



# L'IRRÉSISTIBLE ASCENSION DE L'INTERNET

**Françoise Benhamou**

Professeur à l'Université Paris 13, membre de l'ARCEP

**Bâti sur une architecture bien identifiée – producteurs d'éléments de réseaux et de terminaux, opérateurs de réseaux, fournisseurs de services et fournisseurs de contenus – l'internet, dont la croissance est spectaculaire, participe d'un modèle économique spécifique, tant du côté de la demande – externalités de réseaux et rendements croissants d'adoption – que de l'offre avec des coûts fixes élevés mais des coûts variables quasi nuls. Françoise Benhamou insiste sur la puissance financière des acteurs de l'internet et sur les fonctionnements et les conséquences de cette économie de plateformes. Elle souligne enfin certaines des grandes tendances de l'internet – progression très rapide des technologies, glissement vers les usages en mobilité... – et des enjeux de souveraineté, notamment pour l'Europe, qu'il entraîne.**

**C. F.**

Il faut garder en tête la finalité originelle du Web afin d'en comprendre l'architecture. C'est à la demande du Pentagone et à des fins de défense nationale que dès les années 1950, un programme ambitieux de recherche est lancé auquel internet doit sa conception ; il s'agissait alors de créer un réseau de communication décentralisé et donc difficilement attaquable. La solution qui émergea consista en l'organisation d'une série de nœuds reliés les uns aux autres, mais dont la destruction de certains n'emporterait pas l'incapacité du réseau de fonctionner.

L'objectif de départ était de permettre une communication aisée entre des chercheurs des universités, de l'industrie et de la défense. Mais le réseau s'étendra rapidement à travers notamment l'action de la *National Science Foundation* (NSF) américaine qui en finance le *backbone* (le cœur de réseau). Depuis 1998 l'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), une association à but non lucratif, gère les extensions de premier niveau des noms de domaines (tels .com, .net, .fr.). Les *registries* assurent l'enregistrement et la gestion de ces noms de domaines (telles la société américaine Verisign pour les .com ou la

française AFNIC pour les .fr), et les *registrars* assurent la vente directe auprès du client final.

## **L'architecture du réseau et la croissance sans limite du trafic**

Internet ne parvient véritablement au grand public que dans les années 1990. Réseau de réseaux permettant le transport d'informations, il offre, parmi ses applications les plus importantes, la messagerie électronique et le Web, système de consultation aisé.

L'accès à l'internet mondial transite par un fournisseur d'accès (FAI) au travers de divers moyens de communication électronique filaires (réseau téléphonique commuté, bas débit, ADSL, fibre optique jusqu'au domicile), ou sans fil (WiMAX, par satellite, 3G, 4G). Les FAI assurent la connectivité entre leur réseau et tous les autres réseaux. La croissance des usages des technologies mobiles est bien plus élevée, du moins pour les usages privés, que celle des technologies filaires, transformant progressivement l'économie des équipements comme celle des fournisseurs d'accès.

Le trafic qui transite sur le réseau des FAI se compose des requêtes envoyées par les internautes vers le réseau internet et, en retour, des réponses à ces requêtes. Les FAI permettent donc l'accès aux contenus et aux services produits par les fournisseurs de contenus (Wikipedia est le plus visité) et les fournisseurs de services (services de l'e-commerce, comparateurs de prix, services de messagerie instantanée...).

Les FAI appartiennent à la « couche basse » des réseaux qui comprend les acteurs en charge de l'acheminement des données, intermédiaires techniques, tels les hébergeurs, les transitaires (opérateurs spécialisés assurant l'acheminement du trafic) et les CDN (Content delivery networks) (ordinateurs reliés en réseau à travers internet). La « couche haute » est constituée des fournisseurs de contenus et d'applications (logiciels ou services informatiques) ainsi que des utilisateurs finals. Les opérateurs acheminent les données hébergées par les fournisseurs de contenus et d'applications ; ils permettent l'accès à l'internet des particuliers et des professionnels.

Certains analystes privilégient une partition de l'écosystème de l'internet en quatre « couches » : la couche des producteurs d'éléments de réseaux et de terminaux (tels Alcatel, Apple, Nokia, Sony, etc.), celle des opérateurs de réseaux (les opérateurs historiques comme AT&T et France Telecom, les fournisseurs d'accès arrivés ultérieurement tel Free, les opérateurs de téléphonie mobile et les opérateurs de réseaux de télévision), celle des fournisseurs de services et des plateformes d'intermédiation sur internet (moteurs de recherche, vendeurs en ligne, réseaux sociaux), et enfin la couche des producteurs et éditeurs de contenus audiovisuels (fournisseurs de contenus et internautes eux-mêmes lorsqu'ils autoproduisent leurs créations)<sup>(1)</sup>.

Nicolas Curien (2005) montre les tensions et les complémentarités entre la vision de l'ingénieur et celle de l'économiste. Le premier perçoit le réseau comme une architecture technique d'interconnexion, que l'on peut visualiser sous la forme d'un graphe incluant des nœuds et des arcs, des arbres et des mailles et montrant la circulation et l'orientation des flux. Le second focalise son attention sur l'intermédiation, le rôle du réseau consistant en la mise en relation des fournisseurs et consommateurs de certains biens et services. Cette

approche renvoie à la question de la forme organisationnelle la plus adéquate (monopole, concurrence ou concurrence oligopolistique), ainsi qu'à celle des modèles économiques sous-jacents.

La croissance du trafic est spectaculaire. Au niveau mondial, en août 2012, on compte 628 millions de sites Web<sup>(2)</sup> et plus de deux milliards d'internautes<sup>(3)</sup>. On estime que le trafic croît de près d'un tiers chaque année. Les prévisions de l'entreprise informatique américaine Cisco<sup>(4)</sup> font ainsi apparaître une explosion du trafic qui atteindrait 1,3 zettabyte en 2016 (Balagué *et al.*, 2007). En France, en 1996, 0,5 % des foyers étaient connectés à internet, contre 73,2 % au troisième trimestre 2011<sup>(5)</sup>.

Parmi les facteurs explicatifs de l'explosion du trafic, on relève l'accroissement du parc des matériels permettant une connexion ainsi que l'élargissement de leur gamme : ordinateurs, tablettes, téléphones mobiles. La croissance du nombre des internautes joue un rôle essentiel (45 % de la population mondiale en 2016 selon des prévisions de l'ONU). Jouent aussi la rapidité de la connexion et le développement de la Wi-Fi. Les sites web qui hébergent des vidéos (tel l'américain YouTube, filiale de Google) entraînent tout particulièrement des pointes de trafic sur les réseaux : on compte 792 millions d'utilisateurs de vidéo sur internet en 2011 ; leur nombre devrait passer à 1,5 milliard en 2016<sup>(6)</sup>. En France, en juin 2012, 32,1 millions ont visionné une vidéo sur internet (8 % de plus qu'en janvier 2012)<sup>(7)</sup>.

## Les « fondamentaux » des modèles économiques de l'internet

Les caractéristiques économiques de l'internet sont aujourd'hui bien connues. Côté demande, les externalités de réseau et les rendements croissants d'adoption en sont les points clés (Katz et Shapiro, 1986 ; Arthur, 1989). Les premières renvoient au fait que plus il y a d'utilisateurs, plus l'utilité du réseau augmente pour chacun d'eux (Shapiro et Varian, 1999). S'agissant des seconds plus la taille du réseau augmente et plus

(2) Source : <http://news.netcraft.com/>

(3) Source : Internet Word Stats.

(4) [http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns827/networking\\_solutions\\_sub\\_solution.html#~news](http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns827/networking_solutions_sub_solution.html#~news).

(5) Source : Médiamétrie et GfK, <http://www.pcinpact.com/news/66793-ordinateurs-foyers-francais-equipement-netbooks-tablettes.htm>.

(6) Source : Cisco.

(7) Source : Médiamétrie/Netrating.

(1) Arlandis d'A., Ciriani S., Koléda G. (2011), « L'économie numérique et la croissance. Poids, impact et enjeux d'un secteur stratégique », COE-Rexecode, Document de travail n° 24, mai.



sa valeur s'accroît : on s'est longtemps référé à la loi de Metcalfe selon laquelle la valeur d'un réseau serait égale au carré du nombre de ses usagers. On peut ainsi expliquer aisément la croissance spectaculaire des réseaux sociaux dont la valeur perçue doit être reliée au nombre des « amis ».

Les externalités de réseau peuvent de surcroît être indirectes et procéder des services et applications fournis par le réseau. Le nombre des applications disponibles explique alors l'engouement pour tel ou tel dispositif (*device*) : fin novembre 2011, un peu plus d'un million d'applications (non dédoublées entre places de marché)<sup>(8)</sup> étaient comptabilisées par Distimo. Parmi celles-ci, 450 000 avaient été développées pour l'iPhone et 350 000 sur Android Market (Google), principal concurrent de l'App Store d'Apple : dans le cas d'Apple, la gamme des applications incite à acheter le matériel qui en permet le téléchargement, et réciproquement.

Une fois l'utilisateur incité à entrer dans un écosystème, il s'agit de le fidéliser. La stratégie qui joue sur la complémentarité obligatoire et consentie d'un

double verrouillage technologique et commercial est particulièrement efficace. Ainsi du Kindle d'Amazon qui implique des achats exclusivement sur le magasin Amazon, ou de la tablette d'Apple qui impose au consommateur le passage par ses applications pour l'achat d'un bien ou d'un service.

Un réseau peut-il atteindre une taille au-delà de laquelle ses usagers le « fuient » ? Afin de repousser d'éventuels effets de saturation, il est encore possible de développer des stratégies de verrouillage des consommateurs. D'une part, le changement implique des coûts de conversion et/ou de compatibilité, d'autre part l'appartenance à un réseau entraîne des coûts d'entrée sous la forme de coûts d'apprentissage. L'inertie prévaut alors. La non-interopérabilité des systèmes achève de « verrouiller » les usages.

Côté offre, internet véhicule de l'information dont les coûts fixes de production peuvent être élevés tandis que les coûts variables sont nuls ou presque nuls. Les modèles d'affaires déploient en conséquence des stratégies de prix basées sur des tarifs discriminants en fonction des usages (Brousseau et Penard, 2007), allant de la gratuité à diverses offres dites *premium*. Si certaines formes de désintermédiation – par exemple l'achat d'un billet d'avion sans recourir à une agence de voyage – se développent, l'intermédiation demeure souvent indispensable et est éventuellement portée par des acteurs étrangers aux filières de production de l'information.

Dans ce cadre, l'internet force les économies de l'information et de la culture à se situer dans des problématiques nouvelles, affrontant des sources de destruction (baisse des prix, piratage, désintermédiation), d'absorption de valeur par des acteurs extérieurs à l'écosystème culturel (opérateurs télécom), mais aussi de re-création de valeur (par l'enrichissement des contenus, le rassemblement de nouveaux publics, ou les effets de longue traîne)<sup>(9)</sup> et de révision des chaînes de valeur traditionnelles (par le dynamisme des *pure players*<sup>(10)</sup> et des innovateurs).

(8) Voir glossaire p. 8.

(9) Voir glossaire p. 8.

(10) Voir glossaire p. 8.

## Les acteurs de l'internet : le gigantisme programmé

### Fournisseurs d'accès à internet, réseaux sociaux et moteurs de recherche

Les FAI offrent un service d'accès et supportent des coûts de réseau que l'ARCEP (Autorité de régulation des communications électroniques et des postes) identifie en distinguant trois niveaux : les coûts correspondant aux réseaux d'accès (au niveau local), les coûts correspondant aux réseaux de collecte et de transport, les coûts correspondant à la connectivité mondiale (transit vers les autres opérateurs). Ils couvrent leurs coûts soit à travers des ventes directes, soit à travers des abonnements, soit *via* la publicité, et peuvent combiner ces trois sources de revenus.

Les réseaux sociaux (Facebook, Twitter, LinkedIn, le chinois Renren) et les moteurs de recherche (Google, Bing, Yahoo, le chinois Baidu) sont la partie la plus visible, parfois spectaculaire, de cette économie tentaculaire. Le trafic se concentre sur ces acteurs de taille mondiale.

Les moteurs de recherche exercent une fonction de mise en relation de l'offre et de la demande d'information. En ce sens ils sont les acteurs clés de l'internet, dont le pouvoir économique se conjugue avec un pouvoir culturel fort et parfois écrasant. Aux États-Unis, la part de marché de Google est de 66,8 %, contre 15,7 % pour Bing, et 13 % pour Yahoo, le reste se partageant entre Ask et AOL<sup>(11)</sup>. En France, Google atteint une part de marché plus élevée encore (89,9 %, contre 3,1 % pour Bing, et 1,4 % pour Yahoo)<sup>(12)</sup>.

La question de la neutralité de l'internet, arrivée récemment sur le devant de la scène, est celle de la création d'outils juridiques et économiques permettant de contrer la tentation de certains opérateurs, face à la hausse du trafic, de l'acheminer de manière différenciée. En septembre 2012, l'Autorité française de la concurrence, appelée à statuer sur un différend entre un opérateur américain de transit, Cogent, dont le métier est de mutualiser les interconnexions de tous les utilisateurs finals, et France Télécom, considère légale la facturation de l'ouverture de capacités complémentaires à Cogent. Dans le cas en question, cette possibilité se justifiait par l'existence d'une asymétrie

de trafic manifeste, mais flirtait avec les limites du dogme de la neutralité.

### Le commerce électronique : ses formes et son fonctionnement

L'essor du commerce électronique est au cœur de cette économie. Tous les secteurs sont concernés, habilement, alimentation, tourisme, biens d'équipement, etc. On distingue trois formes de commerce électronique. Le B2B (*Business to business*) correspond aux transactions entre entreprises, le B2C (*Business to consumer*) au commerce de détail, et le C2C au commerce entre particuliers transitant par des places de marché comme l'américain eBay ou le français PriceMinister racheté en 2010 par le japonais Rakuten. En 2012, le marché européen représente 173 milliards d'euros, contre 172 milliards de dollars aux États-Unis<sup>(13)</sup>. En France en 2011, les ventes sur internet<sup>(14)</sup> représentent 9 % des ventes d'habillement, chaussures, accessoires et linge de maison, 15 % des ventes de produits techniques, 9 % des ventes de mobilier, luminaires et arts de la table, et 1,5 % des produits culturels physiques et dématérialisés<sup>(15)</sup>. La dématérialisation croissante du commerce constitue une menace pour les commerces de ville. Le cas des librairies est emblématique de cette mise en question du commerce physique : déjà peu rentables, les librairies indépendantes affrontent la montée du coût des loyers, le tassement du pouvoir d'achat des lecteurs, la croissance de la commande en ligne de livres physiques et les avancées du livre numérique, ainsi que le poids des achats dans la grande distribution et les enseignes spécialisées.

Comment fonctionne cette économie de plateformes ? Celles-ci exercent une fonction de coordination entre l'offre et la demande de biens et de services. Elles agrègent l'offre à la manière d'une centrale d'achat ; elles assurent éventuellement la sécurité des échanges et se chargent d'une fonction d'information sur les prix ou sur la qualité. Elles se situent concomitamment sur deux marchés liés : d'une part elles proposent des biens

(13) D'après un rapport commandé par Kelkoo au Centre for Retail Research (décembre 2010) et cité par Joël Bourdin, in *Commerce électronique : l'irrésistible expansion*, Rapport d'information n° 272 au nom de la Délégation à la prospective du Sénat, 18 janvier 2012, <http://www.senat.fr/rap/r11-272/r11-272.htm>

(14) En France, d'après l'Observatoire des Usages Internet de Médiamétrie (avec NetRating), au 2<sup>e</sup> trimestre 2012, 31,7 millions d'internautes ont acheté en ligne. Amazon est en tête suivi de eBay et Cdiscount. La Fnac arrive en 4<sup>e</sup> position.

(15) Source : FEVAD. [http://www.fevad.com/uploads/files/Etudes/chiffrescles/chiffres\\_cles2012.pdf](http://www.fevad.com/uploads/files/Etudes/chiffrescles/chiffres_cles2012.pdf).

(11) Source : Comscore, juillet 2012.

(12) Source : baromètre des moteurs de recherche AT-Internet (Xiti).



et des services aux consommateurs, soit de manière payante, soit gratuitement, et d'autre part elles proposent des espaces publicitaires à des annonceurs, dont le prix est corrélé au nombre des consommateurs. On est alors dans le cadre de marchés bifaces connus de longue date dans le domaine des médias. Les contenus véhiculés au sein d'une économie du référencement sont valorisés par le biais des données sur les internautes. Mais la valeur procède aussi des utilisateurs eux-mêmes : comme le soulignent Nicolas Colin et Henri Verdier (2012), elle est créée *via* « des effets de réseaux (Facebook), l'apprentissage des algorithmes (Google), le partage d'informations (TripAdvisor), la valorisation des traces d'utilisation (BitLy) », et, pourrait-on ajouter, la co-création de contenus.

### Valeurs boursières des géants de l'internet

La valorisation boursière des géants de l'internet est impressionnante. En octobre 2012, elle atteint 249,13 milliards de dollars pour Google, 247,23 milliards pour Microsoft, et... 618,12 milliards pour Apple<sup>(16)</sup>. La publicité permet le financement des activités réputées gratuites et correspond à 96 % du chiffre d'affaires de Google (38 milliards de dollars en 2011 dont 52 % générés hors des États-Unis). La firme précisait disposer de 44,6 milliards de dollars de trésorerie fin 2011. Plus généralement, en 2011, le chiffre d'affaires de la publicité en ligne atteignait 1,3 milliard d'euros en France en 2011, 53 milliards dans le monde<sup>(17)</sup>. Le marché développe des offres traditionnelles (rubriques sponsorisées, publipage) adaptées aux fonctionnalités permises par le numérique, ainsi que des ventes de bannières<sup>(18)</sup> aux enchères, automatisées et en temps réel sur des plateformes spéciales (la vente de bannières aux enchères, en pleine croissance, représente 20 à 25 % du marché aux États-Unis et moins de 10 % en Europe en 2012)<sup>(19)</sup>.

La trésorerie des géants du Net alliant une double composante, matériels et logiciels, ou matériels et services est à la même date plus élevée encore : 57,4 milliards de dollars pour Microsoft et plus de 80 milliards de dollars pour Apple<sup>(20)</sup>. Comment comprendre, en

revanche, que peu après son entrée en bourse, la valorisation de Facebook s'effondre ? Facebook ne parvient pas suffisamment à valoriser les données sur son milliard d'utilisateurs (donnée octobre 2012), en termes de revenus publicitaires par tête (3,1 milliards de dollars en 2011 sur un chiffre d'affaires de 3,7 milliards)<sup>(21)</sup>. C'est en particulier pour les usages en mobilité, *via* un *smartphone*, que Facebook se voit concurrencé frontalement par des réseaux comme Twitter, bien plus adaptés à l'intrusion de messages publicitaires. C'est pourquoi, parmi d'autres efforts de diversification/valorisation, Facebook lance un service payant à destination des entreprises en septembre 2012, rompant sans doute avec l'image d'un acteur du « gratuit ».

### Quelques tendances dans un univers caractérisé par son imprévisibilité

Dans ce paysage mouvant et imprévisible, quelques grandes tendances s'imposent. Premièrement, les économies de réseaux entraînent « naturellement » des mouvements de concentration, la faiblesse des coûts variables permettant des économies d'échelle quasi infinies ; toutefois, internet conduit aussi à l'émergence et au développement d'acteurs innovants de petite taille, dans le cadre de processus créatifs très dynamiques. C'est ainsi à un double mouvement de concentration et de fragmentation que l'on assiste.

Deuxièmement, les technologies progressent rapidement : puissance et rapidité des machines, développement du *cloud computing* qui consiste dans le stockage sur des serveurs distants de ressources informatiques auparavant localisées sur des serveurs locaux, internet des objets avec des applications multiples, notamment du côté de la « ville intelligente » et de la domotique (gestion des flux, système virtuel pour étiqueter les emplacements touristiques et laisser des messages pour des amis, compteurs connectés, réfrigérateurs communicants, etc.). Ces grappes d'inventions sont facteurs de croissance et de risque à la fois. Elles impliquent le dégagement de capitaux venant des géants du secteur mais aussi des établissements de capital-risque, lesquels financent des entreprises jeunes qui n'ont pas encore accès aux marchés financiers.

Troisièmement, les pratiques effectives montrent un glissement vers les usages en mobilité, qui concernent aussi bien les services non gérés, telle la messagerie

(16) Source : *La Correspondance économique*, 2 octobre 2012.

(17) Source : Arcep.

(18) Voir glossaire p. 8.

(19) Source : *Les Échos*/Capgemini.

(20) <http://www.pcinpact.com/news/68462-google-resultats-financiers-android-gmail.htm>.

(21) Source : *Les Échos*, 22 septembre 2012.

personnelle, que les services dits gérés, tels les services de télévision<sup>(22)</sup>. Les modèles économiques qui découlent de cette migration des usages vers des terminaux mobiles attestent une forte capacité des acteurs de l'amont (équipementiers) et de l'aval à capter la valeur.

Quatrièmement, le numérique requiert un indéniable rôle de la puissance publique, y compris – et peut-être même surtout – aux États-Unis où c'est bien une commande publique qui présida à l'invention de l'internet, et où les mesures destinées à accompagner la position de force du pays sur tous les champs concernés par l'internet sont importantes. On peut mentionner par exemple les dispositifs fiscaux avantageux en faveur des acteurs de l'e-commerce. Mais ce besoin d'État, en quelque sorte, vient heurter la « culture de l'internet », caractérisée par la volonté de neutraliser toute tentation d'intrusion dans les contenus et par la force de mouvements libertaires et libertariens.

Cinquièmement, les enjeux de politique publique vont au-delà des questions de financement et de fiscalité incitative à l'innovation : qualité des infrastructures, équipement des ménages et lutte contre les fractures numériques, évolution du système éducatif et du système de santé, attention à la neutralité du Net, protection des données personnelles sont des sujets cruciaux<sup>(23)</sup>. La régulation joue un rôle très inégal selon les niveaux. Très structurée et définie au niveau européen en ce qui concerne les infrastructures et les marchés de gros (couches 1 et surtout 2), très volontariste dans le champ de la propriété intellectuelle (couche 4), elle est très peu présente au niveau de l'intermédiation (couche 3)<sup>(24)</sup>.

Dernier point : l'observation des grandes sagas du net et le niveau de trésorerie atteint par les Google, Microsoft, Apple notamment, posent à l'Europe un problème de « souveraineté numérique », pour reprendre l'expression employée par Pierre Bellanger (2012)<sup>(25)</sup>. Ces géants, qui n'hésitent pas à choisir leur implantation en jouant sur les différentiels de fiscalité au sein même de l'Europe en Irlande ou au Luxembourg, qu'il

s'agisse de l'impôt sur les sociétés<sup>(26)</sup> ou de la TVA<sup>(27)</sup>, disposent de données importantes sur les personnes et les entreprises. L'Europe ne parvient guère à construire un contrepoids à cette puissance économique et culturelle, et la stratégie publique de développement d'un *cloud* sur le territoire français dans le but de sécuriser le stockage de données peine encore à se dessiner.

(26) Selon le Conseil national du numérique, les revenus générés en France par les « GAFA » (Google, Apple, Facebook, Amazon) pourraient rapporter au budget de l'État 500 millions d'euros au lieu de 4 en 2012 s'ils étaient soumis au régime fiscal français. Cf. Duhamel K., « Fiscalité numérique : le débat français devra vite s'internationaliser s'il ne veut pas s'enliser », Edition Multimédi@, 65, 1<sup>er</sup> octobre 2012.

(27) Ce n'est qu'en 2019 que la TVA sur la vente de produits électroniques sera perçue dans son intégralité par le pays de résidence du consommateur final et non plus comme aujourd'hui dans le pays d'établissement des prestataires de ces services.

## BIBLIOGRAPHIE

- **Arrow K.J.** (1962), « Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention » in R. Nelson (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity : Economic and Social Factors*, Princeton, Princeton University Press.
- **Arthur W.** (1989), « Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In By Historical Events », *Economic Journal*, 99(394), p. 116-131.
- **Balagué C., Husherr F.X., Rosanvallon J.** (2007), *Dix ans d'aventure Internet*, Paris, Jacob-Duvernet.
- **Benhamou F.** (2011), « L'État et Internet. Un cousinage à géométrie variable », *Esprit*, juillet, p. 96-110.
- **Brousseau E. et Pénard T.** (2007), « The Economics of Digital Business Models : A Framework for Analyzing the Economics of Platforms », *Review of Network Economics*, vol. 6 (2), juin.
- **Colin N. et Verdier H.** (2012), *L'âge de la multitude*, Paris, Armand Colin.
- **Curien N.** (2005), *Économie des réseaux*, Paris, La Découverte.
- **Curien N. et Maxwell W.** (2011), *La neutralité d'internet*, Paris, La Découverte.
- **Katz M.L. et Shapiro C.** (1986), « Technology adoption in the presence of network externalities », *Journal of political economy*, 94 (4), p. 822-841.
- **Penard, T. et Malin E.** (2010), *Économie du numérique et de l'internet*, Paris, Vuibert.
- **Shapiro, C. et Varian H.** (1999), *Information Rules : A Strategic Guide to the Network Economy*, Cambridge, Harvard Business School Press.

(22) Les services gérés (*managed services*) désignent les services gérés par un prestataire.

(23) Cf. Rochelandet F. (2011), *Économie des données personnelles et de la vie privée*, Paris, La Découverte.

(24) Cf. Arlandis d'A., Ciriani S., Koléda G. (2010), « Les opérateurs de réseaux dans l'économie numérique. Lignes de force, enjeux et dynamiques », Coe-Rexecode, Document de travail n° 10, janvier.

(25) Bellanger P. (2012), « De la souveraineté numérique », *Le Débat*, 170, mai-août, p. 149-159.