incidence positive sur les prix. L'inconvénient est qu'en cas de fixation incorrecte du prix pour l'accès, les investissements par le résident peuvent être minés, alors que sont également hypothéqués les investissements faits par les concurrents dans des solutions alternatives (Naert et Cottyn, 2010, p. 212).

En plus d'une saine concurrence entre les opérateurs, il faut également veiller à une concurrence loyale avec les nouveaux opérateurs OTT¹⁵ qui, pour la fourniture des mêmes services, sont souvent soumis à des règles moins strictes. L'ajout d'une nouvelle réglementation ou l'élargissement d'une réglementation existante doivent toutefois être évités autant que possible selon le World Economic Forum (WEF, 2014, p. 26). Au contraire, il convient de voir où il est possible d'alléger la réglementation s'appliquant aux opérateurs traditionnels. Toutefois, là où le marché échoue, une réglementation minimale devra être prévue tant pour les opérateurs traditionnels que pour les acteurs OTT (notamment au niveau de la protection des consommateurs, du respect de la vie privée et de la sécurité).

Un cadre réglementaire qui encourage suffisamment les investissements

Typiquement, le développement des réseaux de communication est caractérisé par des coûts fixes élevés (OCDE, 2014a, p. 27). Pour que les opérateurs investissent de tels montants, il est important qu'ils sachent préalablement s'ils pourront récupérer leur mise. Le cadre réglementaire doit dès lors être clair et suffisamment prévisible. En ce qui concerne la modernisation du réseau VDSL en FTTH/FTTB¹⁶, il y a p.ex. une nécessité de clarifier le wholesale access. Un autre exemple concerne le secteur mobile. La clarté y est nécessaire à propos de ce qu'il adviendra lorsque les licences 2G-3G viendront à échéance fin 2021 (prolongation ou nouvelle procédure d'attribution ?). Vu la hauteur des investissements, une continuité suffisante dans la réglementation est importante en plus de la clarté et de la prévisibilité.

Enfin, il importe également que la réglementation – à tous les niveaux politiques – ne dresse pas de barrières inutiles aux investissements dans l'infrastructure. La réglementation ne doit bien sûr pas être évaluée exclusivement sur son impact sur les investissements dans l'infrastructure des télécommunications. D'autres intérêts publics entrent également en jeu, comme la santé, l'environnement... Vu les effets socio-économiques potentiellement importants des investissements dans le haut débit, il convient toutefois que l'impact sur les investissements soit également pris en compte, lorsque la réglementation nouvelle ou existante est évaluée (pensons aux taxes sur les antennes GSM, aux normes de rayonnement pour les antennes...).

Améliorer la transparence de la couverture et de la qualité

L'OCDE (2014a) considère également la transparence comme l'une des manières les plus efficaces de stimuler les investissements et l'innovation dans les réseaux. La transparence rend la comparaison des opérateurs plus facile pour le consommateur. Ce qui stimulera la concurrence entre les opérateurs et

¹⁵ Prestataires de contenu "over-the-top" (OTT) tel que WhatsApp, Skype, Netflix...

¹⁶ "Fiber to the Home"/"Fiber to the Building"

les incitera ainsi à investir. La transparence est par ailleurs un instrument utile pour que les autorités aient une meilleure vision des régions où le marché ne fonctionne pas et pour ainsi définir une éventuelle intervention ultérieure du secteur public. En effet, les opérateurs du marché n'investiront que dans des régions où le coût unitaire est suffisamment bas eu égard au rendement, afin qu'ils puissent fournir un rendement suffisant à leurs actionnaires. Les opérateurs n'investiront pas là où aucun « business case » n'est possible (p.ex. pour des raisons géographiques, une densité trop faible de la population, une absence de demande...). Une intervention des autorités sera nécessaire si ces investissements sont malgré tout considérés comme importants dans la vision à long terme des pouvoirs publics. L'Atlas récemment publié par l'IBPT pour le haut débit mobile constitue un exercice utile pour améliorer la transparence. Les résultats de cet exercice montrent toutefois que la défaillance du marché est relativement limitée en ce qui concerne le déploiement de la 4G.

3.2 Cultiver un écosystème sain

Les investissements dans l'infrastructure à haut débit sont importants. Toutefois, pour que ces investissements puissent avoir des incidences positives sur la prospérité et le bien-être, des services pouvant être fournis par cette infrastructure doivent aussi être développés et ces services doivent également être utilisés d'une bonne façon par les consommateurs, par les entreprises et par les pouvoirs publics. Parallèlement au développement d'une infrastructure de pointe, une attention doit dès lors aussi être consacrée à l'utilisation de cette infrastructure. Un certain nombre de conditions générales auxquelles, selon littérature, une attention doit être accordée sont :

Stimuler la confiance

Une condition importante à l'adoption d'applications TIC est la confiance du public. En Belgique, 89% des internautes croient que le risque d'être victime de cybercriminalité augmente constamment. Par ailleurs, 73% des internautes belges redoutent que leurs données personnelles ne soient pas sécurisées sur les sites internet. Enfin, 43% des internautes se montrent préoccupés par la sécurité des paiements en ligne (contre 37% un an plus tôt) (SPF Économie, 2015).

Des mesures en faveur de la cybersécurité constituent dès lors un pilier majeur d'une politique axée sur l'adoption des TIC. Les citoyens doivent être rassurés quant à la sécurité de leurs données personnelles et la protection de leur vie privée, et ils doivent savoir que leur propriété numérique est protégée contre le vol et l'utilisation frauduleuse. Par ailleurs, ils doivent également pouvoir compter sur la fiabilité physique de l'internet. En Belgique, un rôle important dans ce domaine est dévolu au Centre pour la Cybersécurité. Ce centre, qui est opérationnel depuis peu, doit coordonner les instances existantes au niveau de la cybersécurité. Il doit élaborer une stratégie, tant au niveau de la sécurité de l'information et du réseau que dans la lutte contre la cybercriminalité (organisée). Le centre doit également rendre des avis en matière de cybersécurité et prévoir un plan pour les situations d'urgence et de crise.

Un autre problème majeur est le fait que les entreprises qui numérisent doivent compter sur la possibilité de conclure des contrats honnêtes, équitables et rentables avec les fournisseurs de plateformes de données avec lesquels elles devront de plus en plus travailler. Les fournisseurs de plateformes numériques qui peuvent entreposer, gérer et exploiter des données industrielles constituent un acteur de plus en plus important de la chaîne des valeurs. Certaines entreprises redoutent dès lors de perdre leur "business intelligence" et leurs connaissances au profit de ces acteurs. Elles souhaitent avoir la certitude que les fournisseurs de ces plateformes sont des partenaires responsables. Il est important qu'il y ait une plus grande clarté et une meilleure compréhension quant à la propriété de ces données industrielles, et qu'il soit précisé comment elles pourront et ne pourront pas

être utilisées, et par qui. Cette nécessité augmentera avec l'évolution ultérieure de l'Internet of Things (Strategic policy forum on digital entrepreneurship, p. 25).

Développer les qualifications appropriées

Les qualifications sont cruciales, tant pour l'utilisation de services par les consommateurs que pour l'intégration des TIC dans les entreprises traditionnelles et pour le développement d'une industrie des TIC et de l'internet. Comme indiqué au Tableau 1-8, des améliorations sont encore possibles en Belgique au niveau des qualifications numériques.

Un premier problème est l'alphabétisation numérique du citoyen moyen. En Belgique, 63% des individus disposent de connaissances en informatique de base ou avancées (SPF Économie, 2015). Nos voisins se classent un peu mieux dans ce domaine. Par ailleurs, les résultats diminuent lorsqu'il s'agit de tâches plus complexes (SPF Économie, 2015). Il est important que ces qualifications soient développées chez une partie aussi large que possible de la population. L'enseignement joue là un rôle important. Cette formation peut commencer dès l'enseignement primaire. En Estonie, par exemple, un programme a été mis en place pour enseigner les bases de la programmation aux enfants. Par ailleurs, il est également important d'améliorer l'alphabétisation informatique de la population non scolarisée. Une attention spéciale doit être portée aux personnes présentant un risque accru d'exclusion (comme les seniors, les chômeurs, les personnes peu scolarisées).

Un deuxième problème consiste à trouver suffisamment de travailleurs des TIC. Comme dans d'autres pays, 38% des entreprises de Belgique éprouvent des difficultés à pourvoir des postes vacants pour lesquels des connaissances en TIC spécifiques sont requises (SPF Économie, 2015). Le "Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship" indique une demande accrue en profils possédant des qualifications hautement spécialisées telles que des analystes de "big data", des spécialistes en cybersécurité... L'enseignement supérieur a là un rôle important à jouer. L'Estonie constitue un exemple intéressant dans ce domaine aussi : les universités y ont récemment élaboré de nouveaux programmes de cours et de master avec les acteurs du monde de l'entreprise, comme un MSc (Master of Science) en « e-governance Technologies and Services », un MSc en « Health Care Technology », un MSc en « Cyber Security »,... (Empiria, 2014). Le Forum économique mondial (2014) souligne également l'importance d'une politique d'immigration favorable afin d'attirer les talents techniques de l'étranger.

En plus de profils spécifiques, il y a également un besoin croissant en personnes dans des positions dirigeantes pouvant élaborer et mettre en œuvre une stratégie numérique intégrée. Le "Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship" indique qu'il y a une pénurie de personnes possédant les qualifications/compétences requises au niveau du leadership numérique.

En résumé, on peut affirmer qu'un enseignement et qu'une formation s'imposent à tous les niveaux. Le Forum économique mondial (2014, p. 19) plaide en faveur du développement d'une stratégie globale pour la réforme du système d'enseignement et de formation afin de répondre ainsi aux exigences que pose l'avenir.

Une culture numérique

La transformation numérique requiert une culture qui est empreinte de son importance et de son potentiel. Il doit y avoir suffisamment de signaux sociaux indiquant que la transformation numérique est importante et qu'elle offre de nombreux avantages. Pour cela, une bonne communication sur les opportunités qu'offre la numérisation sera importante.

Il est par ailleurs nécessaire que les pouvoirs publics donnent le bon exemple, notamment en mettant en ligne davantage de services publics. On observe certainement des exemples d'initiatives publiques qui vont dans la bonne direction, comme Tax-on-Web, la déclaration électronique Dimona ... Il ressort toutefois du Tableau 1-7 que la situation peut encore être améliorée dans certains domaines. D'autres exemples sont l'enseignement et les soins de santé, deux domaines où les pouvoirs publics peuvent montrer l'exemple et promouvoir la demande en services numériques (FEM, 2014).

Outre les pouvoirs publics, d'autres secteurs tels que les partenaires sociaux, les fédérations sectorielles, l'enseignement... ont un rôle à jouer pour inciter à la prise de conscience quant au potentiel de la numérisation et pour encourager une culture numérique, par exemple en diffusant des bonnes pratiques et en attirant l'attention sur cette thématique.

Une réglementation favorable au numérique

La réglementation peut dresser des barrières inutiles à la transformation numérique des entreprises et à l'adoption des TIC de manière générale. Aussi, il importe d'évaluer l'incidence d'une réglementation/d'une politique nouvelle sur le processus de numérisation. Cet exercice doit être réalisé de manière transversale, étant donné que différents domaines stratégiques ont un impact sur le processus de numérisation (comme la politique industrielle, la politique de l'innovation, la politique commerciale, la politique en matière de recherche...).

Une réglementation sectorielle peut par exemple avoir des effets non voulus et indésirables, en raison de l'interaction croissante des secteurs TIC avec le reste de l'économie. D'où l'utilité d'étudier plus en détail les écosystèmes spécifiques et d'examiner comment la réglementation peut impacter l'innovation dans ces systèmes.

3.3 Nécessité d'une vision systémique

En résumé, nous pouvons affirmer qu'une transformation numérique réussie de l'économie requiert que l'on soit attentif à tous les éléments d'un écosystème numérique (voir Illustration 1-1). L'infrastructure numérique est l'un des éléments centraux. Bien que la Belgique se classe actuellement à un bon niveau (en tout cas pour les réseaux fixes à haut débit), d'autres investissements seront nécessaires pour maintenir cette bonne position et pour pouvoir "se laisser porter" par la prochaine vague de technologies numériques.

L'expérience du passé nous enseigne toutefois que de tels investissements sont une condition nécessaire, mais pas suffisante. Des investissements dans les TIC et les réseaux ne se traduiront dès lors pas automatiquement en croissance et en emplois. Les effets dépendront de la manière dont ils sont exploités par les utilisateurs individuels et par les organisations.

En règle générale, nous pouvons également affirmer qu'une politique axée sur une transformation numérique réussie exige non seulement l'intervention des différents domaines politiques, mais aussi des différents niveaux de pouvoirs publics, ainsi qu'une coordination entre eux.

4 Bibliographie

ACEMOGLU, D. et D. H. AUTOR (2011), "Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings", in O. Ashenfelter et D. E. Card (red.) (2011), *Handbook of Labor Economics*, Amsterdam, Elsevier, pp. 1043-1171.

AGHION, P., N. BLOOM, R. BLUNDELL, R. GRIFFITH et P. HOWITT (2005), "Competition and innovation: an inverted U-relationship", *Quarterly Journal of Economics*, jg. 120, n° 2, mai 2005, pp. 701-728.

ALCATEL-LUCENT (2012), *Building the benefits of broadband – How NZ can increase the social & economic impacts of high-speed broadband*, Wellington, Nieuw-Zeeland, Alcatel-Lucent, 13 pages.

ARK, B. VAN, J. MELKA, N. MULDER, M. TIMMER et G. YPMA (2003), *ICT investments and growth accounts for the European Union 1980-2000*, Research Memorandum GD-56, Groningen Growth and Development Centre, 93 pages.

ARK, B. VAN et R. INKLAAR (2005), *Catching up or getting stuck? Europe's trouble to exploit ICT's productivity potential*, Research Memorandum GD-79, Groningen Growth and Development Centre, 38 pages.

ARK, B. VAN, V. CHEN, B. COLIJN, K. JAEGER, W. OVERMEER, et M. TIMMER, (2013), "Recent changes in Europe's competitive landscape and medium-term perspectives: How the sources of demand and supply are shaping up", *European Commission Economic Papers*, n° 485.

ARK, B. VAN (2014a), "Total factor productivity: lessons from the past and directions for the future", NBB Working paper, octobre 2014, n° 271, 28 pages.

ARK, B. VAN (2014b), "Productivity and digitalization in Europe: Paving the road to faster growth", *Lisbon Council Policy Brief*, Vol. 8, n° 1.

ARK, B. VAN (2015), "From mind the gap to closing the gap: Avenues to reverse stagnation in Europe through investment and productivity growth", *European Economy Discussion paper*, Commission européenne.

ARTHUR D. Little (2015), *Het Belgische telecomlandschap, Studie over de Belgische Telecomsector*, 1ère édition, Bruxelles, Arthur D. Little, 26 pages.

ARTHUR D. Little – Exane BNP Paribas (2015), *Telecom and media: How to ride the OTT wave*, mai 2015, 10 pages.

BAEK, Y et P. RANA (2013), "The EU's attempt to foster a 'connected continent': experiences from South Korea", *EU-Asia at Glance publication series*, European Institute for Asian Studies, Bruxelles, 6 pages.

BALDWIN, R. (2015), *21st century globalization: implications for GVCs, jobs and skills*, présentation à l'OCDE CIIE et WPIA workshop, 14 octobre 2015.

BELTUG (2014), *Beltug Market Study – the Belgian Business ICT Market*, Juin 2014.

BERTSCHEK, I. et U. KAISER (2004), "Productivity effects of organizational change: Microeconomic evidence", *Management Science*, jg. 50, n° 3.

BIATOUR, B. et C. KEGELS (2015), "Labour productivity growth in Belgium – Long-term trend decline and possible actions", Working paper 6-15, Bruxelles, Bureau fédéral du Plan, 55 pages.

BIPT-IBPT (2015a), ['Project Atlas'](#).

BIPT-IBPT (2015b), *Situation du secteur des communications électroniques*, Juin 2015, Bruxelles, IBPT, 62 pages.

BIPT-IBPT (2015c), *Étude comparative du niveau des prix des produits de télécommunications en Belgique, aux Pays-Bas, en France, en Allemagne et au Royaume-Uni [tarifs du mois d'août 2014]*, Bruxelles, IBPT, 107 pages.

BPIFRANCE LE LAB (2015), *Le numérique déroutant*, 100 pages.

- BRUEGEL (2014), Chart of the Week: 54% of EU jobs at risk of computerization, <http://bruegel.org/2014/07/chart-of-the-week-54-of-eu-jobs-at-risk-of-computerisation/>
- BRYNJOLFSSON, E., L. M. HITT, et S. YANG (2002), "Intangible assets : Computers and organizational capital", Brookings papers on economic activity, 45 pages.
- BRYNJOLFSSON, E. et A. MCAFEE (2011), Race against the machine: How the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy, Digital Frontier Press, Lexington, Massachusetts, 92 pages.
- BRYNJOLFSSON, E. et A. MCAFEE (2015), "Will humans go the way of the horses? Labor in the second Machine Age", Foreign Affairs, July/August 2015.
- CBS (2011), ICT en economie, Centraal Bureau voor de Statistiek, Pays-Bas, La Haye.
- CISCO (2012), Get up to speed – How developed countries can benefit from deploying ultrafast broadband infrastructures, White Paper, 12 pages.
- CISCO (2015), Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2014-2019.
- CORRADO, C., J. HASKEL, C. JONA-LASINIO, et M. IOMMI (2012), "Intangible capital and growth in advanced economies: Measurement and comparative results", working paper, INTAN-Invest.
- CORRADO, C., J. HASKEL, C. JONA-LASINIO, et M. LOMMI (2013), "Innovation and intangible investment in Europe, Japan and the United States", Oxford Review of Economic Policy 29 (2).
- CRANDALL, LEHR et LITAN (2007), "The effects of broadband deployment on output and employment: A cross-sectional analysis of U.S. data", Issues in Economic Policy, The Brookings Institution, Washington D.C., 35 pages.
- CRANDALL, R.W. et H.J. SINGER, (2010), The economic impact of broadband investment, 57 pages.
- CZERNICH, FALCK, KRETSCHMER et WOESSMAN (2011), "Broadband infrastructure and economic growth", CESifo Working paper n° 286, Ifo Institute, Center for Economic Studies, Munich, 39 pages.
- DELOITTE (2013a), Benefits of high-speed broadband for Australian households, rapport à la demande des autorités australiennes, , 68 pages.
- DELOITTE (2013b), Digital Infrastructure in the Netherlands, The Third Mainport, 82 pages.
- DELOITTE (2014), Digital Infrastructure in the Netherlands, Driver for the online ecosystem, 57 pages.
- EC (2010), A Digital Agenda for Europa, Commission staff working document, COM (2010) 245 final/2, 41 pages
- EC (2012), The digital agenda for Europe – Driving European growth digitally, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 14 pages.
- EC (2013), The socio-economic impact of bandwidth, A study prepared for the European Commission DG Communication Networks, Content & Technology, 272 pages.
- EC(2014), Guide to high-speed broadband investment, Release 1.1 – 22 October 2014, 46 pages.
- EC (2014b), E-communications and telecom single market household survey, Special Eurobarometer report 414, 302 pages.
- EC (2015), A digital single market strategy for Europe – Analysis and evidence, Commission staff working document, COM(2015)100 final, 109 pages.
- ELIXMANN, D., I. GODLOVITCH, I. HENSELER-UNGER, R. SCHWAB et U. STUMPF, Competition and Investment: An Analysis of the Drivers of Investment and Consumer Welfare in Mobile Telecommunications, WIK-Consult Report, Study for Ofcom.
- EMPIRIA (2014), E-skills in Europe, Estonia – country report, Janvier 2014..
- ERNST ET YOUNG (2012), SOS Belgique – Rendre la Belgique plus attractive pour les investisseurs étrangers, Baromètre de l'attractivité belge, 2012, 52 pages.

- FERNALD, J. G. (2014), 'Productivity and potential output before, during and after the Great Recession', Federal Reserve Bank of San Francisco, Working paper 2014-15.
- FORZATI, M. et C. MATTSON, (2013), *Stokab: a Socio-Economic Analysis*, Acreo, Stockholm, 4 pages.
- GOOS, M., A. MANNING, et A. SALOMONS (2014), "Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring", *American Economic Review*, 104(8), pages 2509-26..
- GRETTON, P., J. GALI, et D. PARHAM, (2004), "The effects of ICTs and complementary innovations on Australian productivity growth", in: OECD (2004), *The economic impact of ICT: measurement, evidence and implications*, OECD, pp. 105-130..
- GORDON, R. J. (2014), "The demise of U.S. economic growth: Restatement, rebuttal and reflections", NBER Working paper, No. 19895.
- JORGENSON, D., M. HO, et J. SAMUELS, (2012), "Information technology and U.S. productivity growth", in: Mas, M. et Stehrer, R. (eds.) *Industrial productivity in Europe*, Edward Elgar.
- JOVANOVIC, B. et P.L. ROUSSEAU, (2005), "General Purpose Technologies", in: Aghion, P. et Durlauf, S. (eds.), *Handbook of economic growth*, pp. 1181-1224.
- KEGELS, C., M. PENEDER, et H. VAN DER WIEL, (2012), "Productivity performance in three small European countries: Austria, Belgium and the Netherlands", in: Mas, M. et Stehrer, R. (eds.) *Industrial productivity in Europe – Growth and crisis*, Edward Elgar.
- KOUTROUMPIS (2009), "The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach", *Telecommunications Policy*, Vol. 33 (9), Octobre 2009, pages 471-485.
- LEMOINE, P., B. LAVIGNE, et M. ZAJAC, (2011), « L'impact de l'économie numérique », *Sociétal*, n° 71, pages 107-124.
- MATHIS, J. et W. SAND-ZANTMAN (2014), "Competition and Investment: What do we know from the literature?", *Rapport IDEI*, n° 24, Mars 2014, 31 pages.
- NAERT, F. et A. COTTYN (2010), *Marktwerkingsbeleid in België et de EU: Een economische inleiding*, Intersentia, Antwerpen – Oxford.
- NUCCIARELLI, A. (2013), "Interview with Jussi Hätönen – ICT economist European Investment Bank", *Communications and Strategies*, No. 91, 3rd Q. 2013.
- OCDE (2001), *Understanding the digital divide*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- OCDE (2011), *OECD Guide to measuring the information society 2011*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- OCDE (2014a), "The development of fixed broadband networks", *OECD Digital Economy Papers*, N° 239, OECD Publishing.
- OCDE (2014b), *Beyond the first mile: where your Internet comes from*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- OCDE (2015), *OECD Digital Economy Outlook 2015*, OECD Publishing, Paris.
- OLINER, S., D. SICHEL, et K. STIROH, (2007), *Explaining a productive decade*, Federal Reserve Board, Washington, D.C.
- PREISSEL, HAUCAP & CURWEN (2009), "Telecommunication markets: Drivers and impediments", *Contributions to Economics*, Physica-Verlag, p.1.
- PUJOL, F. et C. PENNINGGS, *Bevordering van mobiele breedbandpenetratie in België*, Idate Consulting, 30091 (avril 2014), 30 pages.
- QIANG et ROSSOTTO (2009), "Economic impacts of broadband", *Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*, pages 35-50.

- ROHMAN, I. et E. BOHLIN, (2012), "Does broadband speed really matter for driving economic growth? Investigating OECD countries", *International Journal of Management and Network Economics*, Vol. 2 (2012), 4, pages 336-356.
- ROLAND BERGER (2014), *Industry 4.0: The new industrial revolution – How Europe will succeed*, Roland Berger strategy consultants, mars 2014, 24 pages.
- SACHS, J. D. et L. J. KOTLIKOFF (2012), "Smart machines and long-term misery", NBER Working paper, 18629.
- SAMKNOWS (2014), *Quality of broadband services in the EU, A study prepared for the EC DG Communications Networks, Content & Technology, Final report*, 106 pages.
- SEPHTON, J. et SANNAES, H. (2015), *Étude comparative des prix pour les entreprises en Belgique, en Allemagne, en France, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni, étude réalisée par Strategy Analytics pour l'IBPT*, 88 pages.
- SPF Économie (2015), *Baromètre de la société de l'information*, 121 pages.
- STRATEGIC POLICY FORUM ON DIGITAL ENTREPRENEURSHIP (2014), *Digital transformation of European industry and enterprises, report of the Forum*, 42 pages.
- TEULINGS, C. et R. BALDWIN (2014), *Secular Stagnation: Facts, causes and cures*, VoxEU, Centre for Economic Policy Research, Londres.
- TRIPLETT, J. (2006), *Handbook on hedonic price indexes and quality adjustments in price indexes – Special application to information technology products*, OECD Publishing, Paris.
- UK POLICY PAPER (2015), *The digital communications infrastructure strategy, Policy Paper*, 9 pages.
- VAN DER LINDEN, J. (2015), "De Belgische ICT in vogelvlucht. Economische betekenis et positionering t.o.v. de buurlanden", Working paper 7-15, Bureau fédéral du Plan, Bruxelles.
- WELSUM, D. van, W. OVERMEER, et B. VAN ARK, (2013), *Unlocking the ICT growth potential in Europe: Enabling people and businesses, étude réalisée par The Conference Board pour le compte de la Commission européenne, rapport final*.
- WOLF, M. (2015), "Same as it ever was – Why the techno-optimists are wrong", *Foreign Affairs*, Juillet/Août 2015.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2014), *Delivering Digital Infrastructure – Advancing the Internet Economy, Industry Agenda prepared in collaboration with the Boston Consulting Group*, 51 pages.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2015), *Industrial Internet of Things: Unleashing the potential of connected products and services*, 32 pages.
- XIONG, Z. (2013), *Socio-economic impact of fiber to the home in Sweden, Master's Thesis, KTH Information and Communication Technology, Stockholm, Suède*.

5 Annexes

5.1 Définition du secteur des TIC

L'OCDE (2011) décrit le secteur des TIC¹⁷ comme étant composé des secteurs suivants :

Industrie

- C26.1 Fabrication de composants et cartes électroniques
- C26.2 Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques
- C26.3 Fabrication d'équipements de communication
- C26.4 Fabrication de produits électroniques grand public
- C26.8 Fabrication de supports magnétiques et optiques

Télécommunication

- J61 Télécommunications

Services

- G46.5 Commerce de gros d'équipements de l'information et de la communication
- J.58.2 Édition de logiciels
- J.62 Programmation, conseil et autres activités informatiques
- J63.1 Traitement de données, hébergement et activités connexes ; portails Internet
- S95.1 Réparation d'ordinateurs et d'équipements de communication

¹⁷ "The production (goods and services) of a candidate industry must primarily be intended to fulfil or enable the function of information processing and communication by electronic means, including transmission and display" (OCDE, 2011)

5.2 Aperçu des branches d'activité selon l'intensité TIC

A38	Section	Part dans le capital des TIC
Secteurs des TIC :		
Télécommunications (JB)	J61	131,98%
Services informatiques et activités de prestation de services dans le domaine de l'information (JC)	J62-63	57,37%
Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques (CI)	C26	25,76%
Secteurs axés sur l'information :		
Éditions, services audiovisuels et émissions (JA)	J58-60	41,75%
Publicité et étude de marchés, autres activités spécialisées, scientifiques et techniques (MC)	M73-75	29,91%
Activités de recherche et de développement scientifique (MB)	M72	19,42%
Activités créatives, artistiques et de spectacle (RR)	R90-93	19,41%
Activités financières et d'assurance (KK)	K64-66	18,07%
Activités juridiques et comptables, activités des sièges sociaux, conseils de gestion, activités d'architectures et d'ingénierie, activités de contrôle et analyses techniques (M/	M69-71	16,69%
Utilisateurs des TIC :		
Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné (DD)	D35	14,16%
Fabrication de produits pharmaceutiques de base et de préparations pharmaceutiques (CF)	C21	13,32%
Fabrication de matériels électriques (CJ)	C27	11,46%
Services administratifs et de soutien (NN)	N77-82	11,31%
Autres services (SS)	S94-96	10,76%
Fabrication de métaux sous forme primaire et de produits métalliques, à l'exclusion des machines et des équipements (CH)	C24-25	10,56%
Commerce de gros et de détail, réparation de véhicules automobiles et de motocycles (GG)	G45-47	10,12%
Transports et entreposage (HH)	H49-53	10,05%
Fabrication de meubles et autres industries manufacturières, réparation et installation de machines et d'équipements (CM)	C31-33	9,92%
Distribution d'eau, collecte et traitement des déchets et des eaux usées (EE)	E36-39	9,73%
Fabrication de textiles, de vêtements, de cuir et de produits du cuir (CB)	C13-15	9,17%
Industrie du bois, fabrication de papier et d'articles en papier, imprimerie (CC)	C16-18	8,53%
Fabrication de machines, appareils et outils n.c.a. (CK)	C28	7,64%
Retardataires (QA)	Q86	7,31%
Fabrication de moyens de transport (CL)	C29-30	6,41%
Administration publique et défense, assurances sociales obligatoires (OO)	O84	6,02%
Fabrication de produits chimiques(CE)	C20	5,77%
Fabrication de denrées alimentaires, de boissons et de produits du tabac (CA)	C10-12	5,28%
Retardataires :		
Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique et d'autres produits minéraux non métalliques (CG)	C22-23	4,75%
Industrie de la construction (FF)	F41-43	4,67%
Industries extractives (BB)	B05-09	4,55%
Agriculture, sylviculture et pêche (AA)	A01-03	3,30%
Enseignement (PP)	P85	2,93%
Hébergement et restauration (II)	I55-56	2,62%
Action sociale (QB)	Q87-88	2,09%
Activité immobilière (LL)	L68	1,94%
Activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens et services pour usage propre (TT)	T97-98	0,00%

Note : À l'exception de la cokéfaction et du raffinage de pétroliers raffinés (C19)