

Chapitre 3

Les technologies de l'information et de la communication et leur impact sur l'économie

Ce chapitre retrace l'évolution dans le temps des technologies de l'information et de la communication (TIC), et s'intéresse aux changements récents et prévisibles. Elle présente ensuite un aperçu conceptuel et met en évidence les interactions de différentes strates de technologies de l'information et de la communication.

Les données statistiques concernant Israël sont fournies par et sous la responsabilité des autorités israéliennes compétentes. L'utilisation de ces données par l'OCDE est sans préjudice du statut des hauteurs du Golan, de Jérusalem-Est et des colonies de peuplement israéliennes en Cisjordanie aux termes du droit international.

3.1 L'évolution des technologies de l'information et de la communication

L'évolution des TIC se caractérise par un progrès technique rapide qui a favorisé une baisse rapide des prix des produits des TIC, et ainsi la généralisation à faible coût de ces technologies dans l'économie. Dans bien des cas, la baisse des prix induite par le progrès des technologies et la pression en faveur d'une innovation permanente ont été accentuées par un cycle constant de banalisation de nombreuses technologies clés qui ont permis la croissance de l'économie numérique. À mesure que les produits gagnent en popularité et atteignent un plus grand marché, leurs fonctionnalités ont tendance à se figer, et il devient plus difficile pour les producteurs initiaux de les modifier. Lorsque leurs caractéristiques sont plus stables, les produits sont plus facilement copiés par des concurrents. Ce phénomène est encore accentué par le processus de normalisation qui est caractéristique du secteur des TIC et par lequel les composants deviennent interopérables, si bien qu'il est plus difficile pour chaque producteur de se démarquer des autres. À moins que le producteur initial puisse différencier son produit des copies (par exemple, en le groupant avec des services ou avec d'autres fonctionnalités qui ne seront pas faciles à reproduire) ou trouver un moyen de conserver une position dominante sur le marché, il sera obligé de se mesurer à la concurrence sur la base du prix uniquement ou de se tourner vers d'autres segments de marché.

Ce processus a tendance à faire chuter les prix des biens et des services qui se sont banalisés et à déplacer l'innovation sur la chaîne de valeur. Cela ne signifie pas nécessairement que tout composant du produit banalisé va devenir un produit de base. Le producteur d'un composant du produit global peut conserver ou créer un avantage concurrentiel en améliorant certains éléments ou certains sous-systèmes de ce composant. Il peut ainsi « débanaliser » ces éléments ou sous-systèmes du produit banalisé et créer ainsi de nouvelles opportunités à un stade différent de la chaîne de valeur.

3.1.1 Les appareils informatiques personnels

Dès les premiers temps de l'économie numérique, de nombreux fabricants de matériel informatique ont utilisé des composants matériels propriétaires, ce qui signifie que les ordinateurs provenant de différents fabricants fonctionnaient selon des normes entièrement différentes. Cependant, une fois que l'architecture des micro-ordinateurs a été largement normalisée, il y a une trentaine d'années, de nombreux acteurs du marché ont commencé à se livrer une concurrence sur les prix. Conjugée au progrès rapide des technologies, cette concurrence a fait baisser sensiblement les prix du matériel de micro-informatique. Au cours de la période qui a suivi, les fabricants qui ont le mieux réussi ont surtout été ceux dont les produits s'intégraient le mieux aux autres produits ou ceux qui mettaient au point les meilleures stratégies

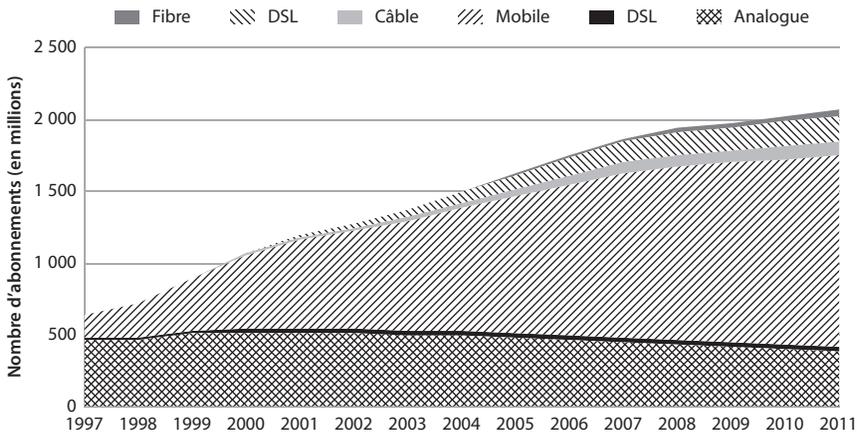
de commercialisation et de distribution, plutôt que ceux qui produisaient un matériel qui se distinguait de celui de leurs concurrents. Comme on l'a déjà vu, ce cycle s'est répété à différents moments de l'évolution de l'économie numérique, avec pour conséquence d'importantes évolutions dans le temps au sein de la chaîne de valeur numérique.

Un fait relativement récent est l'apparition de solutions intégrées innovantes associant matériel et logiciel, comme les téléphones intelligents et les tablettes électroniques (et de plus en plus, les appareils portables connectés). La conception, la fabrication et la vente de ces appareils a permis aux entreprises de consolider leur position dans la chaîne de valeur et sur le marché. On observe deux grandes tendances, qui confirment l'importance croissante de ces appareils. La première est leur diversification. Au début, les consommateurs accédaient à l'Internet presque exclusivement au moyen des micro-ordinateurs. Depuis, l'industrie a mis au point une grande variété d'appareils permettant l'accès à l'Internet, comme les téléphones intelligents, les tablettes électroniques et les téléviseurs connectés. La seconde tendance est la spécialisation croissante dans les appareils, d'entreprises auparavant spécialisées dans les logiciels ou dans d'autres parties de la chaîne de valeur. Plusieurs sociétés ont lancé leurs propres tablettes électroniques ou autres appareils, qui leur permettent d'entretenir des relations plus étroites avec leur clientèle, et ainsi, de recueillir des informations plus détaillées grâce auxquelles elles peuvent offrir un service plus personnalisé, avec encore plus de pertinence et de valeur ajoutée.

Avec le temps, les appareils électroniques se sont à la fois multipliés et diversifiés en termes de fonctionnalités et de caractéristiques techniques. Comme démontré dans le graphique 3.1, le nombre d'appareils mobiles connectés à l'Internet continue de croître, formant une infrastructure interconnectée que l'on appelle familièrement l'Internet des objets (voir plus loin, section 3.2). Après une longue période de banalisation du micro-ordinateur, le matériel connaît un regain d'importance dans la chaîne de valeur. En même temps, les prix des appareils continuent de baisser. Les appareils reliés à l'Internet fonctionnent selon certaines normes qui accélèrent leur banalisation, ne serait-ce que parce que les individus possèdent de plus en plus d'appareils qui doivent être synchronisés autour du même ensemble de contenus et de données. En outre, les objets et appareils connectés facilitent les ventes de biens et services immatériels (par exemple, un véhicule connecté devient un point de vente de services basés sur la géolocalisation, notamment l'aide à la conduite). C'est pourquoi, dans leur modèle économique, un certain nombre d'entreprises utilisent maintenant des appareils électroniques comme produits d'appel, en vue d'élargir le marché des consommateurs de biens et de services accessibles par le biais de ces appareils ou, pour le moins, de tirer avantage de leur réseau croissant d'utilisateurs finals. En supposant que ces tendances vont se maintenir, il

apparaît que pour de nombreuses entreprises, les recettes générées par les appareils connectés proviendront finalement de leur utilisation plutôt que de leur vente.

Graphique 3.1. Nombre total de voies d'accès fixe, mobiles et haut débit



Source : OCDE (2014), *Perspectives des communications de l'OCDE 2013*, Éditions OCDE, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/comms_outlook-2013-graph44-fr.

3.1.2 Les réseaux de télécommunications

L'Internet devenant un phénomène économique majeur et son adoption s'accroissant, les fournisseurs de composants de réseaux, les intermédiaires assurant l'infrastructure et les fournisseurs d'accès Internet (FAI) qui alimentaient et géraient l'infrastructure des réseaux de télécommunications qui constituent l'Internet sont devenus la base de l'économie numérique. L'interconnexion des réseaux a initialement donné naissance à une économie spécifique organisée autour du statut de ces fournisseurs d'infrastructure qui sont devenus les principaux points de contact avec les utilisateurs finals, à travers les points d'interconnexion, les centres de données et les voies d'acheminement de données qui constituent la dorsale Internet.

Cependant, traditionnellement, la force des FAI résidait principalement dans la fourniture de l'accès aux réseaux plutôt que dans la prestation de services à travers ces réseaux. En conséquence, à moins de pouvoir renforcer leur contrôle de l'accès aux réseaux de télécommunications, les FAI ont eu des difficultés à maintenir leur statut d'unique point d'accès à l'utilisateur final face à la concurrence d'autres entreprises fournissant du contenu et des services directement aux utilisateurs sur l'Internet. Les fournisseurs de

ce contenu (*over-the-top* ou OTT), étaient capables de fournir des services de façon plus réactive par rapport à la demande. Ainsi, alors que les FAI restent des points de contact privilégiés avec les utilisateurs finals et se sont généralement montrés capables de conserver des marges de profit élevées, il n'a pas été possible de renforcer le contrôle de l'accès aux réseaux dans la plupart des cas parce que les FAI exerçaient leur activité sur des marchés de plus en plus concurrentiels, en raison de la réglementation du secteur, et parce que leur domaine de compétence était essentiellement local (certains FAI étendaient cependant leur activité par-delà les frontières, et c'est toujours le cas d'un certain nombre d'entre eux, notamment les fournisseurs de réseaux mobiles).

En revanche, les fournisseurs de contenu OTT pouvaient proposer aux utilisateurs une expérience unifiée à la bonne échelle, sachant que leur champ d'action était mondial, contrairement à un fournisseur de réseau limité aux dimensions de son réseau. Par la suite, les fournisseurs de contenu OTT ont pu établir, de plus en plus, des relations directes avec les utilisateurs finals. Le développement des logiciels en libre accès a accéléré le rythme de l'innovation au-dessus des réseaux. Du coup, alors que le succès des fournisseurs de contenu OTT a engendré une hausse de la demande globale de réseaux, les prix ont baissé sur les marchés où la concurrence était suffisante. Si un matériel attractif ou un nouveau service en réseau peut toujours conférer à une entreprise un avantage à court terme et engendrer de nouveaux modèles économiques (par exemple les « boutiques d'applis »), l'expérience montre cependant qu'aucun acteur de la chaîne de valeur ne peut à lui seul contrôler l'accès à la clientèle, tant qu'il existe une concurrence suffisante.

3.1.3 Les logiciels

Le *World Wide Web*, initialement constitué de sites et de pages Internet, a marqué l'émergence d'applications logicielles fonctionnant sur Internet. Le logiciel a donc été considéré dès le début comme une composante importante de la chaîne de valeur. Cependant, même certains logiciels deviennent des biens de consommation courante. Cette banalisation, là encore, se fait grâce à des normes, en premier lieu celles de l'Internet : le protocole *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), le format *Hypertext Markup Language* (HTML), et par la suite, les formats de données *Extensible Markup Language* (XML), et des protocoles d'échange de courrier électronique comme *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP), *Post Office Protocol* (POP) et *Internet Message Access Protocol* (IMAP). Ces normes mises à part, les communautés de développeurs de logiciels libres ont eu besoin d'accélérer la cadence pour pouvoir mettre sur le marché et livrer constamment de nouvelles versions de leurs logiciels. Afin de pouvoir innover à un tel rythme, ils ont choisi

de partager leur code source plutôt que de le redévelopper. Même si quelques grands éditeurs de logiciels ont pu résister, par l'innovation et la différenciation, au processus de banalisation, la différenciation à grande échelle et les positions avancées sont devenues de plus en plus difficile à maintenir.

La concurrence croissante dans le développement des systèmes d'exploitation, des bases de données, des serveurs Internet et des logiciels de navigation, tout en faisant diminuer les profits dans le cœur de métier d'un grand nombre d'entreprises, a aussi créé de nouvelles opportunités. De même que la banalisation sur le marché du matériel a fait baisser les marges de profit des fabricants traditionnels tout en créant de nouvelles possibilités pour les producteurs à bas coûts et à faibles marges, la concurrence croissante sur le marché du logiciel a obligé les éditeurs de logiciels à devenir plus créatifs et plus réactifs aux besoins des consommateurs. Toute cette évolution a été à l'avantage de ces derniers.

3.1.4 Le contenu

Le contenu a suscité de l'attention à partir de la fin des années 90, quand il est apparu que la production de contenu, sa consommation, et surtout son indexation, constituaient le moteur de la croissance de l'économie numérique. Les premiers portails de contenu, puis les moteurs de recherche ont connu un essor en tant que principaux vecteurs du contenu accessible sur l'Internet. Aujourd'hui, nombreux sont les grands acteurs de l'économie numérique qui sont des fournisseurs de contenu.

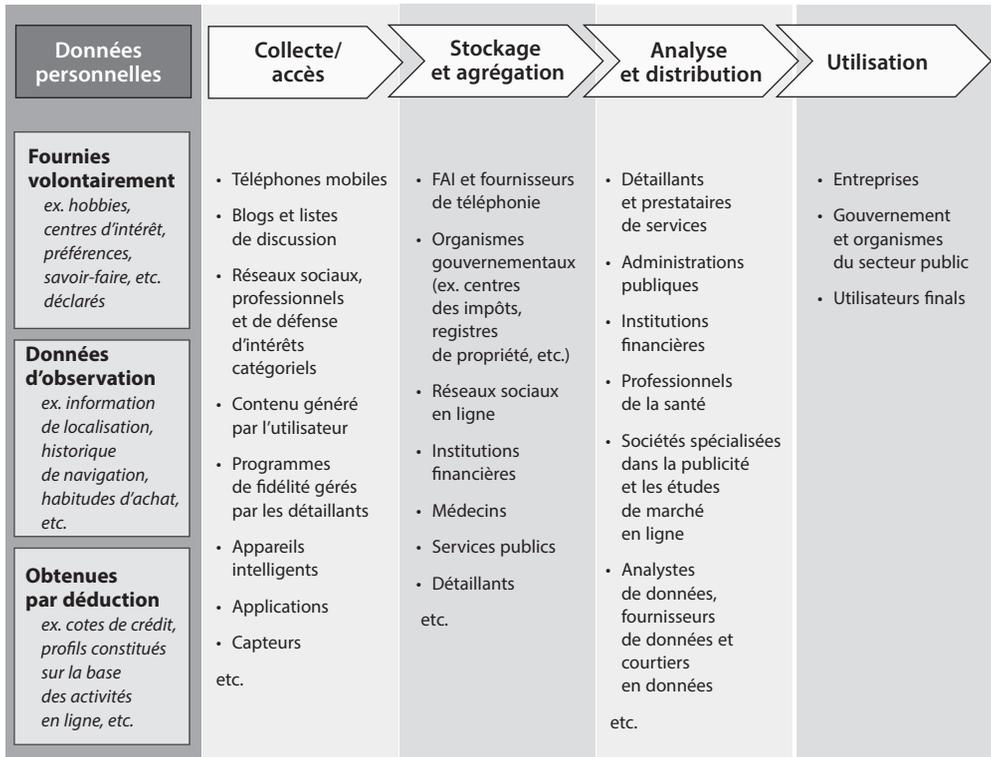
La définition du contenu à cet égard est très large : elle inclut à la fois le contenu protégé par le droit d'auteur et produit par des professionnels, le contenu créé par les entreprises et le contenu produit par les utilisateurs et non protégé (comme les avis et commentaires des consommateurs sur les forums en ligne). L'importance du contenu découle du fait qu'il est important d'attirer un public et de provoquer des interactions entre les utilisateurs. Par ailleurs, quand le contenu d'un site Internet est plus abondant et mis à jour plus fréquemment, la visibilité de ce site est meilleure dans les résultats des recherches. Le contenu joue donc un rôle moteur dans le secteur de la publicité : c'est un atout de taille pour attirer un public et pour le monnayer vis-à-vis des annonceurs. Le contenu est aussi devenu un vecteur de communication publicitaire en soi, classable selon trois catégories : le contenu propriétaire (contenu distribué par la marque sur ses propres supports), le contenu payant (contenu distribué par d'autres médias en échange d'un paiement par la marque), et le contenu gagné (contenu bénévolement créé et partagé par les clients sans paiement direct par la marque, comme les avis des clients sur les produits, les vidéos et le partage social des médias).

Le contenu est de plus en plus souvent produit par les utilisateurs, ce qui accroît les volumes de contenu. Le succès des sites basés sur la collaboration massive en ligne des utilisateurs, comme Wikipédia et YouTube, est la preuve que toute une expérience peut être basée sur un contenu produit principalement par des utilisateurs individuels. Par ailleurs, l'émergence du phénomène des réseaux sociaux et le succès de grandes applications dans lesquelles les liens et les interactions entre les utilisateurs comptent plus que n'importe quel contenu principal mis en avant pour attirer un public indiquent la même tendance. Même la publicité dépend de plus en plus du contenu généré par l'utilisateur, à travers le concept de « contenu gagné », un des fondements du marketing de contenu. La sophistication des techniques conçues pour personnaliser les services, en particulier les cookies (outils techniques utilisés par les entreprises pour recueillir des données, notamment à des fins commerciales comme la publicité comportementale), le ciblage et le re-ciblage, et le filtrage collaboratif, joue aussi un rôle. La quantité de contenu disponible en ligne est devenue si vaste que relativement peu d'entreprises prospèrent sur Internet en proposant du contenu haut de gamme, à moins qu'elles puissent valoriser ce contenu à travers un service permettant d'éviter une concurrence en volume.

3.1.5 L'utilisation des données

Les utilisateurs d'applications fournissent aux entreprises l'accès à des quantités considérables de données, lesquelles sont souvent des données personnelles et dont les utilisations sont toujours plus variées¹. Les données recueillies peuvent être utilisées non seulement pour personnaliser l'expérience, mais aussi pour générer des gains de productivité et de qualité à grande échelle, à travers une expérimentation contrôlée. Les données personnelles peuvent être obtenues de différentes manières : fournies volontairement par les utilisateurs (par exemple, quand ils s'inscrivent pour pouvoir utiliser un service en ligne), observées (par exemple, en enregistrant le parcours de navigation sur l'Internet, les données de localisation, etc.), ou déduites (par exemple, d'une analyse des activités en ligne). Le graphique 3.2, qui n'est pas exhaustif, illustre la manière dont les données peuvent être collectées, stockées, analysées et exploitées. La capacité de collecter des données utiles augmente avec le nombre d'appareils connectés à l'Internet. Toutes sortes d'entreprises font usage des données sur les utilisateurs, car cela leur permet d'adapter leurs offres à la clientèle. À mesure que des quantités de plus en plus grandes de données potentiellement utiles sont recueillies, il est nécessaire de mettre au point des techniques de plus en plus sophistiquées pour pouvoir collecter, traiter de façon pertinente et analyser ces données.

Graphique 3.2. Les données personnelles



Source : OCDE, d'après le Forum économique mondial (2011), *Personal Data : The Emergence of a New Asset Class*. www3.weforum.org/docs/WEF_ITTC_PersonalDataNewAsset_Report_2011.pdf.

3.1.6 Les processus d'informatique en nuage

Par suite de la normalisation et de la banalisation de ressources différentes comme le matériel, l'infrastructure des réseaux et les logiciels, certaines entreprises ont su combiner ces ressources pour en faire des services accessibles sur l'Internet.

L'hébergement centralisé des ressources logicielles remonte aux années 60, quand les producteurs d'ordinateurs centraux géraient des services de bureau, aussi appelés systèmes d'informatique en temps partagé ou à la demande. Ces services consistaient à offrir de la puissance de calcul et du stockage de bases de données aux banques et autres grandes organisations depuis leurs centres de données mondiaux. L'informatique en nuage à grande échelle est le résultat de plusieurs évolutions liées à la fois à la technologie et aux modèles économiques :

la disponibilité croissante de réseaux de grande capacité, d'ordinateurs et de systèmes de stockage peu coûteux ainsi que l'adoption généralisée de la virtualisation, l'architecture orientée services et l'informatique à la demande. Par suite, la valeur a migré vers de nouvelles applications propriétaires qui ne sont pas des produits logiciels autonomes, mais des applications Internet combinant du code exécutable, des bases de données mises à jour de façon dynamique et la participation des utilisateurs. Si l'expression « informatique en nuage » (ou « infonuagique » – « *cloud* » en anglais) s'est imposée, ces applications ont aussi été désignées, à un moment ou à un autre, par les expressions « *infoware* », « informatique à la demande » et « informatique omniprésente ».

L'acronyme XaaS (*X-as-a-Service*; en français « logiciel-service ») désigne l'évolution qui fait de plus en plus des produits logiciels non plus des biens mais des services. L'Internet a accéléré la transition du secteur traditionnel des logiciels vers les modèles de type XaaS. Un site Internet est essentiellement une application logicielle fournissant un service qui est proposé sur l'Internet plutôt que localement ou sur site. Ce service peut consister à fournir l'accès à un contenu (comme un portail) ou à un code exécutable effectuant des tâches données. L'expansion de l'Internet a ainsi engendré une nouvelle classe de prestataires de services informatiques centralisés, appelés les fournisseurs de services d'applications (FSA). Les FSA offrent aux entreprises l'hébergement et la gestion d'applications professionnelles spécialisées, l'objectif étant de réduire les coûts grâce à une administration centrale et à la spécialisation des prestataires dans une application professionnelle particulière.

À ce jour, un grand nombre d'applications logicielles entreprise-consommateur sont aussi fournies sous forme de services : les moteurs de recherche et les applications de réseaux sociaux sont utilisés principalement par le biais d'un navigateur Internet, sans qu'il soit nécessaire au préalable de télécharger le moindre code exécutable. Des applications continuent d'être téléchargées et installées localement, mais cela se fait principalement en cas de besoin fréquent de les utiliser hors ligne. Néanmoins, même certaines applications installées localement nécessitent une connexion à l'Internet pour que toutes leurs fonctionnalités soient utilisables. La popularité croissante des téléphones intelligents et autres appareils utilisant des connexions Internet mobiles qui sont souvent interrompues a cependant fait que le téléchargement des applications est à nouveau prédominant.

Il est particulièrement utile de s'intéresser à la valeur créée à travers les processus de l'informatique en nuage lorsqu'il s'agit d'analyser les derniers développements de l'Internet des objets (voir plus loin), qui fait référence à l'Internet en tant que réseau reliant des individus, des contenus et des objets au quotidien. Au centre de ce réseau complexe d'interconnexions, on trouve des processus logiciels puissants dont les ressources ne peuvent être stockées et mises en œuvre que dans le nuage.

3.2 Évolutions récentes et prévisibles

Le progrès technologique rapide qui a caractérisé le développement des TIC a engendré un certain nombre d'évolutions récentes et ouvert des perspectives qui pourraient se révéler déterminantes dans un avenir proche. Bien que leur rapidité ne se prête guère à des prédictions d'une quelconque fiabilité, ces évolutions potentielles sont étudiées ci-après.

3.2.1 *L'Internet des objets*

Le nombre d'appareils connectés à l'Internet augmente rapidement, mais la marge d'expansion reste considérable. D'après Cisco, entre 10 et 15 milliards d'appareils seraient actuellement connectés à l'Internet, mais ce chiffre représente moins de 1% du nombre total d'appareils et objets qu'il serait possible de connecter à terme (Evans, 2012). Dans la zone OCDE, on compte actuellement dans les seuls ménages environ 1.8 milliard d'appareils connectés. Il pourrait y en avoir 5.8 milliards en 2017 et 14 milliards en 2022 (OCDE, 2013a). À mesure que progressent la mise au point et la vente d'appareils connectés, le développement des communications de machine à machine devrait accroître considérablement la capacité des entreprises à recueillir et analyser des données utiles.

Un des aspects essentiels de l'Internet des objets est la capacité accrue de collecter et partager des données grâce à de puissants systèmes d'information connectés à une multitude d'appareils, de capteurs et de composants de l'informatique en nuage. L'analyse et l'exploitation des données collectées et transmises par des appareils connectés peuvent permettre aux individus et aux organisations de faire un meilleur usage de leurs ressources, de prendre des décisions d'achat informées, de stimuler leur productivité et de réagir plus vite à l'évolution d'un environnement. À mesure que ces appareils transmettent des données plus détaillées, le traitement de ces données peut être utilisé automatiquement pour modifier le comportement des appareils en temps réel. Il peut aussi faciliter la formation des salariés à des emplois plus qualifiés et en améliorer la rentabilité. Cette tendance, jusqu'ici principalement observée dans des secteurs d'activité gros consommateurs de données comme la finance, la publicité ou le divertissement, devrait pénétrer à l'avenir des secteurs plus traditionnels.

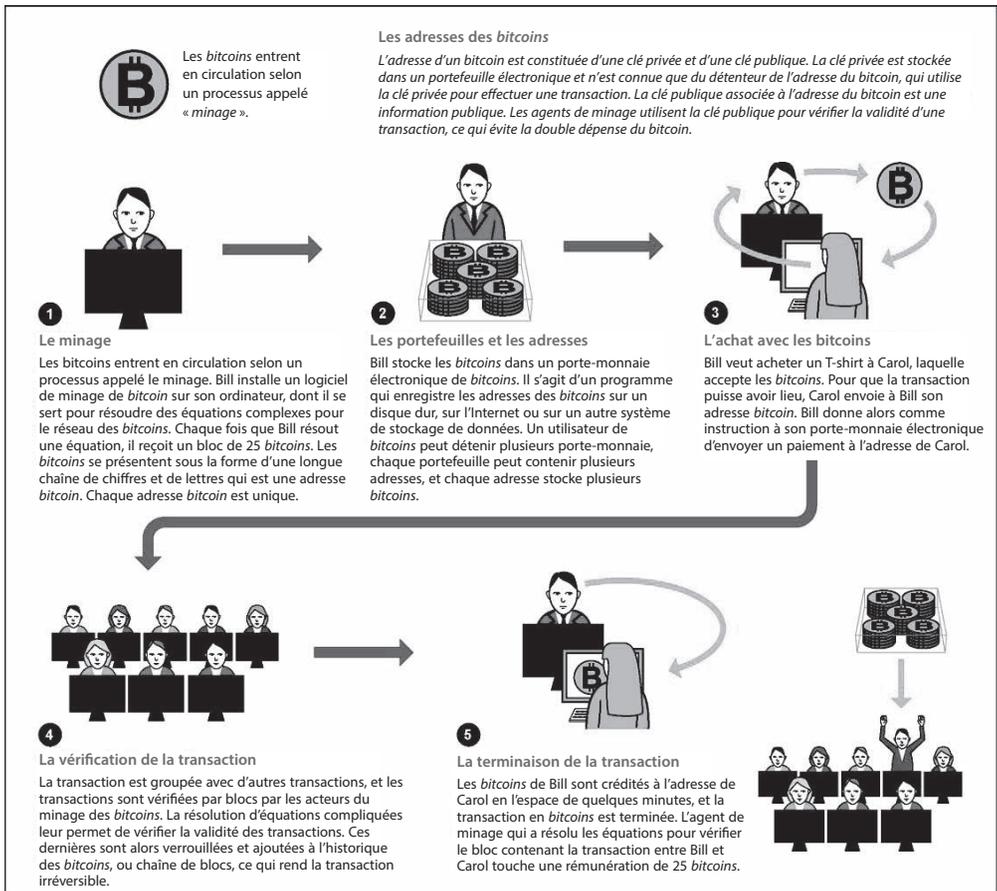
3.2.2 *Les monnaies virtuelles*

Ces dernières années ont été marquées par l'apparition et l'essor des « monnaies virtuelles », des unités de compte numériques qui ne sont pas garanties par un cours légal. Ces monnaies prennent différentes formes. Certaines monnaies virtuelles sont propres à une économie virtuelle particulière, comme un jeu en ligne, et sont utilisées pour l'achat d'éléments de ce jeu et de services qui lui sont liés. Dans certains cas, ces monnaies virtuelles spécifiques

peuvent être échangées contre des devises réelles ou utilisées pour acheter des biens et des services réels, par le biais d'échanges pouvant être effectués par les créateurs du jeu ou par des tiers.

D'autres formes de monnaie virtuelle ont été élaborées principalement pour permettre l'achat de biens et de services réels. L'exemple le plus marquant est celui des diverses formes de « crypto-monnaie », notamment les *bitcoins*, qui reposent sur la cryptographie et la vérification de pair à pair pour la sécurisation et la vérification des transactions. Un certain nombre d'opérateurs privés ont choisi d'accepter les paiements en *bitcoins*.

Graphique 3.3. Circuit des *bitcoins*



Source : U.S. Government Accountability Office (2013), *Virtual Economies and Currencies*, Rapport à la Commission des finances, Sénat américain.

Ces monnaies virtuelles qui, de plus en plus, acquièrent une valeur économique réelle, soulèvent des questions de fond, notamment en ce qui concerne l'anonymat des transactions. Concernant les *bitcoins*, par exemple, les transactions peuvent s'effectuer de façon entièrement anonyme, sachant qu'aucune information personnelle d'identification n'est requise pour pouvoir acquérir des *bitcoins* ni pour pouvoir s'en servir dans des transactions.

3.2.3 La robotique avancée

Le développement de nouveaux robots intelligents connectés est en train de transformer l'industrie en profondeur. La productivité accrue des nouvelles usines robotisées permet déjà à certaines entreprises multinationales qui avaient délocalisé leurs activités de fabrication pour profiter de coûts de main d'œuvre réduits d'envisager de rapatrier ces activités là où se trouve la plus grande partie de leur clientèle.

La robotique n'a pas fini de transformer le secteur manufacturier. Les robots permettent de réduire l'intensité en main-d'œuvre des usines et obligent les entreprises multinationales à envisager en même temps la production et la distribution. Cette tendance est susceptible de s'observer de façon particulièrement marquée dans les industries déjà intensives en machines, l'automatisation étant de plus en plus centrée sur la cognition artificielle, les capteurs, l'apprentissage automatique et les réseaux intelligents distribués. Il est probable que des effets se feront sentir également là où l'automatisation est restée rare jusqu'à présent, en particulier dans les petites usines et les ateliers de fabrication, sachant que les logiciels permettent d'améliorer la sécurité et rendent possible la collaboration entre les humains et les systèmes automatisés. Par ailleurs, dans la mesure où les robots intègrent davantage de logiciels et sont connectés à des ressources situées dans le nuage, leur programmation va devenir plus facile et moins onéreuse, ce qui pourrait faire baisser les prix et rendre les robots plus accessibles aux petites et moyennes entreprises. La baisse des prix pourra rapprocher de plus en plus les activités de fabrication des consommateurs.

Dans l'avenir, les progrès de l'intelligence artificielle et l'émergence de l'informatique cognitive pourraient étendre l'influence des robots au-delà du secteur manufacturier et dans des segments plus larges de l'économie, ainsi que dans des applications domestiques comme l'aide aux personnes âgées ou handicapées dans des tâches manuelles. Les robots, en apprenant à exécuter des travaux qui ne pouvaient être effectués auparavant que par des humains, pourraient améliorer la productivité, faire baisser les prix à la consommation, contribuer à la montée en puissance d'activités au niveau mondial et créer des perspectives d'innovation qui déboucheront sur l'émergence de nouvelles activités nécessitant de nouvelles compétences et donc créeront de l'emploi.

3.2.4 L'impression 3D

Les progrès de l'impression 3D pourraient permettre de rapprocher la fabrication du consommateur, l'interaction directe avec les consommateurs ayant des répercussions sur la conception des produits et de leurs fonctionnalités. Le secteur manufacturier pourrait ainsi s'éloigner progressivement de la fabrication en séries de produits normalisés pour s'orienter vers des cycles de production plus courts, par l'adoption d'une stratégie d'expérimentation constante à l'échelle voulue. Dans le secteur de la santé, l'impression 3D de produits sur mesure, comme par exemple des éléments de prothèses auditives, est déjà massivement utilisée. Par ailleurs, l'impression 3D pourrait atténuer l'impact environnemental par rapport à la fabrication traditionnelle, grâce à une diminution du nombre d'étapes nécessaires à la production, au transport, à l'assemblage et à la distribution, et réduire la consommation et le gaspillage de matériaux (Manika, 2013). Au-delà de ces considérations, il n'est pas inconcevable que certains fabricants puissent finalement cesser d'assembler eux-mêmes leurs produits pour transférer sous licence leurs plans et leurs spécifications à d'autres fabricants ou même à des détaillants qui « impriment » eux-mêmes les produits à la demande, en relation plus étroite avec les consommateurs, mais à leurs propres risques et en réalisant une marge très faible. Une autre possibilité est que les consommateurs assemblent eux-mêmes les produits en utilisant des imprimantes 3D, d'où davantage de possibilités de déplacer les activités des entreprises vers des sites éloignés du consommateur final.

3.2.5 L'économie du partage

Autre tendance appelée à gagner en importance dans l'économie numérique, l'économie du partage, ou consommation collaborative, désigne la mise en commun de biens et de services entre pairs. Le phénomène n'est pas nouveau, mais le progrès technologique a réduit les coûts de transaction, a rendu l'information plus accessible et a permis d'améliorer la fiabilité et la sécurité. Ces dernières années sont ainsi apparues de nombreuses applications de partage innovantes fondées sur différents modèles d'activité et centrées sur un service ou un produit en particulier – automobiles, chambres d'amis, produits alimentaires, ou vêtements par exemple. La plupart des individus qui participent à l'économie du partage le font non pas essentiellement pour gagner leur vie, mais plutôt pour avoir une vie sociale ou par conviction, quand ce n'est pas simplement pour joindre les deux bouts. Comme le complément de revenu qu'ils en tirent est un bénéfice net et ne fait guère intervenir une analyse quantitative coûts-avantages, ils ont tendance à partager leurs ressources disponibles moyennant un prix plus bas que celui qui aurait été facturé par un professionnel, et il en résulte une baisse des prix dans l'économie, y compris ceux pratiqués par les professionnels. Avec le temps, certaines plateformes attirent un public nombreux. Elles deviennent

le principal point d'accès des consommateurs sur le marché en ligne et sont à même de concurrencer sérieusement les applications traditionnelles du commerce électronique gérées par les entreprises, lesquelles peuvent alors voir leurs marges de profit chuter davantage.

3.2.6 L'accès aux données publiques

Les administrations progressent dans la mise à disposition du public de ressources lisibles par les machines, notamment des données. C'est ce que l'on appelle « politique de données ouvertes », « administration ouverte », ou encore « démocratie ouverte ». Cette évolution répond à trois principaux objectifs :

- **Transparence** : L'accessibilité des ressources publiques permet au citoyen d'y accéder directement pour suivre, documenter et évaluer le coût, la rentabilité et l'efficacité des politiques publiques. En matière d'obligation de rendre compte, les stratégies de gouvernement ouvert visent à promouvoir des outils pour la transparence et à faire progresser la démocratie de façon globale.
- **Amélioration des performances** : L'ouverture des ressources gouvernementales vise aussi à donner aux organismes publics les moyens de mieux coopérer entre eux grâce à des applications logicielles inter-organisations.
- **Participation de tiers aux affaires publiques** : Lorsque des ressources des administrations sont mises à la disposition de tiers extérieurs, ces derniers peuvent combiner ces ressources avec celles dont ils disposaient déjà pour créer des applications hybrides qui leur permettront de bénéficier d'un meilleur service, plus personnalisé.

3.2.7 Une protection renforcée des données personnelles

Dans la plupart des systèmes juridiques, les données personnelles fournies par les utilisateurs sont protégées par des règles relatives à la vie privée et restent leur propriété. Les données personnelles sont considérées comme un actif appartenant à l'individu auquel elles se rapportent, si bien que c'est à lui, plutôt qu'à l'organisation qui les détient, que revient le choix de les utiliser, de les échanger et de les divulguer. Les règles de protection des données spécifient généralement ce qui constitue des données personnelles, la manière dont elles sont recueillies, les normes que les entreprises doivent respecter en matière de stockage sécurisé et l'obligation d'informer les individus des données personnelles collectées et de leurs droits relatifs à l'accès à ces données. Dans de nombreux pays, il existe des règles imposant des dispositions adéquates en matière de sécurité des données lorsqu'il s'agit

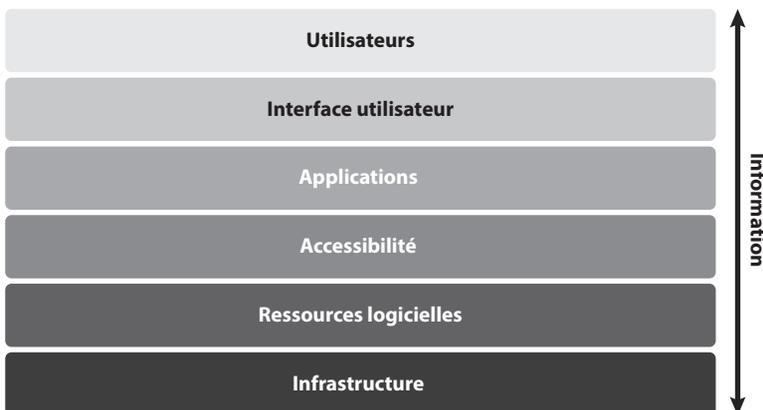
de transférer des données personnelles vers des pays tiers. Les coûts de mise en conformité sont généralement supportés par les pouvoirs publics ou par les entreprises ou autres organisations qui recueillent des données auprès des individus.

Les particuliers sont plus sensibles à l'utilisation de leurs données personnelles et s'attendent que leur confidentialité soit protégée, d'où le débat en cours dans un certain nombre de pays en vue de renforcer les lois applicables et de réglementer la collecte et l'exploitation des données par les organisations (OCDE, 2012, 2013b). De plus en plus, ces règles imposent des exigences concernant la façon dont les données peuvent être stockées et traitées et le lieu où elles peuvent l'être. Comme l'illustrent les projets de lois actuellement à l'étude dans l'Union européenne et dans plusieurs pays, cette tendance pourrait faire sensiblement évoluer les modèles économiques basés sur l'utilisation de données personnelles. Ainsi, par exemple, l'obligation de s'assurer qu'un individu a exprimé son consentement pour la collecte de données anonymes, notamment au moyen de cookies, pourrait avoir un impact sur l'expérience de l'utilisateur qui surfe sur les pages Internet et rendre plus difficile le ciblage et le re-ciblage des bannières et des clics publicitaires.

3.3 Les interactions entre les diverses strates des technologies de l'information et de la communication (TIC) : un aperçu conceptuel

Un des moyens de représenter le secteur des TIC consiste à s'intéresser aux interactions entre leurs différentes strates, caractérisées chacune par une certaine combinaison de matériels et de logiciels. Cette approche est illustrée dans le graphique 3.4.

Graphique 3.4. Les TIC représentées par strates



À la base se trouve l'*infrastructure* de l'Internet, qui est constituée de câbles, de conduits, de routeurs, de commutateurs et de centres de données conçus et fabriqués par des entreprises spécialisées dans l'interconnexion des réseaux, et exploitée par des fournisseurs d'accès Internet (FAI), des prestataires de services de télécommunications et des opérateurs de réseaux. Les fournisseurs de contenu, dont le rôle est de diffuser des contenus auprès des utilisateurs finals selon des normes élevées de disponibilité et de performances, payent les autres intervenants susmentionnés pour l'hébergement de leurs contenus sur des serveurs dans leurs centres de données. C'est à ce niveau que se fait la gestion des adresses IP et des noms de domaines.

Immédiatement au-dessus, stockées sur des serveurs situés dans des centres de données et dans des organisations du monde entier, se trouvent les *ressources logicielles* de base qui permettent aux organisations de créer des applications et qui sont constituées de données brutes, de contenu numérique et de codes exécutables. Il peut s'agir aussi bien de ressources produites par ces organisations que de ressources collectées auprès des utilisateurs et stockées par ces organisations en vue d'une utilisation ultérieure.

Au-dessus de ces ressources de base se trouvent les outils qui assurent l'*accessibilité* fondamentale nécessaire pour que les ressources logicielles soient combinées au-dessus de l'infrastructure afin de créer des applications utilisables par les utilisateurs finals, particuliers ou entreprises. Cette strate représente en effet la structure nécessaire pour que les applications logicielles puissent exploiter l'infrastructure sous-jacente et les ressources logicielles de base de l'Internet. Cette accessibilité peut être assurée sous des formes diverses. Un système d'exploitation rendant possible le fonctionnement d'applications sur des appareils numériques, par exemple, constitue une des façons les plus courantes d'assurer cette accessibilité : c'est ce qui permet à un développeur de concevoir une application destinée à fonctionner sur un certain équipement. Les principaux protocoles de haut niveau permettant la communication de données entre les applications, notamment HTTP, qui constitue le fondement de la communication de données sur le *World Wide Web*, et le SMTP, qui est la norme pour la transmission des messages électroniques, représentent une autre forme d'accessibilité. Les autres moyens d'assurer l'accessibilité sont les services Internet, les interfaces de programmation d'applications (API) et les kits de développement de logiciels (SDK), autant d'instruments permettant aux applications utilisables par les utilisateurs finals d'accéder aux ressources nécessaires pour se connecter aux ressources de base.

La strate de l'accessibilité fournit les plateformes pour la création d'*applications* utilisables par les utilisateurs finals et capables d'accéder aux ressources logicielles de base en aval de l'infrastructure. Ces applications forment la quatrième strate de l'économie numérique. Une application est une combinaison de ressources logicielles qui crée de la valeur pour l'utilisateur

final à travers la fourniture de biens ou de services. Des applications peuvent se compléter ou être liées l'une à l'autre : ainsi, par exemple, un navigateur Internet est une application qui donne accès aux sites Internet, lesquels sont eux-mêmes des applications sur l'Internet, et une boutique d'applications est aussi une application avec une proposition de valeur qui consiste à permettre aux utilisateurs de découvrir et d'acheter d'autres applications. À l'intérieur de la strate des applications, il y a des applications qui remplissent une fonction de contrôle d'accès, en enregistrant des informations sur l'utilisateur et en faisant en sorte qu'une association avec d'autres ressources puisse se faire uniquement lorsqu'elle est nécessaire, et avec le consentement formel de l'utilisateur final. Ces activités de contrôle couvrent l'authentification des utilisateurs, le paiement et la géolocalisation, toutes ces fonctions impliquant la collecte et l'utilisation de données assez sensibles pour qu'un certain niveau de confiance soit requis entre l'organisation et l'utilisateur.

Le niveau conceptuel suivant est celui de l'*interface* entre la machine et l'être humain. L'interface représente l'expérience de l'utilisateur. Elle se matérialise au niveau d'un point de contact physique qui peut être soit un équipement, soit un espace réel (par exemple un magasin). On distingue ici deux sortes d'équipements : les équipements génériques sont ceux qui servent de support à un certain nombre d'applications, tandis que les équipements non génériques sont ceux sur lesquels peut être utilisée une application unique. L'ordinateur, le smartphone et la tablette électronique, par exemple, sont des équipements génériques. Au contraire, un thermostat connecté à l'Internet est un équipement non générique. Certains équipements, comme les voitures connectées, étaient généralement non génériques aux premiers stades de leur développement, mais deviennent progressivement plus génériques en intégrant de nouvelles fonctionnalités d'accessibilité (notamment un système d'exploitation).

Au sommet du schéma, au-dessus des strates représentant les fonctions, se trouvent les *utilisateurs*, c'est-à-dire des individus qui interviennent soit à titre personnel, soit au nom d'une entreprise. Ces individus interagissent directement avec la couche d'interface et accèdent ainsi aux applications, soit directement, soit par l'intermédiaire de services fournis par une autre application remplissant une fonction de contrôle d'accès.

Chaque strate fonctionne grâce à des ressources matérielles, des ressources logicielles et une connexion au réseau. Les ressources peuvent être stockées à différents niveaux : dans les centres de données qui constituent la strate de l'infrastructure, dans les serveurs virtuels situés dans le nuage, ou sur l'appareil dont se sert l'utilisateur (par exemple, un ordinateur ou une tablette électronique). Les relations commerciales entre les strates sont généralement les relations entre les clients et les fournisseurs : une entreprise qui exerce son activité au niveau d'une seule strate est généralement payée par une entreprise exerçant son activité dans la strate supérieure. Ainsi, par exemple, les

opérateurs des services informatiques hébergés (dans le nuage) qui assurent l'accessibilité rémunèrent les opérateurs de l'infrastructure et sont rémunérés par les développeurs d'applications. Une entreprise exerçant son activité au niveau de la strate supérieure réalise son chiffre d'affaires directement par ses interactions avec les utilisateurs finals, soit en leur facturant ses prestations, soit en produisant une valeur qu'elle peut monétiser pour tirer un revenu d'un autre client ou d'une autre activité. Les organisations qui sont rémunérées au niveau supérieur sont celles qui exploitent des équipements connectés, qui exercent des activités de contrôle d'accès ou qui utilisent une application qui n'est liée ni à un équipement ni à un contrôle d'accès.

De façon générale, au sein de l'économie numérique, plusieurs modèles économiques peuvent être décrits en termes d'intégration verticale entre ces strates. Ainsi, par exemple, les sociétés Internet traditionnelles utilisent des ressources logicielles (strate 2) et dépendent de protocoles ouverts (comme HTTP) (strate 3) pour combiner ces ressources en une application Internet (strate 4). Elles paient des opérateurs de la strate la plus basse pour mettre leurs applications en ligne, et leurs interactions avec les utilisateurs génèrent un revenu, soit directement sous forme d'un paiement effectué par l'utilisateur (et reçu directement ou par l'intermédiaire d'une instance de contrôle d'accès), soit indirectement, par le biais de la production d'une valeur pouvant être monétisée ailleurs dans le modèle d'activité.

Ces interactions expliquent pourquoi certaines entreprises trouvent très important de fonctionner au sommet du système, en particulier en fournissant des applications qui assurent des fonctions de contrôle d'accès. En effet, les contrôleurs d'accès ont la possibilité de collecter des données auprès de leurs utilisateurs, de les analyser et finalement, de les mettre à la disposition des développeurs pour exploiter davantage encore d'applications (et collecter encore davantage de données), ou pour les revendre à d'autres entreprises (pour la publicité). C'est aussi ce qui explique la création de vastes écosystèmes fondés sur une position dominante sur le marché du contrôle d'accès, de l'accessibilité, et parfois, de l'exploitation des équipements.

Note

1. La sensibilité des utilisateurs aux questions de vie privée s'est traduite par des mouvements de protestation contre certaines fonctionnalités, pratiques ou conditions de service mises en place par des entreprises et relatives aux données personnelles. Souvent, ces entreprises ont réagi en modifiant les fonctionnalités

en question ou même en en proposant de nouvelles pour permettre à leurs utilisateurs de contrôler et de protéger leurs données personnelles. Il convient de noter également que la collecte et l'utilisation des données personnelles sont étroitement réglementées dans les pays de l'OCDE et que pour l'essentiel, la législation en question suit les principaux éléments des Lignes directrices de l'OCDE sur la protection de la vie privée.

Bibliographie

- Evan, D. (2012), *The Internet of Everything – How more Relevant and Valuable Connections Will Change the World*, Cisco IBSG.
- Forum économique mondial (2011), « Personal Data: The Emergence of a New Asset Class », http://www3.weforum.org/docs/WEF_ITTC_PersonalDataNewAsset_Report_2011.pdf.
- Manika J. et al. (2013), *Disruptive Technologies Advances that will Transform Life, Business and the Global Economy*, McKinsey Global Institute.
- OCDE (2014), *Perspectives des communications de l'OCDE 2013*, Éditions OCDE, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/comms_outlook-2013-graph44-fr.
- OCDE (2013a), *Perspectives des communications de l'OCDE 2013*, Éditions OCDE, Paris, http://dx.doi.org/10.1787/comms_outlook-2013-fr.
- OCDE (2013b), « Protecting and Empowering Consumers in the Purchase of Digital Content Products », OECD Digital Economy Papers, n° 219, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5k49czlc7wd3-en>.
- OCDE (2012), « Rapport sur la protection des consommateurs dans les paiements en ligne et mobiles », n° 204, Éditions OCDE, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/5k948kg5ftq5-fr>.
- Rosenstock, E. (2011), « Paid, Owned, Earned Media Model will Disappear... It Will Just Be Called Marketing », <http://elyrosenstock.com/blog/2011/05/13/earned-media-will-disappear-it-will-just-be-called-marketing/> (consulté le 15 mai 2014).
- U.S. Government Accountability Office (2013), *Virtual Economies and Currencies*, Rapport à la Commission des finances, Sénat américain.



Extrait de :

Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789264218789-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2014), « Les technologies de l'information et de la communication et leur impact sur l'économie », dans *Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264225183-6-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.