

La dynamique d'internet

Prospective 2030

**Sous la direction de
Laurent GILLE et
Jacques-François MARCHANDISE**

**par
Michael BAKER, Télécom ParisTech-CNRS
Valérie BEAUDOUIN, Télécom ParisTech
Pierre-Jean BENGHOZI, École Polytechnique
Amandine BRUGIERE, FING
Antonio CASILLI, Télécom ParisTech
Françoise DETIENNE, Télécom ParisTech-CNRS
Laurent GILLE, Télécom ParisTech
Daniel KAPLAN, FING
Daniel KOFMAN, Télécom ParisTech
Jacques-François MARCHANDISE, FING
Françoise MASSIT-FOLLEA, Vox Internet
Charles NEPOTE, FING
Gérard POGOREL, Télécom ParisTech
Patrick WAELBROECK, Télécom ParisTech**

Pour France Stratégie,

Février 2015

Cette étude a été réalisée à la demande et avec le soutien de



18 rue de Martignac, 75700 Paris SP07
www.strategie.gouv.fr

Préface

Révolution, nouveau paradigme, métamorphose... les mots manquent pour qualifier cet événement majeur, interrogeant les fondements de nos sociétés, modifiant nos comportements et nos structurations mentales, bouleversant les organisations et l'économie : l'humanité s'est mise en réseaux ; réseaux non plus de transport ou d'énergie, mais d'échanges de savoirs, de mémoires, d'émotions telles de gigantesques synapses.

Cette capacité, sans limite apparente, de dialogue entre les personnes *via* de multiples terminaux, et demain entre des dizaines de milliards d'objets, de capteurs, de robots... n'a été possible que par la formidable faculté de traitement et de mémorisation de l'information acquise par des outils numériques réduits à de minuscules processeurs composés d'éléments nanométriques ; faculté en rupture avec la démarche analogique naturelle, reposant sur la quantification de toute donnée en un même langage digital.

Qui plus est, ces formidables transformations, faisant fi de toute anticipation ou de si peu, se sont produites dans un laps de temps très court, celui d'une génération. Aussi, forts de cette dynamique, est-il crucial de s'interroger sur ce que sera internet à l'horizon 2030.

Cette question se révèle d'autant plus prégnante que le numérique ouvre des perspectives inédites. D'ici à 2030, internet opposera de plus en plus nettement le monde des flux, mondialisé et abstrait, au monde des lieux, inscrit dans un territoire avec ses règles juridiques, fiscales, sociales et physiques. De cette opposition naissent dès aujourd'hui de nouvelles manières de penser le marché, l'autorité, l'éducation, l'intimité, la pratique politique et la puissance publique, qui interrogent la capacité de régulation des États et d'adaptation des sociétés.

Se profilent des batailles industrielles intenses pour le partage de la valeur dégagée dans cet écosystème. Les métiers, les entreprises, leur organisation sont profondément bouleversés, sans que l'on sache, dans ce maelström de destructions/créations, ce qu'il en est du bilan pour l'emploi. Cela génère des tensions puissantes d'ordre éthique entre internautes et acteurs économiques quant à la propriété des outils de production, et d'ordre juridique et idéologique pour ce qui touche aux notions de coopération, de dérégulation et de structuration d'un espace sans frontières.

D'internet en 2030, cet ouvrage tente avec audace et brio d'en percer les fondamentaux, les incertitudes et les tensions, tant sur le plan technique, économique que social et politique. Il nous invite à identifier les tendances fortes de la nébuleuse internet, sa rationalité interne, tout en nous projetant dans l'aléatoire et les multiples possibles.

Il est le résultat d'une étude confiée par France Stratégie à une équipe transdisciplinaire, sous la direction de Laurent Gille et de Jacques-François

Marchandise, parmi les meilleurs spécialistes de l'internet ; étude dont j'ai eu le privilège de définir les contours avec les auteurs et de suivre l'élaboration. Je ne saurais que vivement recommander à tous ceux que questionne internet, décideurs politiques, entrepreneurs, chercheurs, étudiants, de lire cet ouvrage.

Joël Hamelin
Conseiller scientifique,
France Stratégie

Sommaire

Synthèse.....	7
Introduction	11
Chapitre 1 Internet et son histoire	13
1. Que faut-il entendre par internet ?	13
2. Étapes clés d'internet.....	15
3. Une croissance explosive	18
4. Quelle prospective pour internet ?	20
Chapitre 2 Tendances héritées et ruptures d'échelle.....	23
1. Le défi technologique.....	24
1.1. La transformation des accès et des flux.....	25
1.2. Internet des objets, <i>cloud computing</i> et <i>big data</i>	27
1.3. Évolutions architecturales	33
1.4. Ruptures technologiques	39
2. Le défi informationnel et du savoir	43
2.1. Informatisation et information	44
2.2. Les rapports de force pour maîtriser l'information	48
2.3. Identité et identification.....	52
2.4. Cognition et savoir	54
3. Le défi économique	59
3.1. Internet et la croissance	59
3.2. Internet et le développement durable	66
4. Le défi de la numérisation.....	68
4.1. Un nouveau consommateur	69
4.2. Effets économiques de la numérisation	71
5. Le défi industriel	72
5.1. L'industrie internet	72
5.2. Les modèles d'affaires	78
5.3. Vers le renouvellement des plateformes.....	83
6. Le défi de la régulation	86
6.1. Les marchés et la concurrence questionnés par internet.....	88
6.2. Nouveaux acteurs et nouveaux objets.....	91
6.3. La régulation des réseaux d'infrastructure	94
6.4. La cybercriminalité	96
6.5. Gouvernance.....	97
7. Tendances et tensions	101
Chapitre 3 Tensions possibles et ruptures sociétales	107
1. Le défi humain : la vie numérique.....	109
1.1. Connexion permanente : vie augmentée/diminuée ?	110
1.2. Données, services, dématérialisation : profusion et complexité..	110
1.3. Interactions et environnements numériques.....	111
1.4. Travail et activité : vers un brouillage des frontières.....	121
1.5. Une vie plus ou moins numérique ?	127

2.	Le défi social : Individu, réseaux et société	129
2.1.	Vie privée et identités numériques	129
2.2.	Lien social : par-delà le mythe de la désocialisation	134
2.3.	Disparités, communautés et biens communs.....	144
3.	Les défis organisationnels.....	147
3.1.	Vertical et horizontal, ordre et désordre	148
3.2.	Organisations transformées.....	148
3.3.	L'entreprise : lieu majeur de l'activité inventive ?	153
3.4.	Questionnements et bifurcations.....	156
4.	Les défis publics.....	158
4.1.	Les États au défi d'internet	159
4.2.	Politiques publiques numériques	161
4.3.	L'acteur public en ligne	164
4.4.	"Ouvrir" l'action publique : vers l' <i>open gov</i> ?	168
4.5.	Questions démocratiques	172
4.6.	Rébellions, déconnexions.....	175
4.7.	Libertés et sécurité	175
	Chapitre 4 Enseignements et action publique	177
1.	Limites et potentiels de l'action publique	178
2.	Le renouvellement des mythes	180
	Annexes.....	183
1.	Liste des acronymes et termes.....	183
2.	Références	184
3.	Méthodologie	193
4.	Biographies	194

Synthèse

L'internet que nous connaissons est né au début des années 1990, de la convergence d'une innovation technique – le protocole IP et ses équipements de routage – et d'une innovation d'usage – le lien hypertexte. Un web 1.0 s'est développé jusqu'au tournant du millénaire sur les outils de portail puis de moteur de recherche, donnant naissance à une vive spéculation financière identifiée comme bulle internet. C'est l'époque où se forge l'industrie internet, celle de Microsoft, de Yahoo!, d'Amazon, d'IAC, d'eBay, puis de Google. C'est l'époque où internet promet une nouvelle économie et une nouvelle société.

Avec le XXI^e siècle viennent la connexion haut débit permanente puis l'ère du smartphone : le web 2.0 se met en place, fondé sur des relations sociales et commerciales plus intenses. Mais alors que la toile offre davantage de services et de connexions, et que le monde entier s'y connecte, faisant littéralement exploser ses trafics, surgissent un certain nombre d'interrogations et de doutes sur les promesses d'internet.

La dynamique d'internet reste toujours explosive, avec des taux de croissance annuels en volume qui, certes, ne dépassent plus les 100 % de la décennie des années 2000, mais restent proches des 50 %. Le progrès technologique maintient un accroissement très rapide des performances des équipements et réseaux, les prix d'accès subissent toujours une érosion forte et la demande, alimentée par les contributions volontaires des usagers, reste exponentielle. Les limites physiologiques des internautes, dont l'attention ne saurait être mobilisée au-delà d'un certain seuil, sont relayées par la capacité presque infinie des objets de nos environnements à devenir "intelligents" et "communicants", ce qui ouvre un relais de croissance inespéré à internet.

L'internet de demain sera donc, de plus en plus, un internet entre machines, entre capteurs, entre robots, qui généreront des gisements de données sans limites et transformeront vraisemblablement notre rapport à l'autonomie, à la décision et à la responsabilité par la prise en charge de plus en plus massive de la gestion de notre vie quotidienne. Il est difficile d'imaginer aujourd'hui les transformations radicales que vont subir nos environnements, domestiques, urbains, sociaux, laborieux, etc. du fait de cette irruption vraisemblable de nouvelles plateformes matérielles et applicatives, robots, *smart car*, *smart home*, *smart city*, *smart grid*, *smart body*, etc.

Pour offrir ces nouveaux environnements, de nouveaux écosystèmes industriels se développent qui devront offrir à la fois de la connectivité (des réseaux), des services, des applicatifs et des contenus. Les acteurs industriels qui se positionnent sur ces offres voient aujourd'hui leurs activités de plus en plus converger, se superposer ; d'intenses batailles industrielles pour le partage de la valeur dégagée dans cet écosystème se profilent donc. Ce partage de la valeur est non seulement un partage

entre industriels, entre réseaux et contenus, entre réseaux et services, entre services et contenus, mais aussi un partage entre nations pour le contrôle stratégique de ces activités, leur contrôle industriel et leur contrôle fiscal.

Une bataille industrielle majeure se dessine d'ici 2030 pour capter cette valeur, partagée actuellement entre les opérateurs de réseaux, des acteurs *over the top* (OTT) qui assurent une bonne part de l'innovation, et sans doute des équipementiers (essentiellement les fournisseurs de terminaux) qui peuvent prendre pied sur les réseaux. La puissance industrielle, économique et financière des grands industriels américains, et dans une toute petite mesure chinois, laisse mal augurer de l'issue de ce partage, qui ne semble cependant jamais pérenne, compte tenu de possibles irruptions de plateformes alternatives porteuses des services de demain : c'est dans cette quête de plateformes futures que l'Europe peut éventuellement retrouver une place maîtresse au sein de l'écosystème numérique, à condition de savoir accompagner leur développement comme elle a su le faire parfois dans le passé.

Face à cette mutation des marchés, leur régulation doit trouver un nouveau souffle. L'économie numérique se forme autour de marchés où les positions dominantes sont légion, parce que les conditions de production (rendements croissants, fortes externalités, biens non rivaux etc.) les suscitent. Mais aussi sur des marchés qui nécessitent des investissements considérables liés à la rapidité de l'innovation ; et sur des marchés qui défient les "lois" traditionnelles de la régulation. Il y aura là un défi permanent posé aux autorités de régulation, encore fragmentées, pour tenter d'accompagner le partage de la valeur dans un secteur du numérique où s'opposeront des intérêts privés comme des intérêts publics.

Mais c'est surtout dans le reste de l'économie que les effets de la numérisation vont se faire sentir au cours des décennies qui viennent. Les années 2000 ont illustré les ravages que pouvait faire la numérisation de secteurs d'activité spécifiques, telles l'édition musicale ou la photographie argentique. La puissance du numérique arrive à un stade où son impact sur le reste de l'économie, privée et publique, va se faire sentir avec une très forte acuité : les transports, la distribution, la finance, les services aux entreprises, la presse, mais aussi l'éducation et la santé, vont connaître des opportunités remarquables et donc des difficultés d'adaptation non moins sévères. Il ne s'agit pas de freiner ces évolutions, mais d'en accompagner les manifestations et de savoir les anticiper pour que les dégâts sociaux et industriels qui peuvent en résulter soient le plus possible minorés ; et trouver les relais de croissance qui préserveront l'industrie, l'emploi et la croissance. L'innovation sur les futures plateformes de l'internet sera à cet égard cruciale.

Non moins problématique sera l'incidence sociale et individuelle du développement de l'internet – arrivé à une période de son histoire où chacun, et la société, se pose la question de la balance entre ses bienfaits et ses méfaits. Internet est-il "capacitant" ou asservissant ? internet débride-t-il l'accès à la connaissance et au savoir, ou dissout-il les notions mêmes de connaissance et de savoir désormais contrôlés par quelques-uns ? internet augmente-t-il ou diminue-t-il la vie "réelle" ? internet favorise-t-il le lien social ou le dilue-t-il ? internet protège-t-il la vie privée de chacun ou l'ouvre-t-il à tous vents ? internet conforte-t-il les territoires ou les fragilise-t-il ? internet est-il un vecteur de démocratie ? Toutes ces questions, et bien d'autres, sont au cœur de multiples débats présents dans la société actuelle.

Il ne s'agit aucunement ici de prendre parti dans ces débats, mais de souligner leur acuité et l'importance qu'ils vont prendre dans les années à venir. La société aura clairement à faire des choix, à se positionner : ces choix seront-ils consensuels ou conflictuels, sur un plan national, européen ou international, ceux-ci influenceront sur la gouvernance d'internet et les choix opérationnels qui seront effectués.

Internet irrigue, irradie pourrait-on même dire, l'ensemble de l'économie et de la société. Phénomène marginal il y a encore peu de temps, internet pouvait prétendre se développer hors des règles les régissant. Son emprise irréversible sur l'économie et la société impose désormais partout à la puissance publique de s'intéresser à son développement et à ses effets. Les stratégies publiques sont à réinventer, pour certaines en urgence, pour à la fois canaliser certains effets et en stimuler d'autres. Un organe dédié à cette tâche ne serait sans doute pas superflu.

Introduction

Internet est sans doute l'innovation la plus importante de la fin du XX^e siècle, du fait de ses incidences sur les mécanismes économiques, mais aussi de ses interférences avec le fonctionnement social.

La dynamique introduite par les technologies d'information et de communication que nous connaissons depuis quarante ans peut être considérée comme la troisième révolution industrielle majeure survenue depuis le XVIII^e siècle, fondée non plus sur la maîtrise de l'énergie mais sur la maîtrise de l'information¹. Et comme les précédentes, l'ampleur de cette révolution provient notamment des réseaux de communication qu'elle a permis de développer, à savoir principalement ce que recouvre l'internet : ce réseau a indéniablement conféré aux technologies d'information et de communication un caractère "révolutionnaire" en diffusant leurs effets partout dans l'économie et la société et dans tous les pays.

Internet, sous sa forme actuelle, est le fruit d'un long processus qui parvient à sa concrétisation industrielle entre 1990 et 1994. À l'origine se trouvent les recherches sur la transmission de données entreprises dans les années 1960 aux États-Unis et en Europe, visant la construction de réseaux qui abandonnent la traditionnelle commutation de circuits du réseau téléphonique pour recourir à une commutation de paquets ou un routage de datagrammes. Ces recherches conduiront à plusieurs réseaux opérationnels, tels Arpanet dès les années 1970 chez les militaires américains ou NSFNet dès les années 1980, chez les scientifiques américains. Le choix fait aux États-Unis d'un routage robuste mais de qualité réduite (qui donnera naissance au protocole IP – *Internet Protocol*), contrairement au choix européen d'une commutation de paquets garantissant une meilleure qualité de service (la norme X25), fera peu à peu converger les réseaux américains autour du protocole TCP/IP : ces réseaux s'interconnecteront au milieu des années 1980, donnant naissance à ce réseau de réseaux dénommé internet, constitué alors de liaisons offrant pour la plupart un débit limité à 56 kbps (la capacité d'une ligne téléphonique)².

Il faudra entre cinq et dix ans supplémentaires pour que ce réseau de réseaux voie surgir les services et applications qui allaient faire son succès : apparition en 1990 des liens hypertextes et en 1993-1994 du premier navigateur³ permettant de butiner de

¹ L'humanité avait principalement domestiqué les forces motrices, grâce à la machine à vapeur dès la fin du XVIII^e siècle, puis grâce au moteur à explosion et à l'électricité, à la fin du XIX^e siècle. La diffusion dans l'économie et la société des innovations de ces deux premières révolutions industrielles s'est opérée principalement à travers une rénovation importante des modes de communication (chemins de fer et navigation à vapeur pour la machine à vapeur, transports routiers et aériens pour la seconde révolution).

² Il faut attendre 1988 pour avoir aux États-Unis un *backbone* de 1.5 Mbps (capacité T1), et 1991 pour un *backbone* de 45 Mbps (capacité T3).

³ Mosaic, devenu l'année suivante Netscape.

site en site, donnant naissance au World Wide Web (WWW). 1992 est l'année de la création de l'ISOC (Internet Society), qui prend en charge les évolutions technologiques du réseau, et 1995 la disparition de NSFNet au profit d'opérateurs privés de *backbones* interconnectés sous le protocole IP¹. Simultanément, le trafic "commercial" transitant sur ces réseaux dépasse en 1995 le trafic *non-profit* généré par les établissements de recherche. On peut donc situer en 1992-1993 le démarrage effectif d'internet sous la forme où nous le connaissons aujourd'hui. Cela fait donc plus de vingt ans qu'internet, comme réseau interconnectant des sites web, existe. L'ampleur du chemin parcouru depuis ces années fondatrices, marquées par la création de la première entreprise internet, Netscape, nous indique l'ampleur des transformations que pourra subir internet dans les quinze prochaines années qui nous séparent de 2030, horizon de cette réflexion.

Celle-ci sera conduite en deux temps : d'abord, nous nous intéresserons, à partir d'une analyse rétrospective d'internet, aux tendances que crée une histoire forte désormais de ses vingt ans, sans négliger les ruptures que suscite un développement conduit jusqu'à présent de façon quasi exponentielle. Puis, nous nous pencherons sur les tensions multiples que provoque un tel développement dans la société, et sur les bifurcations qu'elles peuvent induire.

Orthographe d'internet

Comment faut-il écrire "internet" ? Avec un i minuscule ou un I majuscule (même question pour le w du web ou le t de la toile) ? Parle-t-on d'internet ou de l'internet (article indéfini ou défini) ? L'orthographe n'est stabilisée ni dans les médias, ni dans les dictionnaires, ni dans les administrations, ni entre les pays de langue française. La majuscule revient à insister sur le caractère unique d'internet, la minuscule à le considérer comme un outil, un média, une technique parmi d'autres. La minuscule devrait entraîner l'article défini, ce qui n'est pas toujours le cas. La Commission française de terminologie de l'informatique (JO du 16 mars 1999²) opte pour le i minuscule, comme le fait le Québec ou la revue Wired, mais l'administration n'applique pas toujours la règle qu'elle s'est donnée³. Nous opterons ici pour le i minuscule, avec ou sans article défini⁴. Doit-on par ailleurs dire "sur internet" ou "dans internet", "sur le web" ou "dans le web" ? "Sur" peut soulever une ambiguïté ("j'ai trouvé un article sur internet"), mais est néanmoins généralement le plus usité⁵ : internet serait donc une surface et non un volume !

Ce travail est le fruit d'une équipe pluridisciplinaire d'une quinzaine de personnes, constituée d'enseignants-chercheurs, de Télécom ParisTech et d'autres institutions de l'enseignement supérieur, et de membres de l'équipe de la FING (Fondation internet nouvelle génération), avec le concours des spécialistes de France Stratégie. Abordée sous des angles divers, la vision de l'internet en 2030 qui est proposée ici reflète une vision partielle (qui ne couvre pas tout le champ des incidences d'internet en 2030) et une vision exprimant des points de vue éventuellement contestables. L'analyse doit donc être lue davantage comme une invitation à la réflexion critique que comme une prédiction des évolutions futures d'internet.

¹ Ces premiers opérateurs étaient notamment MCI, Sprint, ANS (Merit, IBM et MCI), PSI, etc.

² <http://www.dgflf.culture.gouv.fr/cogeter/16-03-99-internet-listes.html>

³ Cf. par exemple <http://references.modernisation.gouv.fr/charte-internet-de-letat> de février 2012.

⁴ Cf. http://archives-lepost.huffingtonpost.fr/article/2011/10/11/2611370_au-fait-on-dit-internet-l-internet-voire-les-internets.html

⁵ Cf. http://66.46.185.79/bdl/gabarit_bdl.asp?t1=1&id=1638

Chapitre 1

Internet et son histoire

Internet est un terme utilisé de façon de plus en plus large pour désigner les réseaux et ce qu'ils supportent en termes de services et d'applications, qui recourent au même protocole, IP. Cette réalité est aussi fréquemment désignée sous le nom de web, ou toile, bien qu'à l'origine, cette dernière appellation qualifie un ensemble d'applications structurées autour des liens hypertextes, qui ne forment qu'un des types d'applications disponibles sur internet¹. Nous utiliserons indistinctement ces différentes appellations qui caractérisent la révolution apportée par la communication électronique généralisée de données de toute nature sur ce réseau de réseaux, mondial et géant, mais régi uniquement par le protocole IP.

1. Que faut-il entendre par internet ?

Au début des années 1990, internet ne forme qu'un petit réseau de transmission de données, émergeant parmi d'autres réseaux alors bien plus importants (le réseau X25 supportant le Minitel en France, par exemple), et dont l'expansion très rapide proviendra de la mise en place d'un système d'hyperliens simple et extrêmement efficace. En vingt ans, internet a absorbé pratiquement tous les réseaux de transmission de données – en devenant l'infrastructure support de toutes les applications échangeant des données –, excepté encore des réseaux audiovisuels et des réseaux téléphoniques. Dans les vingt ans qui viennent, on peut, sans grande incertitude, affirmer qu'internet absorbera ces réseaux audiovisuels et téléphoniques, qui ne seront alors que des applications parmi d'autres.

La sphère internet, et ce qu'elle contient ou supporte, doit donc être considérée dans une dynamique englobant peu à peu l'ensemble des réseaux de communication électronique. Cette intégration technique au niveau des réseaux se double d'une expansion rapide de son champ d'intervention au fur et à mesure que les informations de toute nature se numérisent et peuvent donc circuler par la voie électronique. Ce fut le cas de la musique, puis de la vidéo, de la photo, de la télévision, et enfin du cinéma et des publications (presse, livre, etc.). Pareille mutation est également presque achevée dans les univers professionnels.

¹ Les autres sont le courrier électronique, le transfert de fichier (FTP), le *peer-to-peer*, etc.

Internet est donc à la fois un lieu de création de nouvelles activités et un lieu de déplacement/substitution d'activités existantes. Parler de la croissance d'internet ou de l'impact d'internet ne peut s'interpréter sans garder à l'esprit cette dualité de l'internet, qui absorbe des activités au moins autant qu'il les génère, et dont le développement est à la fois extensif et intensif.

Cette dynamique aux frontières mouvantes rend difficile la désignation d'un périmètre précis, c'est pourquoi la délimitation d'internet suscite encore autant de définitions qu'il y a de points de vue. Aborder internet sous l'angle technologique conduit à le délimiter selon ses modes d'accès, en constante expansion, puisque désormais de nombreux terminaux et objets peuvent se raccorder sur ce réseau de réseaux, en retenant le périmètre de la connectivité qu'il offre. Aborder internet sous l'angle économique et social, parler de l'économie de l'internet conduit à aborder l'ensemble des effets générés par cette connectivité élargie.

L'OCDE propose de différencier la mesure de l'internet de la mesure de l'économie d'internet (OECD, 2012a). Ces approches doivent, de plus, être confrontées à celles qui concernent plus largement l'économie des technologies de l'information et de la communication (TIC). Internet est un sous-ensemble du champ des TIC, et en même temps il déborde ce champ du fait de ses interventions dans le champ social et économique¹. On peut en cela le rapprocher des transformations induites par l'apparition de l'électricité. La production et la distribution de l'électricité ne rendent pas compte de l'importance des effets de l'électrification d'un pays, de ses activités et de ses produits comme de ses résidences. De même, le secteur des TIC ne peut rendre compte des effets de la numérisation d'un pays, de ses activités comme de ses produits et de ses résidences. Même la distinction entre un secteur qui numériserait et un secteur qui serait numérisé est délicate, car la numérisation est un processus chaîné, dans lequel de nombreux maillons sont à la fois numérisés et "numérisants".

L'OCDE, qui est l'organisme qui réfléchit le plus depuis trente ans sur ces questions, distingue aujourd'hui trois niveaux d'analyse :

1. Une vision statique : la délimitation d'un secteur internet, exprimé comme pourcentage d'une grandeur macroéconomique (PIB, emploi, etc.) ; internet en ce sens croît à raison de sa dynamique interne et externe (par absorption d'activités).
2. Une vision contributive : l'influence d'internet sur les processus d'innovation, de productivité, de compétitivité et de croissance de l'ensemble de l'économie ; ces effets sont délicats à apprécier, car internet est à la fois le moteur et le produit des transformations économiques et sociales.
3. Une vision globale, dans laquelle la dimension sociale ainsi que la dimension économique du bien-être sont prises en compte, sous l'hypothèse qu'internet agit non

¹ On parlait jusqu'alors plutôt d'économie de l'information, ou d'économie numérique. On parle aujourd'hui plus d'économie de l'internet : l'OCDE a ainsi remplacé sa publication "Information Technology Outlook" par une publication intitulée "Internet Economy Outlook". Cela traduit l'effet majeur d'internet, même si subsistent encore aujourd'hui des activités numériques hors réseau. Il semble que la distinction *online / offline* disparaisse rapidement avec l'ubiquité qu'offriront les architectures du *cloud* dans la localisation des informations, dès lors que tous les "objets" seront (vraisemblablement) connectés d'une façon ou d'une autre au réseau planétaire.

seulement sur les dimensions monétaires de l'économie, mais également sur des dimensions non monétaires et donc plus difficiles à mesurer.

Il n'existe pas encore d'approches harmonisées de ces questions, et en conséquence le poids et la contribution d'internet sont méconnus. On estime qu'internet représente de 3 % à 4 % de l'économie des pays développés, proportion pouvant monter jusqu'à 7 %, voire au-dessus de 10 %, selon la façon d'intégrer le commerce électronique. La plupart des travaux menés jusqu'à présent avaient trait à l'économie de l'information, ou économie numérique. S'intéresser désormais à l'économie d'internet manifeste l'importance cruciale des réseaux dans la diffusion des effets, bénéfiques ou non, des technologies de l'information et de la communication. Mais il reste un certain chemin à parcourir avant de pouvoir disposer de résultats tangibles.

Internet englobe donc autant qu'il se développe en propre. En 2030, la distinction entre TIC, internet et numérique devrait être très ténue. Économiquement, le secteur, *stricto sensu*, restera cantonné à une place modeste, comme l'est l'électricité aujourd'hui (2 % à 3 % du PIB). Socialement, internet aura modifié de fond en comble nos manières de vivre, voire de penser.

2. Étapes clés d'internet

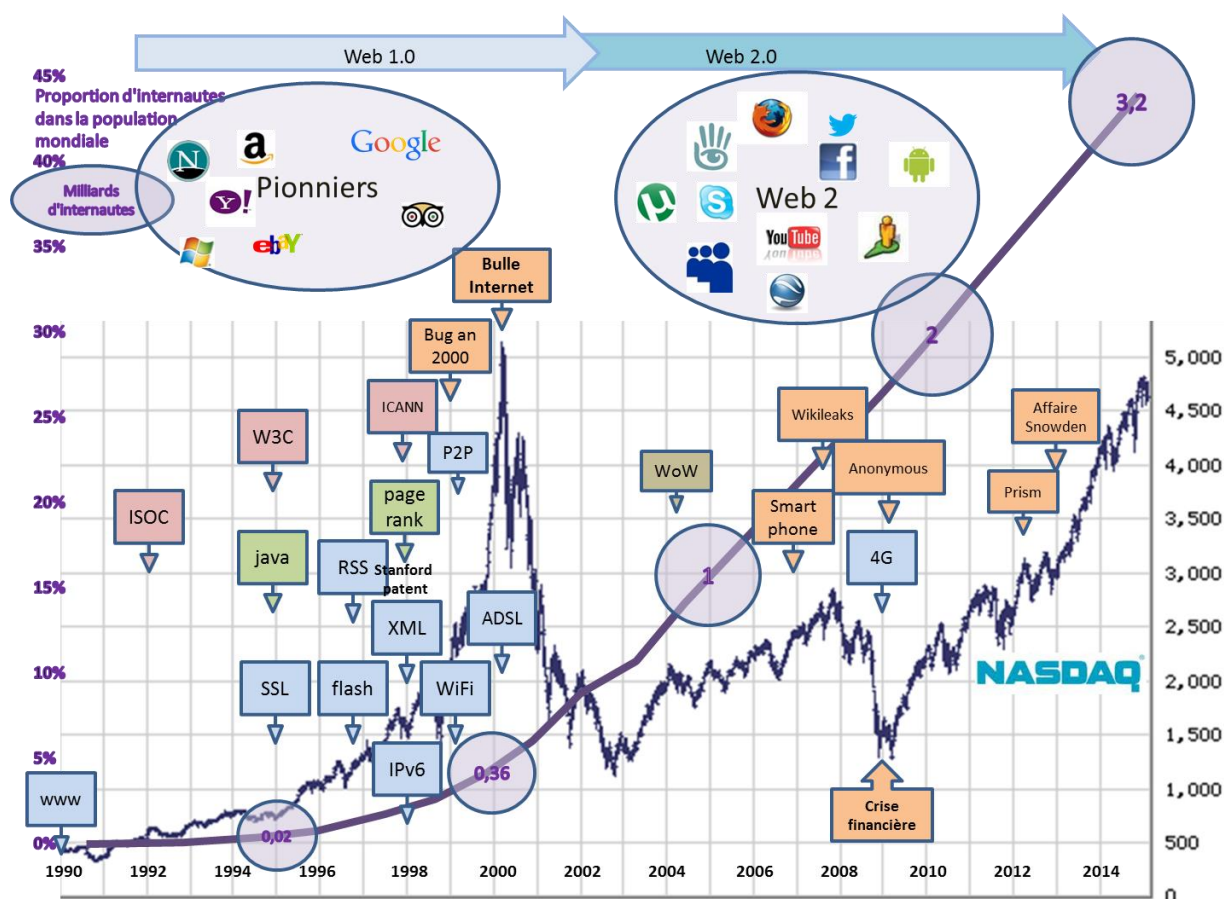
Internet a 20 ans : c'est peu dans le monde réel, mais on a coutume de dire que les années internet sont de même nature que les années-chien, qui densifient le temps d'un facteur 7. L'histoire d'internet est marquée par quatre types d'événements :

1. Le développement des technologies, qu'il s'agisse des générations technologiques successives des outils internet (versions HTML par exemple, passage d'IPv4 à IPv6, etc.), des générations successives des réseaux d'accès ou des innovations qui ont pu marquer le réseau des réseaux, comme XML ou le *page-rank*, brevet déposé par l'université Stanford et confié en exclusivité à Google.
2. Le développement des institutions de la gouvernance d'internet et leurs transformations (ISOC, IETF, ICANN, etc.).
3. L'émergence des acteurs et de leurs produits, des pionniers du web 1.0 aux acteurs du web 2.0. Ces acteurs sont fréquemment emblématiques du web (Netscape, Microsoft, Apple, Amazon, E-bay, Google, Facebook, Twitter, etc.), de même que les produits qui ont marqué son évolution (au-delà des produits phares éponymes des firmes, Altavista, Internet Explorer, Napster, Google Maps, Android, etc.).
4. Les soubresauts de la valorisation du secteur, qui a notamment été marquée par une bulle boursière majeure autour de l'an 2000, puis par les effets de la crise financière de 2008.

Le schéma qui suit rappelle rapidement les grandes étapes d'internet selon ces différentes dimensions, sur fond d'évolution contrastée, ce qu'illustre l'indice boursier du Nasdaq, qui témoigne le mieux de la bulle financière, et sur fond de la progression au contraire régulière de la proportion de la population mondiale utilisant internet, qui s'élève à environ 44 % à la fin 2014.

Les innovations qui ont porté le web 2.0 sont pour la plupart naturellement inscrites sur la période du web 1.0, amplifiées par l'apparition du smartphone et dorénavant de la 4G.

Figure 1 – Jalons de l'histoire d'internet



Dans les vingt premières années d'internet, on peut distinguer deux phases qui séparent à peu près en deux cette période :

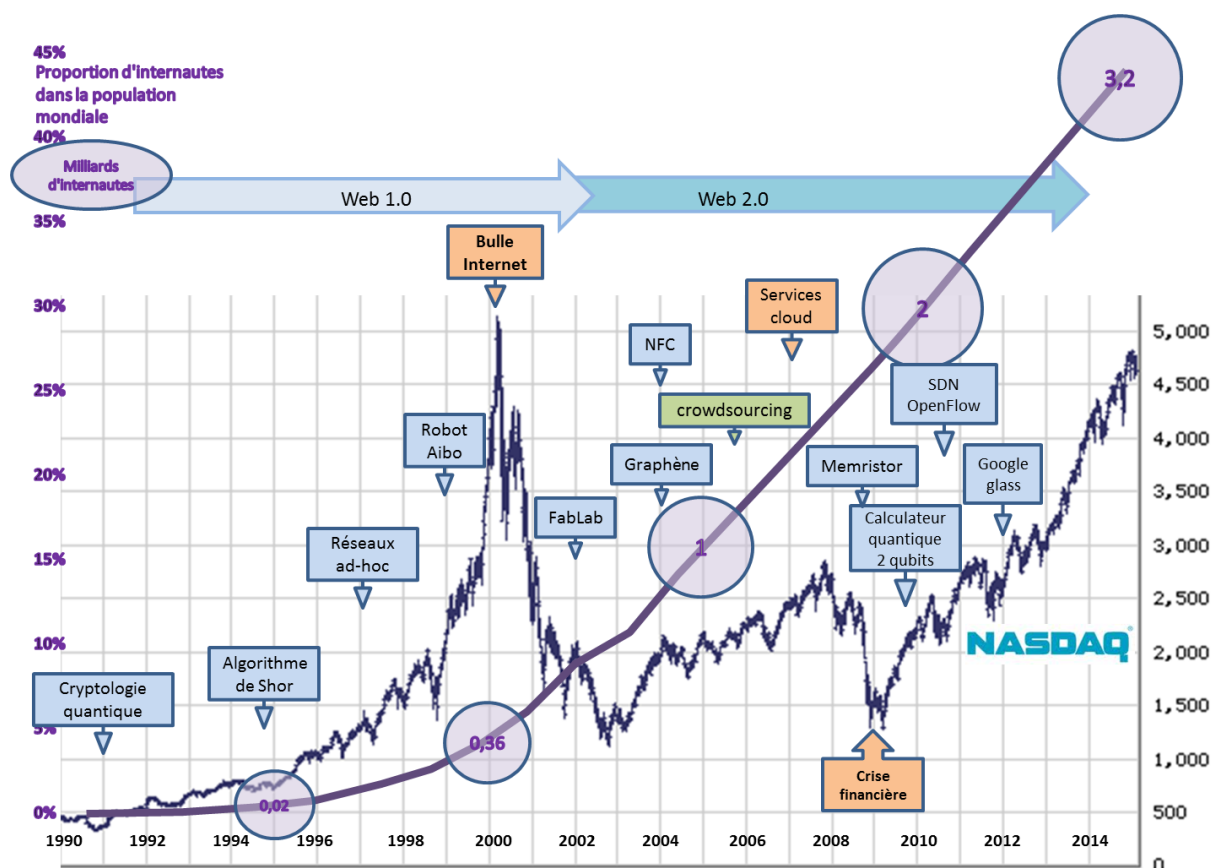
- De 1992 à 2001, la phase communément qualifiée de web 1.0 est dédiée exclusivement à l'organisation et à la dissémination d'informations. Dans cette phase, les services restent limités et l'accès est un accès bas débit à partir du réseau fixe ; le réseau ne fournit aucune garantie de service, ce qui élimine peu ou prou le déploiement de services en temps réel.
- De 2002 à 2011 intervient la phase qualifiée de web 2.0¹. Internet se déploie alors, grâce à l'introduction de l'ADSL, à partir d'accès haut débit ouverts de façon permanente, et commence à bénéficier de dispositifs d'accélération de livraison de contenus (les CDN – *Content Delivery Networks*) tandis que se mettent en place de

¹ L'expression web 2.0 date de 2003, mais n'a été adoptée que dans les années 2004-2006.

nombreux outils d'analyse des trafics et des audiences (*Web Analytics*). Le web 2.0 se caractérise par une implication plus forte de l'utilisateur, du fait d'un accès aisé et d'interfaces plus intuitives, se traduisant par des contributions importantes et des interactions plus intenses (web social). L'utilisateur devient actif.

Le web 1.0 a porté la bulle internet, qui grossit entre 1996 et 2000, atteint son pic en mars 2000 (avec l'indice phare technologique, le Nasdaq, dépassant les 5 000 points) et dégonfle ensuite rapidement¹. La prise de conscience qu'internet pouvait révolutionner les activités économiques et sociales s'est faite progressivement à partir de l'introduction en bourse de Netscape, en août 1994, qui voit son cours s'envoler dès le premier jour et la valeur de la jeune société dépasser au terme de la journée les 2 milliards de dollars. Pour tous les acteurs, l'univers IP devient de plus en plus crédible et soutient le mythe d'une nouvelle économie. Les valorisations s'envolent, les investissements dans les réseaux décollent, les capacités et trafics explosent, rendant peu à peu effectifs des services en temps réel et une participation plus active des usagers.

Figure 2 – Quelques innovations portant le futur d'internet



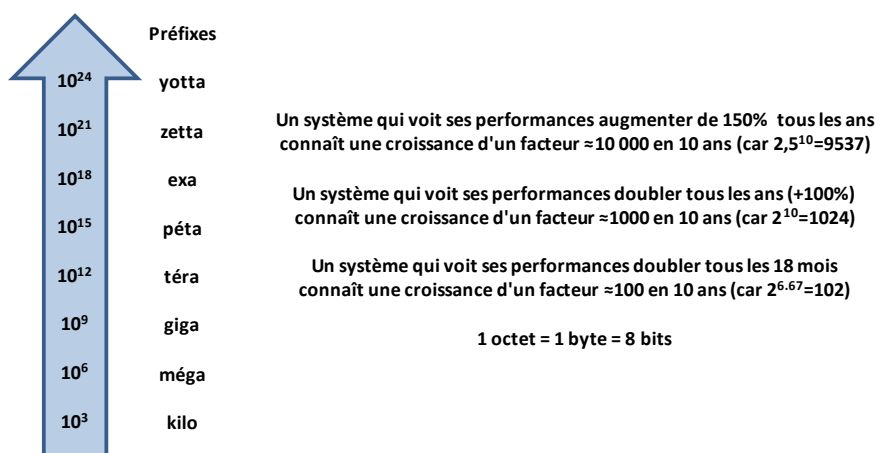
¹ Le Nasdaq, qui n'a dépassé les 3000 points que début 2012, reste, début 2015, 15 ans après la bulle, toujours en deçà de son pic de 2000 (4500-5000 points).

3. Une croissance explosive

La caractérisation d'internet s'exprime également dans sa volumétrie. Internet a débuté dans les années 1980 avec des débits téléphoniques, puis a connu de façon accélérée des volumes de trafic que personne n'aurait osé anticiper.

En 2014, 60 exabytes environ par mois auront été véhiculés sur des réseaux IP, contre 2 petabytes en 1996, soit 30 000 fois plus en dix-huit ans¹. Le taux de croissance annuel de ce trafic, supérieur à 100 % durant de nombreuses années (jusqu'en 2002), est cependant descendu aujourd'hui en dessous de 25 %.

Figure 3 - Points de repère sur les unités



Internet est, à la mi-2014, constitué d'environ 67 000 réseaux indépendants (dénommés *Autonomous Systems* – AS), mais interconnectés². Ces systèmes s'échangent leur trafic selon différents modes d'interconnexion, pour partie en *peering*, sur un mode gratuit, pour partie en transit, sur un mode payant. Une part croissante est constituée de trafic de et vers des terminaux mobiles, mais celui-ci représentait toutefois en 2011 moins de 3 % du trafic total.

Le trafic sur internet devrait continuer à croître annuellement à des taux considérables (+ 23 % encore d'ici à 2018 selon Cisco). Si l'on poursuit cette estimation sur des taux décroissants, on parvient à l'horizon 2030 à des trafics de l'ordre de 1 000 exabytes (EB) par mois (soit un zettabyte). Ramené à la population mondiale, ce chiffre passe de 8 Gb par mois par individu en 2014 à plus de 100 Gb en 2030.

Sur les 43 exabytes de trafic IP écoulés par mois en 2012, un peu moins de 80 % correspondent à du trafic internet, y inclus 3 % à partir de mobiles. 86 % sont le fait de consommateurs non professionnels. Un tiers du trafic est généré en Amérique du Nord, autant en Asie, l'Europe comptant pour 28 %. Mais cette structure de trafic devrait se transformer rapidement avec la montée rapide de l'Asie, qui représenterait

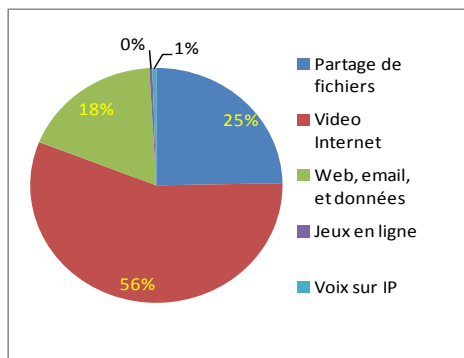
¹ Sources : Wikipedia, article Internet Traffic et Cisco VNI, 2013.

² Le plus grand AS est l'AS4134, qui appartient à Chinanet-Backbone, suivi de l'AS721 appartenant au Département de la Défense des USA. Il existe des AS ne comprenant qu'un routeur. Un trajet IP traverse aujourd'hui en moyenne 6 AS et 16 routeurs.

autour des années 2020 plus de 50 % du trafic mondial, et la croissance de la part du mobile.

69 % du trafic IP en 2012¹, soit environ 30 exabytes par mois, représentent le trafic internet des consommateurs. Par type de trafic, la répartition est la suivante :

Figure 4 – Structure du trafic internet des consommateurs *global IP* en 2012



Source : Cisco VNI, 2012

Ce sont là des prévisions tendanciellles qui consacrent la très grande suprématie de trois catégories de trafic : le trafic vidéo, le partage de fichiers et le couple web-email dans son acception traditionnelle. À noter le poids insignifiant de la téléphonie², alors que la voix porte encore l'essentiel des revenus des opérateurs de télécommunications, notamment sur réseaux mobiles. Les nouvelles applications d'internet (comme l'internet des objets) ne sont pas prises en compte, mais leur trafic pourrait rester limité durant encore quelques années, malgré l'explosion des objets connectés.

En termes d'information, les évolutions sont probablement encore plus impressionnantes : une toute petite partie de l'information actuellement produite est stockée et l'humanité doublerait son capital de données numériques originales (c'est-à-dire compte non tenu des nombreuses copies) à un rythme situé entre un et deux ans³.

Pour compléter ce rapide tableau quantitatif, signalons qu'en 2014 environ 80 % de la population des pays développés accède à internet et l'utilise d'une façon ou d'une autre. Ce pourcentage tombe à 10 % pour les zones les moins équipées (Asie du Sud et Afrique subsaharienne). En moyenne, 45 % de la population mondiale, soit plus de 3,25 milliards d'individus, accéderait à internet et l'utiliserait en 2014. Ces chiffres doivent être pris comme des indications, aucune enquête sérieuse ne permettant de les livrer de façon précise au niveau mondial. En 2030, la progression logistique qui est celle de ce type de services devrait conduire à avoir plus des trois quarts de la population mondiale utilisatrice d'internet d'une façon ou d'une autre, principalement sans doute *via* un accès radio : le raccordement à un réseau fixe haut débit (ADSL ou

¹ Selon Cisco, ce sera les trois quarts en 2016.

² Si la moitié de l'humanité téléphone deux heures par mois, avec compression à 8 kbps, cela représente un trafic d'environ 0,2 EB par mois.

³ Pour un état des recherches dans le domaine, lire la "section spéciale" de l'*International Journal of Communication*, vol. 6 (2012) : <http://ijoc.org/ojs/index.php/ijoc>

fibre) atteint à peine 10 % de la population mondiale en 2012, représentant presque 60 % du parc d'accès fixes mondiaux.

Cette explosion des volumes et des accès, continue et massive, n'est pas sans soulever un certain nombre de questions relatives au partage de la valeur générée par internet. Ceux qui écoulent le trafic ne sont pas obligatoirement ceux qui le génèrent, nous y reviendrons, ni ceux qui facturent tout ou partie de la valeur créée.

4. Quelle prospective pour internet ?

La prospective d'internet constitue un exercice particulièrement difficile. Si l'on se reporte vingt ans en arrière, au début des années 1990, bon nombre des situations actuelles étaient difficilement prévisibles. La téléphonie mobile venait tout juste de démarrer sous la norme GSM et la plupart des analystes pensaient qu'elle serait réservée à quelques niches de marché, étant encore largement considérée comme un gadget. Aucune des *dot.com* qui allaient défrayer la chronique en quelques années n'était encore née. Personne n'envisageait la montée rapide en débit qu'allaient favoriser l'ADSL et ensuite les technologies radio. Les notions de moteur de recherche ou de réseau social étaient absentes de tout exercice de prospective.

Or, ce qui nous sépare de 2030 est à peu près ce qui nous sépare de ces fondations d'internet. Nul ne peut, à notre sens, prédire de quoi sera fait internet en 2030. Le progrès technologique est toujours aussi intense et la loi de Moore, même si elle peut s'atténuer quelque peu d'ici là, nous dit que tous les dix-huit à vingt-quatre mois les performances des systèmes doublent, ce qui signifie que dans les deux ans qui viennent la microélectronique fera autant de progrès qu'elle en a fait depuis ses débuts, et ainsi de suite jusqu'en 2030. Désormais, internet irradie l'économie et la société de façon massive. Certes, économie et société conditionnent également, par les usages, par les réglementations, par les disponibilités économiques, les appropriations sociales et les orientations prises par la société numérique, mais cet entrelacement entre développement socioéconomique et numérisation devient de plus en plus intriqué et approfondi.

Faire la prospective d'internet revient donc à faire la prospective de la société et de l'économie, et ce, au niveau mondial, car, comme tout réseau de communication, internet configure le monde. Il est hors de notre propos de procéder à une démarche d'une telle ampleur. Nous proposons donc dans ce qui suit une approche en deux étapes :

- a. À partir d'une analyse rétrospective d'internet, nous tenterons de dégager quelques **tendances** fortes qui nous semblent devoir perdurer sur les vingt prochaines années. Cette analyse permettra, d'une part, d'évaluer les incidences passées d'internet et, d'autre part, de dégager les inerties que cette évolution devrait connaître. Cela ne signifie pas que les tensions soient inexistantes sur ces problématiques, mais elles semblent liées au franchissement de seuils et sont sans doute moins structurantes que les tendances.
- b. Puis, nous mettrons l'accent sur quelques **tensions** qui se font jour dans le développement d'internet et qui nous paraissent pouvoir offrir des bifurcations à

l'écosystème internet ; seront dégagées ici les incertitudes que suscite la dynamique internet, les jeux d'acteur qui les renforcent et les options qui en résultent. Là encore, des tendances se font jour, mais les tensions semblent plus prégnantes sur ces problématiques.

Nous ne cherchons pas, en d'autres termes, à élaborer des scénarios d'internet en l'an 2030 qui auraient toute chance de se révéler fictionnels, comme l'ont été de nombreuses images forgées dans les années 1990 à propos de ce qu'internet allait apporter. Nous préférons tenter d'identifier les points d'incertitude ou de rupture, et les imaginaires associés aux versants possibles de ces évolutions, de façon à catalyser la réflexion autour des quelques controverses qu'internet continue à susciter avec passion.

Pour parvenir à cette fin, quatorze experts ont rédigé des synthèses rétrospectives et prospectives sur les thématiques qui nous ont paru centrales. C'est à partir de ces apports qu'a été élaborée notre réflexion globale sur le passé et le futur d'internet. Cette analyse comporte des lacunes plus ou moins sévères (par exemple sur la propriété intellectuelle, la cybercriminalité ou les cyberconflits, la gouvernance d'internet, etc.) qui mériteraient, pour être correctement traitées, des rapports entiers sur des thèmes par ailleurs largement médiatisés. Les choix retenus pour problématiser le devenir d'internet nous paraissent toutefois donner des axes de réflexion pertinents.

Chapitre 2

Tendances héritées et ruptures d'échelle

En moins de vingt ans, internet s'est imposé comme une réalité incontournable, sur le plan technologique, mais surtout sur les plans économique et social. Pour comprendre les tendances à l'œuvre aujourd'hui, il est intéressant de repérer la dynamique qui a été celle d'internet sur les deux décennies passées, que nous synthétiserons autour de différentes thématiques, associées à un certain nombre de promesses, d'attentes ou de craintes assez profondément enracinées :

a. Internet a profondément bouleversé le système technique des télécommunications. À la fin des années 1990, le monde des technologies de l'information et de la communication était scindé en deux camps, ceux qui pensaient que l'univers IP allait s'imposer *overnight* et ceux qui pensaient que cet univers ne "passerait pas à l'échelle". Aucune de ces prédictions ne s'est réalisée, et internet a évolué lentement mais sûrement, intégrant peu à peu l'héritage technologique antérieur. On est passé des télécommunications aux communications électroniques, et au numérique tout court. Néanmoins, ce système s'est feuilleté, une couche au-dessus des réseaux est apparue, une industrie s'est développée, un système d'innovation s'est mis en place. De ce fait, internet est aujourd'hui un système complexe, doté d'un héritage qui fait inertie.

b. Internet a révolutionné la façon de concevoir l'information et son ordonnancement. Les moteurs de recherche ont structuré non seulement l'accès à la connaissance, mais la connaissance elle-même. Et le mythe d'un accès universel à l'information et à la connaissance s'est révélé contraint par la nécessaire structuration et le filtrage de cette information ou connaissance.

c. Internet a indéniablement transformé les rouages économiques, mais a-t-il dopé la croissance mondiale comme le discours de la nouvelle économie l'a laissé entendre ? Durant ses premières années, internet a suscité un engouement impressionnant qui s'est finalement transformé en "bulle". Quel bilan peut-on tirer de l'impact économique d'internet sur la croissance et la productivité, et sur le développement durable ?

d. Le processus de numérisation, qui a notamment touché les industries culturelles, n'est pas simplement le passage d'un support matériel à un support immatériel : il a entraîné une modification substantielle de la définition, de la production, de la circulation et de la consommation des produits. La notion de contenu a connu des évolutions notables, tout comme la valeur de ces contenus.

e. Internet n'est pas resté le canal de diffusion d'information ou de distribution de produits qu'il était à ses débuts. Il est devenu le siège d'innombrables plateformes de mise en relation, offrant des fonctions de plus en plus complexes à des usagers qui cherchent à se rencontrer autour de différentes préoccupations. Ces offres de service ont donné naissance à une industrie, principalement américaine, forte des externalités qu'elle produit.

f. Internet modifie progressivement de nombreux paradigmes et soubassements de la régulation. Le rapport du produit au marché, les mécanismes concurrentiels, le rapport au territoire, l'innovation, les risques systémiques et les questions de criminalité sont profondément revisités par internet, remettant en cause une conception traditionnelle de la régulation. Entre un internet "hors la loi" et un internet qui fait converger les régulations nationales et les réglementations internationales, un écart important demeure. D'autant qu'internet inspire également des innovations en matière de régulation.

La dynamique internet a été extrêmement forte ces vingt dernières années. Elle va le rester. Mais les contradictions, les écarts, les polarisations constatés ne se réduiront sans doute pas : internet devrait rester un champ de bataille technologique, industriel, réglementaire toujours aussi actif, sur lequel l'Europe a perdu pied, avec un espoir de reconquête modéré.

Cette partie met l'accent sur un héritage extrêmement dynamique, dont les mécanismes principaux restent à l'œuvre. Cela ne signifie pas que l'internet de 2030 sera équivalent à l'internet de 2015 : la croissance continue d'internet lui fait franchir des seuils qualitatifs et quantitatifs qui forment autant de ruptures en termes de perception et de diffusion de ses effets. La rapidité d'évolution d'internet transforme fréquemment une tendance en une rupture : c'est à cette aune qu'il faut lire les développements qui suivent.

1. Le défi technologique

Le défi technologique posé par internet fut d'abord celui du passage à l'échelle (capacité d'un système à supporter une charge très importante) sans dégradation de la qualité de service offerte. Le monde des télécommunications a longtemps douté de la capacité d'internet à le réussir. Si certains problèmes ont pu surgir (la capacité du système d'adressage par exemple), force est de constater que, grâce notamment à la baisse drastique des coûts des matériels de routage et des systèmes de transmission, associée à des performances croissantes, notamment de la fibre optique, le réseau internet a relativement bien résisté à l'accroissement tout à fait considérable de la charge qu'il a progressivement supportée. Ce mouvement n'est pas terminé. Le passage d'individus connectés à des objets connectés présente un nouveau défi à internet en ce qui concerne ses réseaux d'accès ; le stockage centralisé des informations qu'il véhicule (le "*cloud*") soulève de nouveaux enjeux, en termes de flux, de puissance de traitement, mais aussi de qualité de service et notamment de sécurité.

1.1. La transformation des accès et des flux

Le premier moteur du développement d'internet a été la très forte hausse des débits des réseaux d'accès, qui a permis l'écoulement du trafic considérable que nous avons évoqué. Les années 1990 avaient été celles du bas débit, c'est-à-dire le débit alors transmissible sur une paire de cuivre avec un modem téléphonique : 64 kbps, ou le double sur une ligne RNIS (Réseau numérique à intégration de service). L'irruption de l'ADSL dans les années 2000 a multiplié rapidement ces débits par un facteur 100, en offrant de plus une connexion permanente, sur les fréquences hautes de la paire de cuivre. Les années 2010 voient arriver le raccordement en fibre optique, permettant à nouveau de multiplier par un facteur 10 et plus les débits d'accès : la contrainte de débit réside désormais dans les capacités des équipements terminaux. Les réseaux d'accès radio suivent des progressions similaires à travers les générations technologiques successives (2.5G, 3G, 4G, etc.), mais en offrant des débits environ dix fois inférieurs. Compte tenu du rapide basculement des usages d'internet sur des terminaux mobiles (tablettes, smartphones, etc.), les réseaux d'accès radio vont devoir très vite augmenter leur capacité et de façon importante (on parle d'un facteur 1 000 d'ici à 2022).

Évolution des réseaux d'accès radio

Les éléments permettant d'augmenter la capacité radio sont au nombre de trois : la bande passante (spectre) allouée, l'augmentation de l'efficacité spectrale (nombre de bits transmis en moyenne par hertz) et la réutilisation du spectre sur divers points géographiques (antennes directionnelles, actives, intelligentes, densification des stations de base y compris au travers de déploiement de femtocells, etc.). La conception des futurs systèmes doit prendre en considération également des contraintes d'impact sur la santé et d'efficacité énergétique.

La bande passante disponible est limitée par des contraintes physiques, notamment de propagation : le spectre pertinent pour les applications visées est limité. Les opérateurs estiment avoir besoin de dix fois plus de bande passante d'ici 2022. La segmentation actuelle du spectre pose des problèmes d'interopérabilité et de coûts de terminaux. La radio cognitive apporte une solution en permettant une allocation dynamique du spectre en fonction notamment des besoins des divers systèmes devant le partager, à un endroit donné et à un moment donné. Mais la diversité existante et croissante des technologies limite l'exploitation de tout le potentiel de la radio cognitive. Un des objectifs de la 5^e génération de réseaux mobiles (5G) sera de permettre la coexistence des diverses technologies en facilitant l'évaluation de l'usage du spectre et son allocation dynamique entre divers systèmes. Ne peut-on pas également envisager une libération des bandes audiovisuelles dédiées, les services correspondants devenant des services "banalisés" sur internet et les bandes réallouées aux services de communication électronique ?

Diverses technologies permettant un meilleur usage du spectre arrivent à maturité et seront très probablement largement déployées d'ici 2030. Nous pouvons citer le *beamforming* en 3D (antennes actives)¹, le massive MIMO et la collaboration entre stations de base. Diverses évolutions architecturales sont envisagées : l'extension de l'auto-organisation pour s'adapter dynamiquement à des changements de contexte (SON – Self-Organized Networks), le découplage des plans de données et de contrôle dans les stations de base – ce qui permet de centraliser certaines fonctions actives au travers par exemple de ce que l'on appelle le *cloud RAN* et les technologies de radio sur fibre, la densification des antennes et relais et les

¹ <http://en.wikipedia.org/wiki/Beamforming>

communications directes entre terminaux des usagers (D2D, "Device to Device") sous contrôle du réseau ou non (réseau ad hoc).

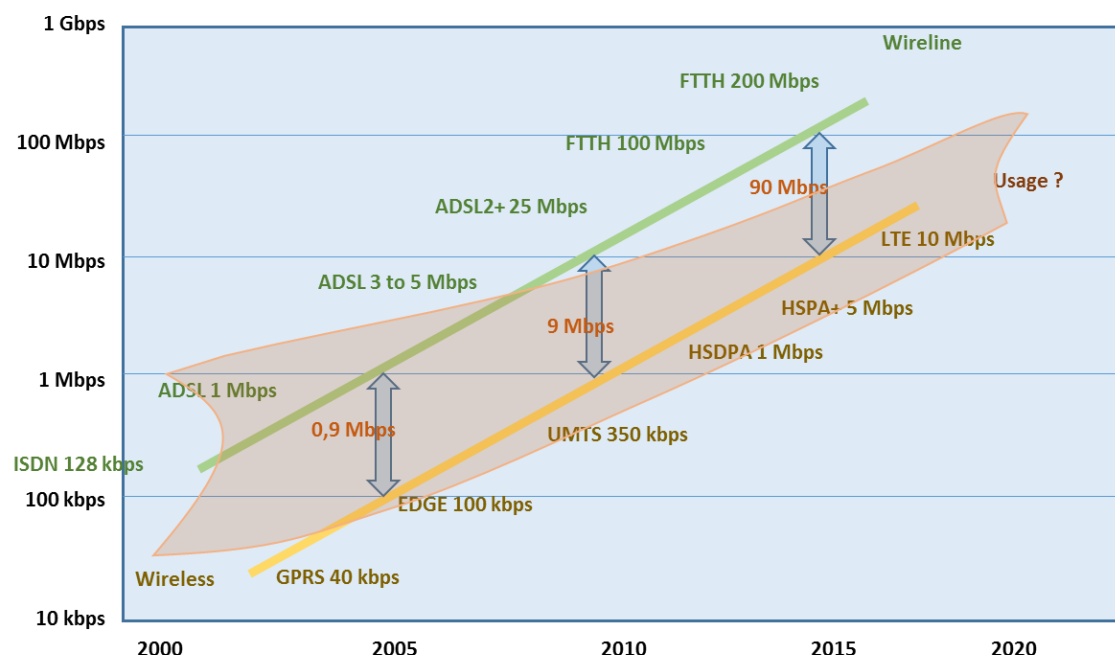
La notion de réseaux mobiles ad hoc est ancienne, le groupe IETF MANET (Mobile Ad hoc Network) travaillant dans ce domaine a été créé en 1997. Malgré les solutions proposées, notamment pour les protocoles de routage, les réseaux ad hoc sur la base de terminaux clients ne se sont pas encore généralisés. Le concept de D2D est différent : les communications restent sous contrôle de l'opérateur qui peut garantir un bon usage du spectre, la sécurité, la mise en relation automatique quand il y a proximité, le basculement sur d'autres technologies radio quand cela est pertinent. Les réseaux ad hoc, tels que définis par MANET, sont par principe autoconfigurés.

Malgré un démarrage lent, il est possible d'envisager un usage massif des réseaux ad hoc d'ici 2030. Divers acteurs pourraient les promouvoir, et notamment les constructeurs de terminaux mobiles (smartphones, tablettes, etc.) ainsi que certains acteurs du *cloud*. À titre d'exemple, les constructeurs proposent des solutions d'acheminement des SMS par internet dès lors que les deux terminaux en correspondance y sont connectés, hors contrôle des opérateurs de réseaux qui ne peuvent plus, dès lors, facturer le service. Le même principe est valable pour les appels voix et les connexions multimédia. Dans ce contexte, l'opérateur mobile ne fournit qu'un accès à l'internet, ou même ne fournit rien du tout si un accès Wi-Fi est disponible.

Comment se connecte-t-on sur internet ? Essentiellement à travers un écran, qui présente les sites ou les contenus qui sont requis. L'écran d'origine (avec ses périphériques) a longtemps été l'écran de l'ordinateur individuel, fixe puis portable (*laptop*). Depuis un petit nombre d'années, nous disposons d'une multitude d'écrans autres, qui sont connectables sur internet : écrans du téléphone, d'une tablette, d'une console, d'un téléviseur, d'une montre, de lunettes, sur parebrises, etc. Une étude de Google (2012) conduite aux États-Unis montre que ces écrans sont utilisés de façon fréquemment complémentaire et parfois substitutive. Ainsi, en 2015, nous accédons à internet à travers une multiplicité de terminaux *via* une multiplicité de réseaux, à des débits variables mais en constante progression.

Ces tendances ont été régulières et elles restent lourdes. Cela laisse penser que la montée en débit, tant en accès radio qu'en accès filaire, n'a pas de raison de plafonner : depuis trente ans, les technologies de l'information et de la communication suivent cette fameuse loi de Moore, qui n'a aucun fondement technique mais qui traduit le fait que l'industrie qui fournit ses composants investit régulièrement de façon à la vérifier. À chaque étape de ce développement, la question a régulièrement surgi de savoir si l'utilisateur aurait besoin de plus de puissance, de débit, de stockage. À chaque étape, les seuils atteints ont été franchis de façon assez régulière, même si de légères variations peuvent être constatées autour de cette tendance. Il ne fait guère de doute que la fibre optique sera disponible en 2030 en presque tout point du territoire sur lequel le cuivre était déjà installé. Le déploiement des réseaux mobiles sera plus étendu, mais les débits offerts seront inférieurs à ceux de la fibre. La façon dont ces accès seront offerts peut en revanche être discutée.

Figure 5 – Évolution des débits des réseaux d'accès



Le schéma ci-dessus illustre l'évolution exponentielle des débits des réseaux d'accès filaires et radio. Il souligne d'une part l'écart croissant de ces débits et, d'autre part, l'interrogation qui subsiste sur l'évolution des besoins des usagers qui pourraient ne pas progresser à la même vitesse, favorisant les raccordements radio qui nécessiteront, quoiqu'il arrive, une densification croissante des réseaux filaires optiques.

Non seulement le terminal d'accès va prendre de multiples formes et se banaliser, jusqu'à devenir un élément d'infrastructure dans le contexte des réseaux ad hoc, mais le réseau sera de plus en plus unifié : la notion de réseau mobile tendra à disparaître pour laisser place à des réseaux d'accès (radio, filaire) sur un réseau unique vu de l'utilisateur, car sans doute toujours formé de l'interconnexion de multiples réseaux. En termes d'implémentation, la mobilité ne sera qu'une fonction parmi bien d'autres, fournie sur les infrastructures génériques présentées dans la section 1.3.

Les communications D2D vont devenir de plus en plus importantes, avec ou sans contrôle d'opérateur. Il est probable que les constructeurs de dispositifs mobiles favoriseront cette évolution en affaiblissant par ce biais la position des opérateurs. L'augmentation de la densité de dispositifs mobiles avec une importante capacité de calcul et de stockage contribue à l'évidence à cette dynamique.

1.2. Internet des objets, *cloud computing* et *big data*

Le deuxième moteur du développement d'internet réside dans le passage de connexions humaines à des connexions d'objets, qui permettent d'envisager une croissance toujours aussi forte à la fois des accès et du trafic. Bien au-delà des questions de trafic, ce passage transforme profondément le paradigme du réseau, en

amenant une fusion progressive des mondes réels et numériques et en ouvrant de ce fait d'innombrables opportunités pour l'ensemble des secteurs verticaux. Cette nouvelle étape d'internet, qualifiée d'internet des objets (IdO ou IoT – *Internet of Things*), manifeste une évolution sensible du réseau, qui "augmente" l'homme ou son environnement pour mieux le servir. L'irruption d'objets communicants en grand nombre va rendre plus "intelligents" un certain nombre d'équipements et produire une nouvelle masse de données issues des capteurs de toute sorte présents dans ces objets¹. Cette masse de données sera mobilisée pour offrir de nouveaux services ou de nouvelles fonctionnalités des services existants, qui pourront notamment mobiliser des actionneurs disséminés dans le réseau. Les trafics engendrés par l'internet des objets vont générer des volumes gigantesques d'information d'une très grande diversité de formats. Les profils de trafic de ces services et leurs exigences fonctionnelles seront sans doute assez radicalement éloignés des trafics présents aujourd'hui sur le web. Leur développement passe aujourd'hui plutôt sur des intranets que sur l'internet, avec des difficultés d'interopérabilité, et les architectures mobiles actuelles (y compris la 4G) ne semblent pas adaptées à ce type de trafic (point qui est sujet de la définition de la 5G). Cette transformation majeure, qui est en cours, entraîne deux évolutions sensibles, caractérisées par deux mots clés à diffusion universelle [*cloud*] et [*big data*] :

1. Le *cloud* concerne dans un premier temps le stockage des données et la mise en œuvre des applications sur des infrastructures de services centralisées (et non plus sur le terminal). Le déploiement à peu près généralisé des accès haut débit, la capacité d'accéder de façon mobile à internet et la profusion d'objets communicants rendent possible et souvent utile la migration progressive des données et des applications sur des serveurs distants, développant une nouvelle étape de l'ubiquité très capillaire des services offerts. Cet hébergement centralisé est qualifié de "*cloud*" dans la terminologie actuelle (littéralement "informatique dans les nuages"). Mais en fait, il ne s'agit ici que d'une implémentation possible d'un concept plus large. Le concept est celui du "découplage" entre, d'un côté, les données, les applications et les services, et, de l'autre côté, les infrastructures et autres moyens physiques permettant d'y accéder (terminal, réseau d'accès, centres de données, etc.). Outre les avantages connus pour les usagers, cela permet des déploiements bien plus efficaces, en permettant de placer dynamiquement les données et l'exécution des applications aux endroits optimaux, avec des applications distribuées, et notamment en faisant jouer des rôles nouveaux aux réseaux et aux terminaux, comme cela est décrit plus loin. Les terminaux deviennent des passerelles applicatives entre les sous-réseaux d'objets connectés (corporels, à la maison...) et les infrastructures de services, ils

¹ Il n'existe pas de définition standard de l'internet des objets. Dans le sens le plus général, ce terme fait référence à un rapprochement progressif des mondes réels et numériques : les objets du monde réel acquièrent la capacité de communiquer entre eux et avec des systèmes informatiques classiques (à travers divers paradigmes de réseaux et notamment sur l'internet), de s'identifier, de se décrire et donc de présenter les services qu'ils peuvent rendre, de s'autodécouvrir, de se géolocaliser et de s'auto-organiser pour créer des services nouveaux, voire répondre à des requêtes de tout genre (voir Bureau *et al.*, 2009). Les capteurs et actionneurs jouent ici un rôle central ainsi que les paradigmes de réseaux spécifiques tels que les réseaux de capteurs et d'actionneurs (WSAN – *Wireless Sensors and Actuators Networks*). Les réseaux de robots et de nanorobots feront vraisemblablement partie de la vie courante à l'horizon 2030. Le terme "*cyber-physical systems*" est également utilisé pour décrire ce type de système (ou du moins un sous-ensemble).

deviennent une partie intégrante du *cloud* et pas seulement un moyen d'y accéder.

2. La capacité de capture et d'intervention des objets communicants suppose une capacité de traitement dénommée "*big data*" dans la terminologie web, qui mobilise des algorithmes et des infrastructures de plus en plus puissants. Le *big data* impose des synergies fortes entre les industries des TICs et les industries verticales, pour la conception des algorithmes et pour la conception, l'optimisation et le partage des infrastructures.

Le dépôt des données dans le *cloud* permet de restituer à chacun son environnement là où il se trouve, avec des fonctionnalités, sans doute évolutives, de plus en plus performantes. La dissémination de capteurs et d'actionneurs reliés aux réseaux dans des objets de toute nature va également permettre de déployer une multitude de services nouveaux assistant les machines ou les personnes dans leur gestion individuelle ou la gestion de leur environnement. Il s'agit donc en bref de services d'assistance de toute sorte déployés de façon de plus en plus ubiquitaire¹.

Illustration : IdO et médecine

L'IdO va introduire de nouveaux paradigmes dans le monde de la médecine. En effet, de nombreux dispositifs connectés permettent dès aujourd'hui de mesurer divers indicateurs et marqueurs de santé en dehors des centres médicaux et de manière non intrusive et continue. Cela rend possible :

- de suivre en continu l'effet d'un traitement ;
- de détecter rapidement l'apparition d'effets secondaires ;
- de détecter de manière préventive des maladies.

À titre d'exemple, on trouve aujourd'hui sur le marché des lentilles de contact capables de mesurer le niveau de glucose dans le corps ou la pression oculaire. Ces lentilles sont alimentées en récupérant de l'énergie à partir de l'électromagnétisme ambiant. Elles sont par ailleurs capables de communiquer des données à travers une interface radio à un dispositif proche, lequel peut être connecté à un smartphone. Les multiples capteurs et autres dispositifs que nous porterons seront connectés entre eux à travers de ce que l'on appelle un "*body area network*" (BAN). Le smartphone servira de passerelle entre le BAN et le réseau d'infrastructure permettant le suivi du patient à distance et le contrôle des divers dispositifs de santé qu'il porte.

À plus long terme, mais ceci reste à démontrer, des nanodispositifs communiquant par des nanoréseaux circuleront dans notre corps afin de détecter des anomalies et même d'agir en curatif. Par exemple, pour la mesure des dépôts de cholestérol et le "nettoyage" des zones affectées. On pourrait imaginer des nanorobots (souvent appelés nanobots) capables de combattre certains virus ou bactéries.

On appelle de manière générique "*big data*" l'ensemble des technologies, infrastructures et services permettant la transformation des données en information et de l'information en connaissances. Au cœur de ce domaine se trouvent l'analyse et le traitement automatisé des données et informations, et donc l'intelligence artificielle. Cela passe notamment par un développement des technologies sémantiques et

¹ Ubiquitaire = qui est partout.

cognitives, lesquelles commencent à pénétrer nos systèmes d'information. Dans la même veine, les services offerts doivent de plus en plus être sensibles au contexte (*context aware*), celui-ci pouvant comporter un ensemble très large de paramètres, en commençant par la localisation¹.

Ces évolutions consacrent le fait que les usagers, et les objets qu'ils vont connecter massivement, contribuent de plus en plus au trafic et aux contenus disponibles. Les services fournis par les entreprises du web ont donné aux citoyens la possibilité d'agir autrement que par des requêtes.

D'abord, au travers de la production de contenu : les consommateurs en ligne de contenu deviennent des *prosumers* (terme inventé à partir des mots anglais "*producer*" et "*consumer*"). Mais le rôle actif des usagers ne s'arrête pas là et dépasse celui de la production de contenu, au moins dans deux directions : la production d'applications et le *crowdsourcing*. Des plateformes informatiques permettent dès à présent à des individus sans aucune compétence informatique de développer de nouvelles applications en une suite de clics et de les commercialiser en ligne, également en quelques clics. Cela se limite aujourd'hui à des applications simples, mais va se généraliser à des solutions de plus en plus complexes. Du point de vue technologique, on trouve des approches de programmation très modulaires avec des outils permettant l'orchestration de composants décrits au travers de la définition des services qu'ils offrent (SOA – *Service oriented architecture*). Tout usager de l'internet devient potentiellement un producteur et distributeur d'applications de plus en plus sophistiquées, lesquelles sont intégrées à divers degrés avec les réseaux sociaux. Même si le principe de "magasin d'applications" date de l'époque du Minitel, la puissance des outils de développement et la couverture globale de l'internet font que ce concept transforme profondément les fondements du marché.

Le *crowdsourcing* peut être vu dans cette perspective comme le franchissement d'une étape supplémentaire : les usagers s'organisent sans se connaître pour collaborer dans la réalisation de tâches de tout type, en général non liées au marché des services et applications en ligne. Aujourd'hui les plateformes de *crowdsourcing* sont limitées, mais de nouvelles architectures rendront possible une auto-organisation des acteurs pour ainsi exécuter conjointement des actions de plus en plus complexes. Reste le problème de la validation des résultats obtenus.

Quand les "utilisateurs" produisent des données de référence

L'exécution de tâches externalisées par un groupe de contributeurs – *crowdsourcing* en anglais – naît dès 1971 sous la houlette de Michael Hart, fondateur du Gutenberg Project : en 2011 ce projet, dont l'objectif est la numérisation des textes des ouvrages de la littérature mondiale, annonce plus de 40 000 ouvrages à son catalogue², numérisés par plusieurs milliers de bénévoles. Certaines disciplines profitaient depuis longtemps déjà de l'aide des amateurs pour relever quantité d'informations : astronomie, botanique, etc. Mais l'informatisation a transformé ces pratiques et ce sont maintenant les amateurs eux-mêmes qui saisissent les informations dans de grandes bases de données. Celles-ci ne sont plus forcément gérées par les professionnels mais parfois par les amateurs. Le réseau francophone Tela Botanica, fort de plus de 18 000 botanistes, s'est ainsi donné pour objectif, entre autres, de collecter des données pour les mettre librement à disposition.

¹ Nous devrions voir rapidement apparaître un adressage géolocalisé.

² <http://www.gutenbergnews.org/20120708/project-gutenberg-40000th-ebook-milestone/>

Depuis le début des années 2000, le *crowdsourcing* ne paraît avoir aucune limite. On ne compte plus aujourd'hui les projets d'ampleur, inimaginables il y a encore quelques années. Wikipédia en est bien sûr l'exemple phare avec, en une dizaine d'années à peine, plus de 34 millions d'articles rédigés par des centaines de milliers de contributeurs dans plus de 288 langues¹ ! Cette fulgurance n'est pas un cas unique. D'autres projets lui emboîtent le pas qui semblent également promis à un succès au moins équivalent. Ainsi OpenStreetMap² qui, en moins de huit ans, a réussi à produire une base de données cartographiques mondiale en concurrence directe avec ses équivalents commerciaux comme Google Maps ou bien Bing Maps de Microsoft³. D'autres projets, plus jeunes et pour le moment plus modestes, adoptent les pratiques qui ont fait le succès de Wikipédia et d'OpenStreetMap : décentralisation, ouverture à tous les contributeurs, données publiées librement au moment même où elles sont saisies. Ce modèle semble fonctionner dans des domaines aussi divers que la météorologie (OpenWeatherMaps), les données des produits alimentaires (OpenFoodFacts) ou bien encore la musique (Musicmoz).

Au-delà des internautes, des myriades de capteurs vont recevoir la mission de contrôler le bon fonctionnement des réseaux, de mesurer certains paramètres (trafic, température, qualité de l'air, bruit, etc.), de détecter d'éventuels problèmes (incendies, crues, glissements de terrain, etc.), de surveiller des espaces (une caméra de vidéosurveillance, dont le signal est généralement analysé par un logiciel de reconnaissance de formes, est un capteur comme un autre). Les machines, les palettes, les véhicules, voire chaque produit, s'identifient, se localisent, rendent compte de leur état. Et de plus en plus de produits disposent de capacités communicantes, qu'il s'agisse d'en faciliter la maintenance, d'en mesurer et d'en surveiller l'usage, de leur ajouter des services, etc. On estime qu'il y aurait déjà trois à cinq fois plus d'objets connectés que d'humains, et cette disproportion ne devrait que s'accroître. L'humanité produit certainement beaucoup plus d'informations qu'auparavant, dans une croissance exponentielle. Mais surtout, elle la conserve, la duplique, l'exploite et la transforme infiniment plus qu'auparavant. Enfin, elle tend à considérer comme des données à enregistrer et analyser toutes sortes de faits, de phénomènes et d'actions qui ne semblaient jusqu'ici pas le mériter, ou que l'on ne savait tout simplement pas discerner.

Illustration : IdO et gestion de l'énergie

Les modèles de service des compagnies électriques se caractérisent par un niveau de robustesse élevé, mais par un grand manque de flexibilité pour gérer la demande, en particulier dans les situations de crise. En effet, l'unique action que le réseau peut réaliser à distance s'il y a un problème est de déconnecter un ensemble d'utilisateurs ; cela vient du fait que les seuls dispositifs traditionnellement disponibles chez l'utilisateur sont un compteur et un interrupteur qui déconnecte l'utilisateur en cas de surconsommation.

Cela ne répond pas aux nouveaux besoins, comme celui de disposer à la maison d'équipements de santé (par exemple, une machine de dialyse), qui ne doivent pas être déconnectés.

Par ailleurs, la courbe de demande des réseaux électriques montre que le temps pendant lequel la demande se trouve entre 90 % et 100 % du maximum de production est de seulement quelques jours par an, ce qui induit des dépenses très lourdes, soit en investissements soit en

¹ Janvier 2015, http://meta.wikimedia.org/wiki/List_of_Wikipedias

² <http://www.openstreetmap.org/>

³ Neis P., Zielstra D., Zipf A. (2012), "The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007–2011", in *Future Internet*, 4, pp. 1-21.

achat d'énergie, qui seraient évitées si on pouvait lisser la courbe de demande. De plus, pour répondre à ces pics, les compagnies électriques font souvent appel à des moyens de génération fortement polluants.

La gestion de la demande en situation de crise pourrait être significativement améliorée en interconnectant le système de contrôle du réseau électrique à des systèmes de maisons et immeubles intelligents capables de mesurer et de contrôler la production, le stockage et la consommation électrique des divers dispositifs chez les clients. Le stockage d'énergie chez les usagers devient économiquement viable et représente une piste importante pour le lissage de la courbe de demande. Les batteries des voitures électriques peuvent jouer ici un rôle important.

La gestion efficace de la grille électrique nécessitera l'accès aux données de la maison intelligente et celles concernant les comportements des utilisateurs. Cela pourra requérir le déploiement d'un dispositif en complément du compteur intelligent, que certains appellent une "*energy box*". Par ailleurs, des solutions fondées sur des architectures IoT sont à l'étude et/ou en cours de déploiement pour un meilleur contrôle du réseau électrique, notamment dans le contexte des plans de contrôle distribués nécessaires pour une gestion efficace des grilles intelligentes intégrant la génération locale (sur la base d'énergies renouvelables) déployées par divers acteurs, y compris les usagers (e.g. micro-grilles intelligentes).

Pour que tous ces systèmes fonctionnent ensemble, un point essentiel sera celui de l'interopérabilité de ces divers systèmes hétérogènes. Il faut en effet réussir l'interopérabilité des systèmes utilisés dans la grille intelligente, la maison intelligente, les communications inter-véhiculaires, la gestion des catastrophes naturelles, la protection de l'environnement, l'automatisation de processus industriels, la surveillance et le tracking, etc.

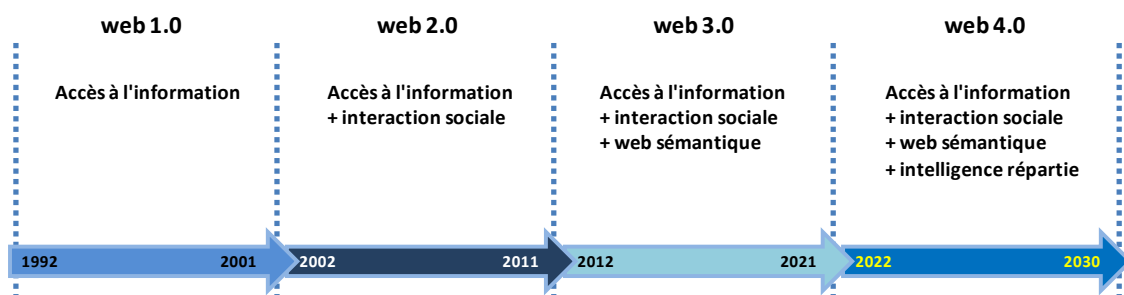
Rendre possible de nouveaux paradigmes pouvant répondre à des problèmes critiques requiert l'interaction de mondes technologiques divers ayant souvent des contraintes de fonctionnement strictes et spécifiques. Tous ces services nécessiteront l'intégration et le traitement, parfois en temps réel, de quantités massives d'information. Nous sommes dès lors confrontés à un problème majeur, car les divers domaines s'orientent en effet naturellement vers des solutions différentes, ce qui engendre de grandes difficultés d'interopérabilité. Or, les services à l'horizon 2030 seront nécessairement transversaux aux domaines et aux industries correspondantes.

Il faut donc, d'une part, favoriser des initiatives conjointes tendant à la normalisation des systèmes facilitant l'interopérabilité à toutes les étapes de la chaîne de valeur, des infrastructures de communication aux services et formats de données, et, d'autre part, concevoir des architectures efficaces pour l'intégration de solutions hétérogènes. Ces architectures devront être flexibles, programmables et auto-organisées pour s'adapter dynamiquement à l'évolution des services.

Le passage à l'échelle imposera sûrement une architecture distribuée, avec des passerelles entre ces mondes hétérogènes, ayant la capacité de stocker des données et de réaliser des traitements partiels des informations, de faciliter la découverte et l'orchestration des services. Cela passera éventuellement par une extension du *cloud* à ces systèmes et, au-delà, aux réseaux de dispositifs capables de s'autoconfigurer pour réaliser localement des traitements évolués de l'information, et d'interagir avec leur environnement, et cela à toutes les dimensions spatiales et temporelles.

Ces transformations accompagneront le nouveau web, le web 3.0, qui sera un web sémantique. Une vision simpliste du web sémantique est celle de moteurs de recherche capables de "comprendre" la sémantique des requêtes afin de fournir des réponses mieux adaptées aux besoins des usagers. Cela facilite le tri qui s'impose à la suite d'une recherche uniquement basée sur des mots clés. Ces technologies sont depuis peu disponibles dans certains smartphones. Mais, dès le milieu des années 1990, la vision du web sémantique était bien plus large que cela : on imaginait déjà des solutions capables d'analyser le comportement des usagers et la suite de leurs actions, et d'en déduire leurs besoins. Il devient alors possible de leur proposer des informations et/ou des services utiles. La convergence de ces services avec la puissance du *big data* ouvre la porte à une véritable extension des capacités des humains et des machines.

Si l'on peut estimer l'ouverture de cette étape à 2012, le passage à l'étape suivante devrait alors intervenir vers 2020. Cette quatrième étape de l'internet (web 4.0 ?) verrait le passage d'objets communicants à des machines connectées, réelles ou virtuelles, rendant de plus en plus autonomes des réseaux de machines capables de comprendre les échanges, notamment au sein des réseaux sociaux, et de produire des raisonnements en ligne (*stream reasoning*), amenant à un développement beaucoup plus poussé du web sémantique.



1.3. Évolutions architecturales

Ces évolutions soulèvent un certain nombre d'interrogations sur le devenir des infrastructures. L'architecture technique et industrielle mise en place pour les web 1.0 et 2.0 est formée de deux couches principales :

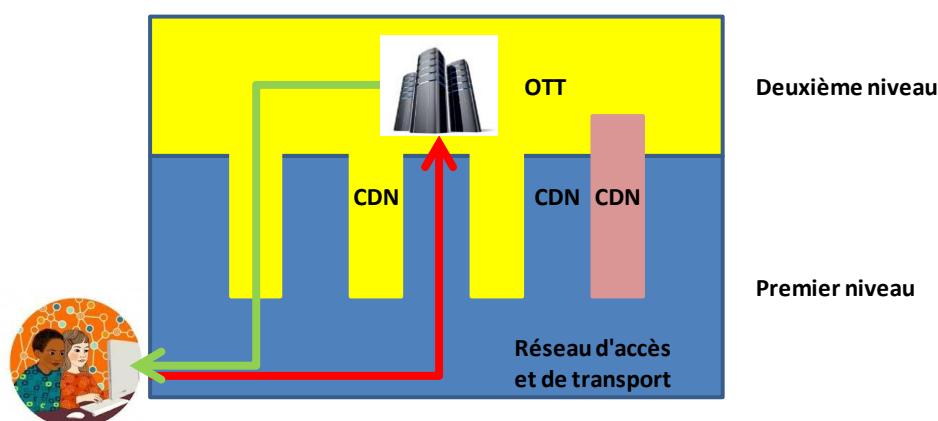
- des réseaux de télécommunications traditionnels, de base ou de premier niveau, construits sur la pile protocolaire TCP/IP, qui assurent l'accès, désormais multiple (fixe, mobile, filaire, radio de type Wi-Fi ou 3G/4G), et l'acheminement des trafics de et vers les serveurs de toute nature qui délivrent des services ;
- des services dits OTT (*over the top*¹) offerts au-dessus de ces réseaux, *sur* ce premier niveau, et qui eux-mêmes peuvent être mis en réseau sur les réseaux de base. Ces services et réseaux sont ceux des grands du web, moteurs de recherche,

¹ "*Over the top*" se traduit difficilement en français. On pourrait parler de couche supérieure. Ce qui est intéressant dans l'expression anglaise est que "*over the top*" signifie également outrancier, exagéré, qui dépasse les bornes, qui est allé trop loin.

stockage et livraison de contenus (photos, vidéos-vod, musiques, télévision, radio, etc.), plateformes de services de toute nature (e-commerce, e-administration, etc.).

Cette architecture à deux niveaux permet à tout nouveau service d'avoir d'entrée de jeu une distribution mondiale en passant par le réseau banalisé de premier niveau, mais, ce faisant, le service doit éventuellement utiliser un réseau spécifique (le *content delivery network* – CDN¹) qui accélère et garantit la qualité de service de l'acheminement de contenus au plus près de l'utilisateur, qui est connecté à un réseau d'accès². Ce réseau (CDN) lui appartient ou bien est offert par une tierce partie. Une alternative est que le réseau d'accès mette en œuvre dans son réseau les équipements qui permettent d'accélérer et de délivrer avec la qualité requise ces contenus en se connectant au plus près des serveurs, au prix sans doute d'une certaine discrimination des acheminements. Ces solutions surgissent parce qu'aucune couche n'est autorisée à commander l'autre couche.

Figure 6 - Imbrication des réseaux et des services



Les OTT, qui contrôlent une grande partie des services offerts sur internet grâce à des innovations récurrentes, concurrencent les réseaux de deux façons :

1. en offrant des services qui viennent directement concurrencer les services des réseaux, tel Skype offrant des services de téléphonie ;
2. en déployant des CDN au cœur des réseaux de premier niveau de façon à améliorer la qualité de délivrance des contenus.

¹ Les architectures CDN et leur évolution CCN (*Content Centric Network*) ont pour objectif de traiter en même temps l'acheminement et le stockage/*caching* du contenu dans les nœuds du réseau. Chaque contenu (e.g. un film) peut être découpé en segments et chaque segment porte un nom. L'acheminement et les décisions de stockage sont basés sur les noms des segments et sur diverses statistiques réalisées sur le trafic. Cette implémentation soulève divers problèmes qui, malgré des annonces du monde scientifique, n'ont pas encore été réellement résolus pour le cas général.

² Akamai détient presque 70 % de ce marché. Dans son modèle d'affaires historique, les clients d'Akamai sont les fournisseurs de contenu ; Akamai dispose d'une très bonne couverture internationale et les fournisseurs d'accès internet facilitent son déploiement pour assurer la qualité de services de leurs clients.

Les années qui viennent vont être le théâtre d'un affrontement de plus en plus vif entre la couche du bas et celle du haut, pour le contrôle du trafic, mais aussi et peut-être surtout le contrôle des services et des applications. En effet, les serveurs OTT ne sont plus uniquement des serveurs de données, mais également comme nous l'avons vu, des serveurs d'application de traitement de ces données : au-delà de l'étape dans laquelle le logiciel n'est plus offert comme un produit, mais comme un service délocalisé (SaaS – *Software as a Service*), la stratégie *cloud* positionne internet comme IaaS (*Internet as a Service*) ou PaaS (*Platform as a Service*).

Cette architecture favorise l'innovation en offrant à toute entreprise la possibilité de déployer une offre de services hébergée dans le *cloud* de façon totalement ajustable, n'étant facturée que pour la partie réellement utilisée de l'infrastructure support. Les jeunes entreprises n'ont plus besoin de déployer des infrastructures coûteuses avant de pouvoir développer massivement leurs marchés. Ces services permettent également aux entreprises en général, et notamment aux plus petites, de réduire leurs coûts. Les moyennes et grandes entreprises, qui ont souvent des services et des applications spécifiques, utilisent des services PaaS et IaaS en complément de leurs propres infrastructures, et cela pour diverses raisons, notamment pour gérer efficacement des pointes de trafic et pour augmenter la robustesse de leurs systèmes d'information (*backups*, basculements en cas de panne, etc.). Amazon, avec son service *Elastic Compute Cloud* (EC2) ouvert en 2006, illustre ce développement d'internet.

L'usage généralisé des services *cloud* doit toutefois répondre à trois exigences : une bonne qualité de service (un service en ligne doit fournir une qualité d'expérience non dégradée par rapport à un service local), une forte sécurité (par rapport aux risques réseau et système) et la conformité au cadre réglementaire, notamment en ce qui concerne la localisation des informations. Les services *cloud* en mode OTT ne répondent pas encore à ces exigences et les opérateurs de télécommunications voient là une porte d'entrée pour un positionnement plus fort sur ce marché. En effet, en contrôlant le réseau ces opérateurs peuvent contrôler toute la chaîne de composition du service, mais ils sont le plus souvent limités par une couverture généralement locale ou régionale.

Les années qui viennent vont dès lors connaître des développements industriels autour de trois options possibles :

- la fédération d'opérateurs de réseaux régionaux afin de pouvoir offrir des services globaux concurrentiels à ceux des acteurs OTT : sont en position favorable ceux des opérateurs de réseaux qui disposent déjà d'infrastructures internationales développées depuis les années 1990¹ ;
- le déploiement par les OTT de leurs propres infrastructures de réseaux. À titre d'exemple, Google vient de basculer tout le trafic d'interconnexion de ses centres de données sur un réseau que l'entreprise a conçu, développé et déployé². Il s'est appuyé pour cela sur une nouvelle génération d'architectures basées sur des équipements de réseaux développés à partir de "machines" génériques (par

¹ AT&T, Verizon (MCI), Sprint, Orange, BT et NTT principalement.

² Cf. http://en.wikipedia.org/wiki/Google_platform

opposition à des équipements réseaux classiques, tels que ceux industrialisés et commercialisés par les constructeurs d'équipements de réseaux) ;

- des accords entre opérateurs de réseaux et opérateurs OTT, permettant aux clients des uns ou des autres d'accéder de façon privilégiée aux offres disponibles, que ce soit dans le *cloud* ou sur les réseaux.

Ces évolutions alternatives et complémentaires ne sont pas sans incidence sur le marché des équipements, notamment si celui-ci évolue vers des machines génériques, virtualisables et programmables, fragilisant les équipementiers traditionnels. La place respective des acteurs des réseaux de télécommunications et des acteurs OTT se jouera dans cette confrontation stratégique, commerciale et réglementaire, mais, du point de vue prospectif, l'avenir sera fait d'une intrication de plus en plus forte entre ces deux couches de réseaux/applications que préfigure aujourd'hui l'intégration des CDN entre les acteurs OTT et les opérateurs de réseaux. Coïncés entre la couche haute des OTT et la couche basse des opérateurs de réseaux, les CDN auront vraisemblablement du mal à conserver leur indépendance et leur positionnement dans le déploiement stratégique des deux couches l'une vers l'autre.

Largement utilisée dans les centres de données, la virtualisation est devenue un des principaux vecteurs d'innovation dans les architectures et implémentations des réseaux, avec une tendance à moyen terme au remplacement des équipements réseaux spécifiques par des machines génériques, virtualisées et programmables, et des fonctions réseaux implémentées en logiciel (concept usuellement appelé NFV, pour le terme anglais *Network Functions Virtualization*). La virtualisation des infrastructures va, à terme, transformer profondément la "géographie" des divers secteurs industriels, en effaçant progressivement les frontières existantes et en en créant de nouvelles. En effet, la virtualisation mène à une homogénéisation des technologies qui sous-tendent les infrastructures physiques des divers acteurs.

Historiquement les opérateurs télécoms, les fournisseurs de services en mode *cloud* (e.g. les OTT), les distributeurs de contenu, les agrégateurs d'intranets, d'objets, les acteurs du *big data*, etc., avaient des marchés pertinents bien différenciés. Nous nous orientons très probablement vers un monde où les infrastructures physiques supportant les divers systèmes permettant d'offrir ces services seront communes, opérées par un nombre réduit d'entreprises et sur lesquelles de nombreux acteurs offriront des solutions logicielles, déployées sur ces infrastructures virtualisées et mutualisées, permettant de créer et de fournir des services de plus en plus intégrés et conçus sur mesure.

Cette évolution dépasse largement les marchés qui formaient le cœur de métier des TIC pour englober l'ensemble des domaines sociétaux et des secteurs industriels (énergie, transports, ville intelligente, santé). En effet, les plateformes qui rendent les divers systèmes concernés "intelligents" se baseront sur les mêmes infrastructures physiques. On voit ainsi aujourd'hui les grands acteurs OTT investir des milliards d'euros dans des entreprises liées à ces secteurs. Le rachat de Nest par Google pour 3,2 milliards de dollars illustre le début de ce mouvement.

Il est important d'observer qu'il y a, du point de vue sociétal, un intérêt majeur à mutualiser les infrastructures tendant à rendre "smart" la ville, les transports, l'énergie.

À titre d'exemple, divers acteurs déploient actuellement des infrastructures de mesure (e.g. de comptage) indépendantes avec des caractéristiques similaires (si on exclut les capteurs eux-mêmes). Cela représente un coût très important pour les usagers et la société en général. Il semble pertinent, dans ce contexte, de déployer des infrastructures mutualisées, telles des autoroutes, permettant de répondre à l'ensemble des besoins (capables d'accueillir d'un côté des capteurs spécifiques à chaque industrie et, de l'autre, de fournir des services concernés en s'appuyant, par exemple, sur des plateformes de *big data* communes et la conception d'algorithmes spécifiques).

Ces transformations sont majeures. Elles ouvrent des opportunités mais représentent des risques importants, imposant un nouveau positionnement des acteurs. Dans les futurs écosystèmes nous aurons donc probablement un nombre réduit d'opérateurs d'infrastructures virtualisées, des fournisseurs de briques technologiques (à savoir des composants logiciels qui implémentent les fonctions réseau, *cloud*, contenu, fonctions liées aux industries verticales, etc.) et des fournisseurs de services. Un des principaux verrous sera la capacité à "construire" les services, sur la base de ces composants, sur portefeuille mais également en temps réel, si nécessaire de manière personnalisée, pour répondre aux demandes des usagers, mais également pour libérer la capacité d'innovation dans la création de nouveaux services et applications.

De nouveaux rôles, fédérateurs et orchestrateurs, seront au cœur de ces transformations et pourront être joués par des acteurs existants ou par de nouveaux acteurs. Il est important de noter que certains acteurs considèrent que la 5G ne sera pas "simplement" une nouvelle génération de réseaux mobiles, mais un système global, normalisé, permettant d'implémenter les paradigmes que nous venons de décrire et qui, en particulier, intégrera la mobilité comme une fonction parmi bien d'autres.

Les défis techniques restent donc très prégnants pour parvenir à un réseau qui réponde aux attentes du *big data*, d'un *cloud* interopéré, et de contributions plus massives des usagers. Malgré de nombreux travaux théoriques tendant à mettre en œuvre un meilleur contrôle de bout en bout du réseau et de nouveaux paradigmes d'interconnexion des ISP, les acteurs du marché s'opposent naturellement à ces évolutions, chaque catégorie d'acteur souhaitant non seulement conserver un contrôle sur ses activités, mais les développer au détriment des autres intervenants.

À horizon 2030 nous pouvons imaginer des systèmes complètement automatisés de création et fourniture de services dans un contexte multifournisseurs. Pour répondre à une demande de service d'un usager, le "système" serait capable de la décomposer dans des services élémentaires (ce qui inclut la connectivité réseau), de découvrir qui fournit ces composants et de choisir les fournisseurs en fonction de divers critères extraits de la demande de l'utilisateur (qualité, sécurité, prix), d'orchestrer et composer le service, de négocier avec les parties l'allocation nécessaire des ressources, de surveiller le service en fournissant à l'utilisateur des informations sur sa qualité et ses performances, et d'adapter dynamiquement le service en fonction de l'évolution des usages, en particulier de la charge. Cela suppose bien évidemment des accords entre les acteurs

exploitant les différents niveaux d'infrastructure. L'interopérabilité des *clouds* et la portabilité d'un *cloud* à un autre ne sont pas les moindres des problèmes soulevés¹.

Trois composantes devront être associées dans toute architecture future : le réseau qui assurera la connectivité ; le terminal d'accès, principalement mobile, qui, du fait de ses capacités de traitement et de stockage ainsi que des capacités de communication D2D, fera probablement partie intégrante de l'architecture ; les centres de données et de traitement. Les équipements personnels (tels que les smartphones) pourraient être virtualisés, capables d'implémenter des fonctions terminal, *cloud* et réseau, même dans le cas où ces fonctions seraient gérées par des acteurs différents.

Le *cloud* est aujourd'hui principalement déployé sur la base de grands centres de données. Demain, il sortira de ceux-là et atteindra les points de présence réseau et les terminaux, tous deux virtualisés, lesquels fourniront des ressources de traitement et de stockage. Les applications seront distribuées ; à titre d'exemple, une application médicale fera un premier traitement des données corporelles au niveau du terminal et seules des informations prétraitées, agrégées, seront transmises au centre de données. Dès lors, ce ne sont plus seulement les opérateurs de réseau et les firmes OTT qui sont concernés par ces évolutions, mais également les fabricants de terminaux et, plus largement, les équipementiers télécoms et informatiques : toute l'industrie des TIC va devoir redéfinir ses stratégies industrielles dans cette perspective radicale.

La question de l'alimentation des terminaux

L'alimentation est bien souvent le dernier "fil à la patte" des équipements électroniques. La mobilité requiert un effort important sur la question énergétique, notamment pour les capteurs et actionneurs de l'internet des objets. Plus les dispositifs sont petits, plus il est difficile de leur associer une batterie leur donnant la durée de vie nécessaire aux applications qui les utilisent. En dehors de l'évolution des technologies des batteries, le point essentiel ici est de donner aux objets la capacité de récupérer l'énergie de leur environnement. Il s'agit de concevoir des convertisseurs d'énergie pouvant générer de l'énergie électrique à partir de l'électromagnétisme ambiant, du mouvement, de la chaleur (e.g. du corps), du bruit (pression d'onde), etc. Les nanotechnologies jouent ici un rôle clé. À titre d'exemple, il y a déjà quatre ans, des équipes de Stanford ont montré comment transformer un T-shirt en coton en une batterie, simplement en ajoutant des nanoparticules spécifiques à la teinture des matières. À l'horizon 2030, les experts du domaine prévoient que les convertisseurs d'énergie pour dispositifs de diverses échelles, et notamment pour les nanodispositifs, auront atteint la maturité requise.

Internet devrait donc confirmer une tendance générale de l'industrie des télécommunications depuis ses origines, à savoir la distinction progressive des fonctions de transmission et d'acheminement des données et celles relatives au contrôle de ces fonctions². Cette "extraction" des fonctions de contrôle permet notamment aux équipements de base de devenir plus génériques (et moins onéreux) :

¹ Les initiatives du monde scientifique européen, regroupées dans le consortium "Helix Nebula - The Science Cloud" seront de ce point de vue intéressantes à suivre. Le consortium regroupe trois des plus grands centres européens de recherche (le CERN, l'ESA et EMBL), et de nombreux acteurs industriels. Cf. <http://www.helix-nebula.eu/>

² Cette évolution est celle qui a vu les canaux et fonctions de signalisation s'autonomiser dans les années 1970, puis le contrôle des services sortir des équipements de réseaux dans les années 1990 (réseaux intelligents), avec la constitution d'une couche OTT consacrant une tentative de contrôle hors réseau.

dénommée aujourd'hui SDN (*Software-Defined Networking*), cette architecture, qui déporte et centralise le contrôle des équipements, est notamment mise en œuvre par Google. Ces architectures sont aujourd'hui encore immatures et les protocoles existants ne s'appliquent qu'au contrôle d'un nombre réduit de fonctionnalités réseau. Mais l'extension de ces solutions, pour contrôler des machines virtualisées capables d'implémenter également des fonctions liées aux services, semble une approche pertinente pour répondre à certains besoins structurels déjà évoqués. Il est fort probable que le concept architectural SDN devienne un des éléments des architectures flexibles que nous verrons massivement déployées à horizon 2030, complémentaire de la virtualisation des fonctions (NFV) introduite précédemment. Cette dissociation peut représenter un vecteur important de bouleversement du marché en conduisant au développement d'une infrastructure basique (transmission et acheminement) "passive" et monopolistique.

1.4. Ruptures technologiques

Restent deux questions centrales : le protocole IP tiendra-t-il le choc face à ces évolutions ? La sécurité des systèmes parviendra-t-elle à suivre l'évolution des réseaux ?

Internet est parfois qualifié d'architecture en sablier : tout sur IP et IP sur tout. Autrement dit, la couche infrastructurelle et protocolaire IP est la couche fédératrice, goulot du sablier. Ce modèle est souvent remis en question : en effet cette couche n'a pas été conçue pour les évolutions présentes et futures de l'internet, et les patchs successifs commencent à alourdir l'architecture de façon disproportionnée. Certains affirment que la couche fédératrice n'est plus l'IP mais HTTP, le protocole du web, du fait que la plupart du trafic est véhiculé aujourd'hui sur ce protocole et que le problème n'est plus de faire communiquer des machines mais de donner accès à des services et à du contenu. Le monde CCN (Content Centric Networking) affirme que la couche CCN est fédératrice, les segments de contenu étant l'équivalent ici des paquets IP. D'autres affirment que les usagers eux-mêmes forment la couche fédératrice puisque les mises en relation des personnes et l'accès à l'information, aux services et aux contenus, se fera de plus en plus au travers de réseaux sociaux. La notion de sablier disparaîtra vraisemblablement, ou du moins deviendra virtuelle. Les systèmes s'auto-organiseront pour répondre à des besoins spécifiques et diverses organisations auront différents cœurs architecturaux. Le nouveau sablier sera donc l'intelligence qui traduit une requête dans une organisation (mise en place pour répondre à la requête, potentiellement de manière dynamique), intelligence qui sera distribuée et diffuse.

Les nouveaux services, applications et usages génèrent des risques nouveaux qui imposent un changement de paradigme également dans les solutions de sécurité. En effet, dans un contexte totalement distribué et de mobilité, certains concepts, tels que les *firewalls* très centralisés, deviennent inopérants. Quelques exemples de risques informatiques générés par les dernières technologies peuvent éclairer cette question :

- L'e-médecine peut faciliter l'e-criminalité. En effet, un intrus prenant le contrôle des dispositifs de santé gérés à distance peut facilement tuer l'individu qui les porte. Les virus informatiques deviennent ainsi tout aussi dangereux pour la santé que les virus biologiques.

- De même, l'attaque d'un système de sécurité routière basé sur la communication inter-véhiculaire peut non seulement provoquer volontairement des accidents de la route, mais provoquer des catastrophes importantes en s'attaquant à des individus, des services ou des infrastructures accessibles par les routes.
- La mise en place de compteurs intelligents peut faciliter la fraude, les systèmes de ville intelligente peuvent faciliter l'espionnage.

L'internet 2030 ne sera pas très différent de l'internet actuel si des solutions de sécurité en rupture avec les solutions existantes, beaucoup plus distribuées et dynamiques, avec des capacités fortes d'identification et de traçabilité, ne sont pas conçues et déployées. Il faudra en effet développer la confiance des usagers avant que ces nouveaux usages ne se généralisent. La sécurité doit être conçue en même temps que les systèmes et non comme un patch ; elle doit piloter certains choix architecturaux.

Le réseau de réseaux ne semble donc pas pouvoir disparaître. D'une part, parce qu'internet est désormais doté d'un héritage, comme l'ont été les vieux réseaux, et qu'il n'est pas imaginable de réinvestir dans de nouveaux réseaux en faisant table rase de l'existant. D'autre part, parce que le processus de convergence des architectures suppose des jeux d'acteurs très dynamiques, qui induisent presque nécessairement des partitions entre les acteurs venant du monde des vieux réseaux, ceux venant des OTT et ceux venant des équipementiers, notamment les producteurs de terminaux¹. Enfin, parce que l'évolution d'IP ne pourra se faire qu'à travers de multiples étapes.

Techniquement, internet est désormais doté de l'inertie des vieux réseaux. Inertie des investissements, inertie des positions acquises par les acteurs, inertie des évolutions techniques, inertie des modèles d'affaires. Inerties que vont renforcer les problématiques de sécurité et de régulation, pour d'une part conserver, si ce n'est améliorer, la qualité de service et la sécurité et, d'autre part, éviter l'abus de positions dominantes, qui pourrait détériorer le fonctionnement des marchés et menacer les souverainetés nationales.

Différentes "lois" jalonnent le devenir technique des réseaux et de ses constituants. La loi de Moore n'est pas une loi physique ; elle fut à l'origine (1965) une prédiction, puis elle est devenue un objectif qui permet d'organiser l'industrie électronique (en synchronisant dans le temps les divers acteurs). Elle est donc devenue une prophétie autoréalisatrice². Citons également la "loi de Koomey", fortement liée à la précédente, qui stipule qu'à capacité de calcul égale, l'énergie requise décroît d'un facteur de 2 tous les deux ans. La question de savoir si l'augmentation de puissance de calcul et de la capacité de mémoire pourra être maintenue à un coût compatible avec les contraintes du marché reste centrale, et cela, au-delà du faible ralentissement prévu par les experts pour les années à venir. L'augmentation de la capacité de calcul, de la capacité de stockage et de la capacité de transmission passe par une réduction de la "taille"³.

¹ Il est peut-être utile de rappeler le rachat en 2011 de Motorola par Google, puis en 2013 de l'activité terminaux et services de Nokia par Microsoft.

² Un autre facteur est souvent oublié quand on fait référence à la loi de Moore : Moore ne parlait pas de "faisabilité technique", mais de "faisabilité technique au moindre coût".

³ En effet, réduire la taille permet de réduire les délais de réponse et de propagation, et donc de travailler avec des fréquences plus élevées. Cela permet également de consommer moins d'énergie.

En stockage, il s'agit de la quantité de matière nécessaire pour stocker un bit ; en transmission, plus le nombre de bits par seconde est élevé, plus petit est le nombre de photons qui transmettent un bit. Quand on arrive à stocker un bit dans quelques atomes (moins d'une douzaine aujourd'hui) ou à transmettre un bit sur quelques photons, on est confronté aux lois de la physique quantique.

Il faut ici distinguer deux sujets. D'une part, de nouvelles technologies sont nécessaires pour faire face aux besoins de réduction de taille, dans le cadre du paradigme de l'électronique actuelle. Les nanotechnologies prenant en compte des phénomènes quantiques, tels les nanotubes, répondent à ce besoin pour les échelles des années à venir (au-dessous de 10 nm) ; d'autres seront nécessaires pour descendre encore plus bas. De plus, les phénomènes quantiques permettent d'envisager de nouveaux paradigmes pour le numérique, notamment basés sur les "états quantiques" portés par exemple par des électrons ou des photons. Dans ce paradigme, les bits deviennent des "qubits" : à la différence d'un bit qui se trouve dans l'un des deux états binaires possibles, un "qubit" peut se trouver dans les deux états à la fois. Avec l'aide d'algorithmes spécifiques¹, ce paradigme peut amener à une réduction exponentielle du temps de calcul nécessaire à la résolution de certains problèmes. Des progrès récents ont amené à des solutions impliquant des "qutrits" (même idée, mais sur trois états possibles).

Ruptures possibles apportées par les applications quantiques

Quantum Computing : l'impact d'un ordinateur quantique serait majeur dans divers domaines. Le plus connu est celui du cryptage : on pourrait en effet "cracker" très rapidement des systèmes de cryptage, ce qui rendrait obsolètes les dispositifs de sécurité actuels. Cela impliquerait non pas uniquement d'être capable de concevoir des ordinateurs quantiques, mais de pouvoir le faire à faible taille et faible coût afin de les rendre disponibles partout. L'entreprise D-Wave a annoncé un dispositif de 128 qubits conçu pour la résolution de certains problèmes d'optimisation et a annoncé avoir résolu avec ce dispositif un problème dans le domaine du pliage des protéines (modélisé comme un problème d'optimisation). La solution aurait été obtenue dans un temps non compatible avec l'utilisation d'un algorithme connu dans le contexte du paradigme de calcul classique. Malgré ces annonces, un certain scepticisme demeure sur le fait qu'il s'agisse réellement d'un dispositif quantique. Par ailleurs, il n'a pas été démontré théoriquement que le paradigme quantique permette de calculer plus vite que le paradigme classique : tout ce que l'on sait, c'est qu'on dispose aujourd'hui en quantique d'algorithmes qui permettent un gain exponentiel de vitesse pour certains types de calcul, ce qui n'empêche pas que d'autres algorithmes avec les mêmes performances pourraient être trouvés un jour dans le contexte des ordinateurs classiques.

La sécurité quantique : il s'agit ici d'un sujet bien plus mûr du point de vue scientifique et technologique. Il s'agit d'échanger des clés sur la base d'états quantiques. Cela s'applique uniquement à un échange entre deux points interconnectés par un lien optique, ce qui limite le domaine d'application. On peut imaginer des échanges de clés entre deux centres de données, par exemple, du fait de l'existence dans certains cas d'une connectivité en fibre optique. Citons ici les compagnies ID quantique et Quintessence Labs, ainsi que la jeune entreprise française Securenet qui représente un bel exemple de valorisation de la recherche académique dans ce domaine. Quintessence Labs met en évidence une application importante : la capacité de rafraîchir par lien laser les clés utilisées par un satellite, ce qui permet d'étendre sa durée de

Plus de transistors dans la même taille permet d'exécuter des fonctions plus complexes par cycle d'horloge.

¹ Citons le plus connu, l'algorithme de Shor pour la factorisation.

vie, laquelle pourrait être limitée par le volume d'information sécurisée échangée.

Stockage quantique : le stockage est un des problèmes majeurs à résoudre pour avancer dans le domaine des ordinateurs et de la transmission quantique.

Les progrès techniques et scientifiques dans ce domaine sont très prometteurs, quoique encore incertains. Cette brève synthèse a pour objectif de montrer que :

- 1- L'augmentation de la capacité de calcul, de stockage et de transmission pourrait ne pas être ralentie dans les années à venir par les limites de la maîtrise de la matière aux échelles quantiques, comme cela a pu être annoncé. En revanche, les coûts de production risquent d'augmenter.
- 2- Au-delà des aspects de capacité cités, les nanotechnologies ouvrent la voie à des nanodispositifs dont les applications sont multiples, notamment en médecine. La mise en réseau de ces dispositifs pose des problèmes spécifiques, dont les solutions pourraient être trouvées à l'horizon 2030.
- 3- De nombreuses technologies sont devenues stratégiques pour l'internet à l'horizon 2030 : graphène, fils d'argent, OLED, *Giant Magnetoresistance*, *Molecular self-assembly*, etc. Ces technologies ouvrent par ailleurs la voie à des objets nouveaux dont les usages sont multiples : nouveaux médias électroniques flexibles et transparents, peau électronique (voir le projet "electronic skin" à Berkeley, vers un ordinateur "vestimentaire"), nanocapteurs et actionneurs autoalimentés, dispositifs (e.g. smartphones) flexibles et autonettoyants, etc.

Les matières et technologies qui arrivent à maturité, comme le graphène, les nanotubes, les nanofils d'argent, etc. permettent la conception de nanodispositifs, et notamment de nanocapteurs et actuateurs. On imagine de très nombreuses applications mettant en œuvre un ensemble auto-organisé de ces dispositifs. Cela requiert des communications entre eux. Aujourd'hui, deux pistes principales sont suivies : les communications nanoélectromagnétiques et les communications moléculaires. Par ailleurs, les progrès dans la compréhension du cerveau mènent à une certaine maturité des interfaces cerveau-machine. Outre les applications évidentes en médecine, ces interfaces ouvrent la voie à une très large diversité d'applications. Par exemple, elles permettent la détection de signaux perçus par les cerveaux mais non rendus conscients, ce qui peut permettre d'éviter de très nombreux types d'accidents. L'interopérabilité de ces systèmes avec les diverses mesures réalisées par un réseau corporel (BAN) permettent de conclure sur le risque de certaines situations et de déclencher des actions. À titre d'exemple, la DARPA finance des projets, basés sur ces technologies, visant les opérations sur un champ de bataille. Le développement de telles technologies pourrait rendre possible le contrôle de robots à distance par la pensée et sortir la télépathie des livres de science-fiction. Ce n'est pas en vain que certains auteurs parlent, assez sérieusement, d'"Humanité 2.0".

Les enjeux des deux prochaines décennies résident certes dans la poursuite d'un progrès technologique qui a surpassé tout ce que l'humanité avait pu connaître jusqu'à présent, et qui ne semble pas encore épuisé du fait du renouvellement des technologies, mais aussi un progrès dans la capacité des systèmes à continuer de

progresser en échelle, notamment sur les plans architecturaux et de sécurité. Pour satisfaire ces exigences, et compte tenu d'un héritage qui devient d'année en année de plus en plus lourd, internet restera un réseau de réseaux interconnectés, avec des architectures, des technologies, des empreintes différenciées. Les deux prochaines décennies verront probablement les acteurs du net lutter pour conserver ou étendre le contrôle de leur pré carré, ceci conduisant à une diversité de réseaux dont les externalités commanderont l'interconnexion et l'interopérabilité.

2. Le défi informationnel et du savoir

Internet promettait un accès à la connaissance pour tous, à coût quasi nul. Internet devait être le lieu de la démocratisation absolue de la connaissance, du savoir, mais aussi le moteur d'une transparence informationnelle permettant à tout citoyen, tout agent économique ou social d'exercer sa liberté en toute "connaissance de cause". Mais offrir une telle masse de connaissances et d'informations nécessite de les structurer, de façon à pouvoir y accéder de façon pertinente, efficace, responsable, adaptée. Or, là où s'organise l'information commencent le filtrage, la hiérarchisation, et donc le pouvoir.

La "numérisation" d'une part croissante des activités humaines constitue l'une des caractéristiques les plus transformatrices des années passées. Autrefois, l'informatisation suivait et représentait les activités, pour les gérer et les rationaliser. Désormais, elle les précède, en conditionne l'existence et, dans bien des cas, elle en constitue le principal (voire l'unique) outil de production, c'est ce que nous nommons la numérisation. Des produits, des services n'ont plus d'existence que numérique. Les objets physiques eux-mêmes existent d'abord sous la forme de modèles et d'identifiants numériques, sur la base desquels s'organisent leurs circuits de production et de distribution, un ensemble de services associés, ainsi que la gestion de leur cycle de vie : pour un auteur tel que Bruce Sterling¹, certes issu de la science-fiction, l'existence physique d'un objet n'en est plus qu'une instanciation temporaire, son essence étant numérique.

Le "déluge de données" résulte donc d'un processus intensif d'informatisation des activités et d'un processus extensif de numérisation :

- *L'informatisation* organise l'intégralité d'un processus, d'un circuit, d'une organisation, d'un marché, sous une forme numérique. Appliquée à l'origine au pilotage de la production et à la gestion, l'informatisation s'est depuis étendue à toutes les fonctions de l'entreprise. Toute l'activité devient mesurable au travers d'indicateurs de performance et sujette à optimisation : l'informatique ne fait pas qu'utiliser des données, elle en produit en permanence pour vérifier son propre fonctionnement, contrôler le bon déroulement des processus qu'elle organise, en rendre compte, etc. En se combinant avec le développement des réseaux de données, l'informatisation produit ensuite un mouvement massif de dématérialisation, voire d'automatisation des transactions économiques et financières. En quelques décennies, la quasi-totalité des bourses de valeurs ou de

¹ Sterling B. (2009), *Objets bavards*, éditions Fyp (titre original : *Shaping Things*, MIT Press, 2005).

commerce est devenue entièrement numérique. Dans les principaux circuits industriels et de distribution, les échanges interentreprises sont entièrement informatisés, de système d'information à système d'information, l'e-commerce permettant par la suite "d'enrôler" également les consommateurs dans ces dispositifs numériques.

- La *numérisation* à proprement parler consiste à faire exister au format numérique des documents qui soit sont désormais *produits* de manière numérique (la quasi-totalité des écrits non manuscrits, des photos, des enregistrements sonores, désormais des vidéos), soit sont numérisés après-coup (archives, médiathèques, etc. – dont la numérisation reste encore très partielle). Il s'agit là d'un simple changement de format, le plus souvent au détriment des formats analogiques qui, à l'exception du papier, n'existent plus que de manière marginale. Mais ses effets peuvent s'avérer massifs : la production et la diffusion télévisuelles mondiales, de plus en plus numériques, représentent d'énormes volumes de données.

À cela s'ajoute le fait que l'équipement des individus et la numérisation des pratiques quotidiennes transforment des centaines de millions de personnes en producteurs (actifs ou passifs) de "contenus" numériques. Ceux-ci entrent grossièrement dans cinq catégories différentes, même si leurs frontières tendent à se brouiller : les communications interpersonnelles ; les documents liés au travail et aux autres activités des individus ; les contenus produits et mis en ligne par les individus (vidéos et photos sur les sites dédiés, billets de blogs ou publications sur les réseaux sociaux) ; les données "captées" que produisent les individus pour eux-mêmes ("quantification de soi", *lifelogs*...) ; enfin, les "traces" que les individus laissent, souvent à leur insu, lorsqu'ils interagissent avec le système informatique d'une organisation : visite d'un site web, transaction dans un magasin, identification sur une borne de péage, usages (voir simple géolocalisation) d'un mobile, etc. Les clients, les usagers constituent une terminaison parmi d'autres des systèmes d'information, dont on mesure l'activité à côté de celle des employés, des produits, des machines, etc.

2.1. Informatisation et information

Ce mouvement de numérisation n'a pas attendu l'ouverture de l'internet. Sa "convergence" avec les télécommunications a fait l'objet de travaux et de développements industriels dès les années 1970 : la capacité de communiquer l'information d'une manière fiable, économique et rapide augmente en effet considérablement les bénéfices de la numérisation. Il s'agit donc d'une forme de convergence d'intérêts : l'existence d'informations numériques nourrit les réseaux, l'existence des réseaux justifie la numérisation d'informations auparavant analogiques.

En forçant de fait l'interconnexion de la quasi-totalité des réseaux numériques, l'internet a créé une infrastructure commune sur laquelle l'information pouvait atteindre tous ses destinataires possibles. En mettant à disposition des formats (ou "langages" : HTML, XML¹), un système d'adressage (les URL¹) et un protocole de

¹ Issus d'une source commune (le langage SGML, référence de la Gestion électronique de documents), HTML et XML remplissent deux fonctions différentes et, de plus en plus souvent, complémentaires : HTML (*HyperText Markup Language*) permet d'organiser une page web et sa présentation, XML (*eXtensible Markup Language*) décrit pour sa part des données et leurs relations.

transmission (HTTP) communs, le web a facilité la mise en relation des informations entre elles, ainsi que leur accès, puis leur réutilisation – souvent dans des conditions et des contextes auxquels leurs producteurs n'auraient jamais songé.

Mais l'information n'a pas vraiment d'existence technique. Dans les premiers temps, l'internet transmettait des messages, des fichiers, des documents qui contenaient des informations : il fallait, aux extrémités, soit des humains capables de tirer des informations de ce qu'ils lisaient (car l'internet était avant tout un média "écrit"), soit des programmes qui savaient à l'avance quelles informations extraire de ce qu'ils recevaient, et dans quel but.

Depuis cette période initiale, l'histoire du web, voire celle de l'information sur l'internet, peut se résumer à un mouvement tendant à se libérer du "document", du "fichier" et du "message", dans trois directions : en premier lieu, la réduction du document à ses constituants élémentaires, à savoir les données, leur description et les liens entre elles – avec pour objectif de faciliter l'échange de machine à machine, dans des scénarios et des organisations combinatoires qui n'ont pas forcément besoin d'être déterminés à l'avance ; en second lieu, l'intégration sur le web des autres formes de communication multimédia : son, image fixe, vidéo ; enfin, le web comme support d'applications et de services interactifs et en "temps réel". À leur tour, ces trois évolutions ont des conséquences communes : l'explosion des volumes de données, ainsi que l'autonomisation croissante de ces données (voire des programmes informatiques) vis-à-vis de leur support et de leurs conditions de production.

Cette grande transformation, qu'il faudrait bien sûr décrire avec un peu plus de précision, porte des conséquences à plusieurs niveaux. Si l'information est le pouvoir, la déplacer ainsi, modifier ses conditions de production, de circulation et d'exploitation, revient également à déplacer du pouvoir – mais au bénéfice de qui ? Si l'information devient une sorte de facteur de production – puisqu'on peut substituer de l'information au travail (pensons à l'e-commerce ou au capital), par exemple en organisant le "zéro stock", des entreprises industrielles "*fables*"², ou la dématérialisation complète de certains produits³, elle transforme les mécanismes économiques – mais comment ? Si toutes les activités humaines se voient précédées, accompagnées, appuyées et suivies par un flux de données, quelle influence cette situation inédite (celle d'une activité qui s'autodocumente en quelque sorte) a-t-elle sur ces activités elles-mêmes ?

Sans prétendre répondre complètement à ces trois questions, nous tenterons de rendre compte de l'évolution de l'univers des données, des traitements ainsi que du web, dans le but de dégager quelques enjeux stratégiques, quelques tensions structurantes ainsi que des possibilités d'évolution dans l'avenir.

Utilisé à l'origine pour publier et lier des documents (des "pages"), le web a connu un succès extraordinaire. En quelques années, il s'est imposé comme une infrastructure commune de publication, de communication, de délivrance de services et, de plus en

Pour simplifier, le premier est pensé pour des utilisateurs humains, le second pour des échanges entre machines.

¹ *Uniform Resource Locators*, les adresses sur le web (ex. <http://www.serveur.fr/repertoire/document>)

² Qui ne détiennent aucune unité de fabrication en propre.

³ Avancée pour la musique, la vidéo, engagée pour le livre, presque achevée pour l'argent...

plus, d'accès à des capacités informatiques (stockage, traitement, production) désormais dissociées des appareils qu'utilisent les individus. En janvier 2015, Google indexerait environ 4,4 milliards de "pages" sur le web¹. La société Netcraft dénombre plus de 190 millions de sites web actifs en 2012, contre 16 millions dix ans plus tôt, chiffre stable si ce n'est décroissant depuis². Le web semble résumer l'essentiel des usages de l'internet : en 2009, le "port 80", celui du protocole http du web, représentait à lui seul la moitié du trafic observable sur le réseau³. Mais ce succès masque une transformation profonde de la nature même du web, au point que certains s'interrogent sur sa "mort"⁴.

D'un côté, les promoteurs du web et le World Wide Web Consortium (W3C), organisme en charge de l'évolution de ses standards, enrichissent progressivement les standards du web en se focalisant sur un but : faire de la "toile", qui reliait à l'origine des documents, la "place publique" des interactions numériques, un web des données et des services (voire des gens). Une place sur laquelle se relie, d'une part les informations élémentaires (des données qualifiées, identifiées et "liées" à d'autres données) et, à l'autre extrémité, des applications capables de s'échanger des informations et des instructions pour composer ensemble des "services" cohérents.

À l'intérieur du "navigateur", le logiciel central à partir duquel les utilisateurs accèdent aux sites du web, différentes plateformes logicielles permettent d'enrichir la qualité et la complexité des interactions. Dans les années 1990, le web savait afficher des pages patiemment composées à l'aide du langage de description de pages HTML et, au mieux, proposer des formulaires. Aujourd'hui, les pages web que voient les utilisateurs sont en réalité des conteneurs organisés et alimentés de manière dynamique par des outils de "gestion de contenus" qui marient textes, images, vidéos et autres applications interactives. Les possibilités d'interaction offertes sur le web n'ont plus grand-chose à envier à celle des logiciels d'entreprise, voire des outils bureautiques classiques. On peut tout faire sur le web, ou presque : accéder à des informations et composer un texte (seul ou à plusieurs), voir une vidéo ou bien monter et diffuser la sienne, jouer, gérer son entreprise, organiser une réunion en visiophonie, etc. Beaucoup d'applications qui existaient hors du web trouvent désormais leur place *via* le navigateur : le courrier électronique, la messagerie instantanée, la téléphonie, la bureautique. Sans compter que le web est désormais, aussi, mobile.

Mais, si les technologies fondamentales du web se trouvent bien au fondement de l'essentiel de ses services et de ses usages, qu'en est-il du rêve originel des pionniers du web, Tim Berners-Lee en tête⁵ ? Force est de constater qu'une des caractéristiques fondamentales du web, la possibilité d'"établir librement des associations entre deux objets arbitraires", offerte de manière unilatérale à chaque utilisateur, n'a plus rien

¹ <http://www.worldwidewebsize.com/>

² <http://news.netcraft.com/archives/2012/10/02/october-2012-web-server-survey.html> et <http://news.netcraft.com/archives/category/web-server-survey/>

³ Internet Society, *Internet evolution 2011*, <http://www.internetsociety.org/internet/how-internet-evolving/internet-evolution>

⁴ Chris Anderson, Michael Wolff, "The Web Is Dead. Long Live the Internet", *Wired*, août 2010, http://www.wired.com/magazine/2010/08/ff_webrip/

⁵ Tim Berners-Lee, "The World Wide Web: Past, Present and Future", 1996, <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/1996/ppf.html>

d'universel. Les adresses des "ressources" du web (les URL) sont de plus en plus souvent produites automatiquement et peu durables, rendant difficile l'établissement de liens pérennes. Une part croissante des contenus, enfermés dans des bases de données, n'a pas d'adresse publique : on peut lier vers le catalogue, l'entrée de la base de données, mais pas nécessairement vers l'article (et encore moins vers l'information précise) qui nous intéresse. S'ils apprécient une vidéo ou un article trouvé sur le web, les utilisateurs sont plus volontiers conviés à les "aimer" sur Facebook (ou à réaliser l'opération équivalente sur une autre plateforme "sociale") qu'à écrire un lien à partir de leur propre site. L'espace d'interconnexion de documents, d'informations, de machines et de gens qu'est le web tend à se fragmenter. Il s'organise également, de manière croissante, à partir d'un nombre très restreint de grands "aiguilleurs", Google, Bing (Microsoft), Yahoo!, Facebook et Twitter (ainsi que leurs homologues chinois Baidu et Weibo).

Deux évolutions notables doivent être mises en avant : la "servicialisation" du web et l'autonomie des données. Pendant les premières décennies de l'informatique, un "programme" contenait en lui-même l'ensemble de ses fonctions et de ses algorithmes et définissait en fonction de ses propres besoins les "variables" à partir desquelles il allait réaliser des calculs. L'exigence de productivité, l'évolution rapide des logiciels ont ensuite conduit à la "modularisation" des applications, c'est-à-dire à la constitution d'ensemble d'algorithmes indépendants qui coopèrent pour composer un logiciel complet. Sur l'internet et le web, cette modularité a connu un nouveau développement. Une application (tournée vers l'utilisateur) se compose le plus souvent, et parfois exclusivement, de modules (dénommés "web services") proposés par divers fournisseurs répartis sur le web. Le travail du développeur consiste alors, avant tout, à orchestrer l'appel successif à ces modules au travers d'"interfaces de programmation" et le traitement des informations qui en résultent. La servicialisation touche également les contenus. Distribués sur le réseau, la musique, la vidéo, voire le livre, ne s'achètent plus mais s'écoutent ou se voient comme un flux à la demande, se louent, ou s'acquièrent sous la forme d'une licence d'utilisation. La conséquence en est une plus grande liberté de choix et d'usage, en contrepartie d'une dépendance accrue vis-à-vis du fournisseur.

Destinées à l'origine à alimenter un programme, les données deviennent de plus en plus autonomes, produites pour elles-mêmes et non plus pour des applications spécifiques. Leur diffusion a montré leur potentiel au-delà de leur objet initial, lors de réutilisations difficiles à anticiper, permettant de produire de nouvelles connaissances ou services. La multiplication des données pose également des questions de cohérence et d'adaptation qui les détachent peu à peu des applicatifs qui les réclament. Enfin, la servicialisation du web nécessite une circulation des données pour les utiliser dans des contextes ou des environnements différents. Les données vivent ainsi leur propre vie. Les données produites par les acteurs publics dans l'exercice de leurs missions de service public, financées par l'impôt, sont réputées appartenir à tout le monde et doivent par conséquent être rendues disponibles pour être réutilisées afin de produire des connaissances nouvelles, nourrir le débat démocratique ou favoriser l'émergence de nouveaux services. Tim Berners-Lee, le "père" du web, a fait de l'ouverture des données (publiques, mais aussi des entreprises) - ainsi, bien sûr, que de leur mise à

disposition sur le web – son nouveau cheval de bataille : *"Nous voulons les données brutes, maintenant !"*¹

Les "données ouvertes"

L'*open data* désigne un mouvement économique, social, politique, voire philosophique, dont le pari est que la mise à disposition des données existantes, d'un coût généralement marginal, crée une valeur supérieure à ce dernier. Ce mouvement est porté tant par la demande des citoyens et des acteurs économiques que par l'initiative propre des acteurs publics. L'ouverture des données, aujourd'hui, est tout d'abord, principalement, le fait des acteurs publics : de très nombreuses grandes villes de par le monde (en France, la majorité d'entre elles), de nombreuses collectivités territoriales comme des régions, les États eux-mêmes et leurs services. L'ouverture des données est aussi le fait de communautés d'intérêt ouvertes qui se constituent sur le réseau en reprenant à leur compte l'organisation et les pratiques qui ont fait le succès planétaire de Wikipédia : publication et modification autorisées à tout un chacun, publication immédiate de chaque contribution, contrôle *a posteriori* effectué par les pairs. Ce mouvement s'amorce timidement dans les entreprises. Ces dernières peuvent y trouver des intérêts évidents en termes de communication commerciale (points de vente, catalogues produits, qualité de l'offre, etc.), de rationalisation de leur fonctionnement (achats, process de production, etc.) et d'image (bilans financiers, bilans écologiques, etc.). L'ouverture des données des entreprises peut probablement aller beaucoup plus loin.

Ainsi, l'internet et le web ont profondément transformé le statut, les conditions de production, la nature, l'usage, l'économie et le cycle de vie des deux grandes composantes de l'informatique : les données et les programmes. Cette transformation se traduit pour l'essentiel par une plus grande indépendance réciproque entre elles et par une plus grande autonomie de chacune d'entre elles vis-à-vis de leurs conditions originelles de conception ou de production. Compte tenu de l'importance que revêtent données et programmes dans l'organisation de l'ensemble des activités humaines, cette autonomisation a et aura des conséquences profondes sur le plan économique, politique, social, culturel et scientifique. Elle est et restera à la source de conflits économiques, de débats politiques, de rapports de force géopolitiques. Ce sont ces tensions, et leur devenir potentiel, que nous explorerons maintenant.

2.2. Les rapports de force pour maîtriser l'information

Compte tenu de l'importance que prennent les données et les traitements dans la société et l'économie, la maîtrise des dispositifs, des outils et des compétences associées devient un enjeu important de compétitivité comme de souveraineté. De nombreux acteurs ont tenté et tentent encore de se forger des positions dominantes en imposant des formats propriétaires, de façon non seulement à se différencier, mais également à capturer les usagers, tant les coûts de migration entre environnements sont importants. Il s'agit pour eux d'attirer autour de leur "écosystème" des développeurs et des utilisateurs, de façon à constituer, par les externalités de réseau suscitées, des effets "boule de neige" irréversibles.

¹ Conférence TED, 2009. Vidéo et transcription : http://www.ted.com/talks/tim_berniers_lee_on_the_next_web.html

La guerre des navigateurs en fut une des expressions (Netscape, Internet Explorer, Firefox, Chrome, etc.). La guerre des systèmes d'exploitation des smartphones en est l'illustration actuelle (iOS d'Apple, Android, Windows Phone, ayant pratiquement exclu Palm, Blackberry). Mais il y en eut beaucoup d'autres, par exemple dans le domaine des serveurs web. Du côté des standards, tout d'abord, la prise en compte de la donnée comme plus petit atome d'information ne s'est pas faite sans heurts. Dans les années 2000, diverses tentatives d'imposer des standards propriétaires ont eu lieu, mais n'ont pu être portées par des effets réseau suffisants. Pour garantir une adoption ouverte et large, le W3C, de son côté, a pensé le web sémantique comme un cadre simple et extensible à l'infini – appelé modèle RDF, dont XML est une syntaxe. Chaque ressource informationnelle – autrement dit, chaque donnée – y est décrite à travers la traduction informatique de la phrase simple : sujet, verbe, complément – on parle de "déclaration" ou encore de "triplet RDF". Des extensions standard de RDF – RDFS, OWL – ont permis de véritables vocabulaires spécialisés – aussi appelés ontologies, regroupant propriétés et classes d'objets, conduisant à normaliser des pans entiers de la connaissance, autorisant des croisements de données très fertiles. Derrière cette normalisation en apparence vertueuse des données et de la connaissance se cachent aussi des enjeux de puissance, de domination commerciale et/ou idéologique et/ou culturelle, dès lors que les références sont appropriées par tel ou tel acteur.

Retour sur le web sémantique

À l'origine, le web a été créé comme un espace informationnel métaphore des bibliothèques : un espace documentaire, donc, où les documents sont identifiés et reliés entre eux par des références à leurs identifiants (les fameux liens hypertextes).

Ce web n'était pas adapté aux données dont l'essence échappe à la pratique documentaire. Le besoin d'adapter le web aux données s'est ainsi tôt fait sentir et le modèle du web originel a consenti une évolution légère mais suffisante. Un cadre de description des données – le modèle RDF – a été créé pour relier des données entre elles, réutilisant au passage les identifiants du web (les URL), les données étant décrites dans des documents classiques du web. Une méthode d'accès unique aux données (SPARQL), fondée sur HTTP, est venue couronner le tout afin de rendre n'importe quel ensemble de données interrogeable simplement.

Comme tous les déploiements d'infrastructure globale, le web sémantique a connu une adoption lente. Les résistances au changement et l'effet d'échelle, dont la mise en place a été longue, ont retardé son adoption et ses bénéfices, si bien que certains ont parlé de "taxe RDF" pour définir son déploiement. Le web sémantique profite aujourd'hui de sa base installée dont les effets réseau commencent tout juste à se faire sentir et de l'*open data*, dont les données ouvertes autorisent toutes les expérimentations et poussent notamment à explorer le potentiel de croisement et d'autonomie de chaque donnée. Web sémantique et *open data* se renforcent donc l'un l'autre dans une spirale vertueuse qui ne fait que commencer.

Autour de la structuration des informations se joue une bataille culturelle et industrielle d'importance. Google affiche comme mission : "organiser les informations à l'échelle mondiale dans le but de les rendre accessibles et utiles à tous¹". Cette "organisation de l'information mondiale" n'est évidemment pas neutre. Dans le domaine de l'indexation et de la recherche notamment, la domination presque sans partage de Google pose question. Jamais acteur n'a eu un tel pouvoir d'influence sur notre accès à l'information

¹ <http://www.google.com/about/company/>

et donc sur nos décisions, à une échelle quotidienne et planétaire. Google ne fait aucun mystère d'user de ce pouvoir, arguant d'un meilleur service rendu en fonction de chaque profil personnel. Cette pratique, qui consiste à vous présenter ce que vous avez envie de voir, a été théorisée sous le nom de "*filter bubble*".

L'amoncellement de données que favorise le web ouvre des opportunités nouvelles de connaissance et de valorisation à travers l'association ou le croisement des données ; l'espoir surgit que des croisements improbables feront émerger des corrélations, des associations auxquelles personne n'aurait jamais pensé et qui produiront de nouvelles connaissances, de nouvelles intuitions. *A minima*, nul n'ira se plaindre qu'en faisant communiquer leurs "silos" d'informations naguère étanches, les organisations se décroissent. De même, la "science ouverte" prône la mise à disposition des données sur lesquelles se fondent les publications de recherche, pour en faciliter la critique et l'enrichissement. Les méthodes mathématiques associées aux *big data*¹ permettent effectivement d'explorer rapidement des espaces à n dimensions et de proposer à l'analyse des phénomènes plus intéressants que d'autres et indécélables à l'œil nu. Sur cette base, elles aident à affiner les catégories statistiques sur lesquelles les entreprises prennent leur décision, jusqu'à une quasi-individualisation. Elles facilitent la prise de décision dans un monde complexe et mouvant. Elles rendent possibles de nouvelles formes de prévision : *nowcasting* à très court terme (détection des embouteillages juste avant qu'ils ne se forment), détection avancée d'épidémies et prévision de leur diffusion (comme Google l'a démontré autour du virus H1N1), repérage des prédispositions individuelles à certaines maladies, etc. Les données, ainsi que les outils qui permettent de les produire, de les visualiser et de les exploiter, deviennent enfin de plus en plus aisément accessibles, notamment grâce à plusieurs efforts volontaires de la part d'acteurs publics (*open data*), de scientifiques (*open science*) ou encore de citoyens (dbpedia, OpenStreetMaps, Open Food Facts, etc.). Elles soulèvent des espoirs en matière de transparence démocratique et économique, d'accès à la connaissance et de "capacitation" (*empowerment*), de démocratisation des moyens d'innover et d'agir sur son environnement.

Une donnée est très étroitement liée à son contexte de production : la donnée "brute" est celle qui sort sans transformation du système d'information, elle ne donne pas pour autant un accès direct, neutre et sans médiation à la réalité qu'elle décrit. Cela n'interdit pas d'en faire d'autres usages que ceux pour lesquels on l'a pensée, mais sous réserve de garder en tête ses conditions de production et, par conséquent, les situations dans lesquelles elle peut produire des informations pertinentes et celles où elle ne le peut pas. Les chiffres ne parlent pas d'eux-mêmes, comme on le constate par exemple dans les controverses sur le réchauffement climatique, qui prennent bien souvent la forme d'interminables discussions sur les données, leur origine et leur fiabilité, ou les redressements qu'elles subissent. L'objectivité apparente de la donnée, comme d'ailleurs de l'algorithme, ne dispense donc pas d'une réflexion continue sur les objectifs poursuivis et les moyens de ces objectifs. Au contraire, plus les données et les programmes prennent d'importance dans l'économie et la société, plus la capacité d'en "décoder" les conditions de production et d'exploitation devient importante². Il existe

¹ Et qui ne constituent jamais qu'une évolution, certes significative, de l'analyse des données, un domaine des statistiques exploré depuis le début du XX^e siècle.

² Kitchin R. et Dodge M. (2011), *Code/Space, Software and Everyday Life*, MIT Press, – <http://personalpages.manchester.ac.uk/staff/m.dodge/cybergeography/codespace/>

un lien étroit entre le "déluge de données", y compris dans ses usages les plus socialement bénéfiques, et le sentiment d'une érosion continue des frontières de la vie privée. Ainsi, le système de vidéosurveillance de Londres, le plus dense du monde, sert également à gérer le péage urbain du centre-ville, ainsi que toutes sortes d'analyses des flux urbains. La masse des données, même anonymes, même agrégées, permet par croisement de remonter en quelques étapes à un individu donné¹.

L'enjeu des identifiants

Aujourd'hui les États-Unis règnent sans partage sur le système des noms de domaines (DNS) au travers du "serveur racine" et de l'ICANN. Témoin de leur domination culturelle décomplexée : l'auto-attribution pour eux seuls des domaines aussi symboliques que les .gov ou .edu. Plus problématique, cette maîtrise technique est une redoutable arme de puissance, voire de guerre : maîtriser le nommage et l'aiguillage des sites et services autorise l'usurpation, la manipulation de ces informations pour le seul intérêt de ce pays. S'agissant des services, certains échappent encore au web et/ou au DNS, comme les échanges bancaires, mais cette situation tend à disparaître progressivement.

À travers les URL du web sémantique, le contrôle américain va en outre progressivement s'étendre encore un peu plus aux données, alors qu'il en était absent jusqu'à présent. Rappelons également que ce pays n'a probablement pas oublié que le réseau TCP/IP, une des "couches basses" du web, a été créé au départ à des fins d'efficacité militaire – un réseau maillé dans lequel un paquet d'informations pouvait automatiquement prendre plusieurs routes, même si certains nœuds étaient irréversiblement détruits.

Enfin, il faut signaler l'extension du DNS (et de l'usage des URL) à d'autres identifiants tels que ceux des objets, à travers le mécanisme de l'ONS (http://en.wikipedia.org/wiki/Object_Naming_Service).

Nos économies et sociétés deviennent non seulement de plus en plus dépendantes de ces grands systèmes d'information, mais de plus en plus sensibles et vulnérables à ces systèmes. Ceux-ci peuvent être sujets à des pannes qui, compte tenu du champ très élargi de ces systèmes (un réseau électrique, un réseau de télécommunications, un marché financier, un système de paiement, etc.), peuvent se révéler très dommageables. Pour ces mêmes raisons, ces systèmes peuvent constituer des cibles idéales, dans le cadre de conflits de toute nature. Certains nœuds sont à cet égard particulièrement stratégiques (système d'adressage, systèmes d'interconnexion, grands *datacenters*, etc.), même si ces grands systèmes s'avèrent cependant plus fiables et mieux protégés qu'on ne le dit souvent. Sécurité et résilience (capacité de résister à un choc) sont donc des problématiques de plus en plus prégnantes dans l'écosystème internet.

La masse de données présentes sur internet et la puissance algorithmique qui peut les traiter, le développement massif de simulateurs et de détecteurs de toute nature qui en découlent, assistant chaque utilisateur au quotidien dans ses tâches ou de façon

¹ Ohm P. (2010), "Broken Promises of Privacy: Responding to the Surprising Failure of Anonymization", *UCLA Law Review* – http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1450006

plus structurelle, conditionnent notre autonomie de raisonnement et d'action¹, notre sécurité et notre résilience, notre culture et notre identité.

2.3. Identité et identification

Internet influe clairement sur les identités, nous y reviendrons. La déclinaison et/ou le masquage de l'identité pose la question de l'identification des internautes, et donc de la gestion en ligne des identités. Cette question a-t-elle une résonance économique ?

La réponse est affirmative, et ce, pour trois raisons. Premièrement, la manière dont les gens gèrent ou non leurs identités en ligne influence de manière fondamentale le développement des communautés en ligne et la quantité ainsi que la fiabilité des informations qui y circulent. D'une part, les communautés telles que celles présentes sur Amazon.com ou ebay.com sont très actives pour générer des informations sur les produits et sur les vendeurs de ces plateformes d'échanges. Ces informations conduisent souvent à des recommandations personnalisées qui ont une grande valeur économique dans la mesure où les internautes peuvent prendre des décisions informées à la fois en ligne ou dans le monde physique.

Deuxièmement, les événements qui se produisent en ligne peuvent avoir un impact important dans la vie réelle. Pour ne prendre qu'un exemple, les sites de rencontres permettent aux gens de prendre contact en ligne pour éventuellement se rencontrer réellement. Les effets entre le monde réel et le monde en ligne peuvent se faire ressentir dans les deux sens : des photos ou des messages échangés sur Facebook peuvent avoir des répercussions énormes sur la vie privée des gens – de nombreux tabloïds illustrent quotidiennement ce point. Enfin, de plus en plus souvent, une rencontre physique est précédée par une "prise de contact virtuelle" (par exemple dans le cadre d'un recrutement ou d'un contact commercial). La connaissance de l'identité de l'internaute et sa "e-réputation" sont donc de plus en plus essentielles pour le recrutement professionnel. Le développement de sites de réseaux professionnels tels que LinkedIn témoigne de cette évolution.

Troisièmement, la manière dont les gens gèrent leurs identités peut avoir un impact sur des compagnies telles que Google ou Facebook qui exploitent les données personnelles. En effet, dans un environnement de confiance, les internautes seraient prêts à céder leurs informations privées en échange de services personnalisés et d'offres adaptées à leurs besoins et à leurs envies. Ces données personnelles représentent un enjeu financier considérable. Google est valorisé à plus de 380 milliards de dollars mi-2014, Facebook à plus de 180 milliards de dollars, principalement du fait des montants que les annonceurs sont prêts à payer pour accéder à des audiences ciblées grâce aux données personnelles. Les réseaux sociaux sont financés par la publicité et dépendent donc fondamentalement du comportement des internautes et des traces qu'ils laissent ou non lors de leur parcours de navigation. Dans le cas extrême où les internautes utilisent des pseudonymes ou naviguent de manière anonyme, de tels sites deviennent moins attractifs auprès des annonceurs qui cherchent à cibler leurs offres. Étant donné le manque d'informations, les annonceurs ne peuvent plus aussi facilement pratiquer des prix en fonction de leur cible : la

¹ Par exemple, notre capacité de calcul mental suite à l'introduction massive de calculettes, notre capacité à lire une carte suite à l'usage massif de navigateurs routiers, etc.

discrimination par les prix en est donc rendue difficile. De plus en plus de firmes développent des services basés sur l'exploitation massive de données personnelles collectées en ligne. Dans quelle mesure ces données sont-elles représentatives de la réalité des individus concernés ?

Les économistes ont toujours considéré l'asymétrie d'informations comme un obstacle à l'établissement d'un marché optimal. Si les internautes cachent leurs caractéristiques, c'est qu'ils auraient quelque chose à dissimuler, ce qui peut mener à des inefficiences dans la mesure où les entreprises doivent engager plus de moyens pour obtenir des informations supplémentaires. On constate néanmoins que, fréquemment, elles sélectionnent les informations qu'elles utilisent de façon non optimale (Turner et Vargese, 2010). Internet repose donc la question cruciale des échanges d'information au sein du système productif, entre fournisseurs et clients, à travers la problématique de la protection de la vie privée.

La diffusion d'informations personnelles produit clairement des externalités positives pour les entreprises, mais fréquemment des externalités négatives pour les individus¹. Une identification transparente des consommateurs permettrait par exemple de pratiquer des discriminations tarifaires correspondant à leur solvabilité, ce qui n'est pas obligatoirement négatif en termes de bien-être, mais conduirait certains segments à masquer ou filtrer leurs informations pour ne pas être discriminés, à tort ou à raison.

Si les clients soignent souvent leur "e-secret", les fournisseurs soignent, eux, leur "e-réputation". Mais celle-ci s'avère souvent factice, conditionnée par des facteurs antagonistes rendant l'évaluation peu sûre (biais liés aux conditions d'exercice des activités et aux incitations à noter). Néanmoins, on constate que la réputation des agents influe assez sensiblement sur les modalités de transaction, voire de participation aux plateformes d'échange.

La circulation des données personnelles est donc lourde d'enjeux économiques et sociaux sur lesquels nous reviendrons. Faut-il pour autant la rendre marchande ? La propriété des données personnelles est sans doute une fausse bonne idée : d'une part, la propriété n'est pas un rempart absolu contre une divulgation et, d'autre part, le risque provient davantage de croisements avec d'autres informations que des données personnelles *stricto sensu*. Enfin, la valeur de ces données serait finalement peu rémunératrice².

Ce qui est en jeu est le niveau de confiance régnant entre agents économiques. Ce niveau de confiance détermine l'ampleur des transactions d'une économie. Internet renouvelle assez profondément la question de la confiance entre agents, la façon de la considérer et de la traiter et la façon de la réguler pour qu'elle ne s'affaisse pas. Le développement de simulateurs de plus en plus poussés sur internet, résultant des progrès d'une algorithmique de plus en plus puissante, crée des conditions de

¹ Les entreprises bénéficient clairement d'une meilleure connaissance de leurs clients (ciblage des offres, anticipation des marchés, nouveaux revenus liés à l'exploitation de ces données pour des tiers), les clients, quant à eux, subissent les méfaits d'une éventuelle faible sécurisation des données par les entreprises (vol de données), d'un mauvais ciblage, et de formes d'exploitation négatives de leurs données (spams, sollicitations non désirées, croisements non pertinents, etc.).

² Cf. le document <http://www.futureidentity.eu/documents/RW-Maribor.pdf> et la Kantara Initiative (<http://kantarainitiative.org/>).

méfiance accrue, ou de confiance retrouvée, selon l'éthique partagée qui présidera à leur utilisation. Celle-ci reste largement à construire dans le jeu des pratiques réciproques des fournisseurs et des clients. Cette question serait de même nature que la problématique de la sécurité, avec le risque d'une course effrénée des agents entre masquage/démasquage des identités, avec comme point de mire des comportements de déconnexion. Or, force est de reconnaître qu'une divulgation minimale des identités est porteuse d'innovations.

2.4. Cognition et savoir

Au-delà de la question du contrôle de l'information et de son formatage, se pose celle de l'accès au savoir et de la transformation des processus cognitifs portés par le web.

Jamais autant d'informations n'ont été accessibles à l'homme avec une telle facilité. À portée de clic, toute demande d'information peut trouver une réponse. Cependant, ce réservoir géant d'informations et de savoirs sédimentés que constitue internet favorise-t-il vraiment l'apprentissage et la transmission du savoir ? Peut-on espérer, comme cela fut le cas aux premiers temps de la télévision, que ce nouveau média permette une élévation générale des compétences intellectuelles ? Si oui, à quelles conditions ? Quel sera l'impact sur le système de formation, si tout le savoir est ainsi accessible ? On est, avec l'éducation, face à une institution qui évolue lentement, dont les budgets sont de plus en plus contraints, dont l'efficacité est parfois remise en question¹. L'école, contrairement à d'autres secteurs (en particulier celui des industries culturelles), entame à peine sa mutation numérique. Le système est au bord de l'implosion. Quel avenir envisager pour l'école en 2030 ? Et quelle place y occupera le numérique ?

Force est de constater que coexistent deux types de discours – et cela est commun à toutes les innovations technologiques : d'une part, un discours utopique fasciné par l'accessibilité du savoir à tous, de l'autre un discours pessimiste qui voit dans la numérisation une externalisation du savoir et donc un appauvrissement de nos compétences réflexives. Libération des capacités cognitives, non encombrées par la spécificité des savoirs, d'un côté ; nouvelles formes d'aliénation de l'autre. Les travaux sur les usages des TIC ont montré qu'il n'y a pas de déterminisme technique et que les usages se frayent un chemin quelque part entre ces deux visions. Il faut remarquer que peu d'études permettent de prendre la mesure des transformations cognitives qui émergent avec internet.

Pour avancer dans la réflexion, nous mobiliserons deux approches. La première consiste à distinguer données, informations et savoir/connaissance. Une donnée n'est certes jamais "donnée", mais construite. Nous poserons que les données sont des faits objectifs, stockés. L'information est déjà une donnée interprétée, mise en forme. Le savoir ou la connaissance est un processus d'appropriation des informations, de tri, de sélection, de hiérarchisation, de mise en relation. Comme nous le rappelle Borges dans *Funes el Memorioso*, il y a une différence entre tout mémoriser, ce que savent faire les machines, et penser (Habert, 2012).

Ensuite nous ferons une distinction entre l'apprentissage de premier niveau (apprendre un contenu) et celui de deuxième niveau (apprendre à apprendre). Le système scolaire

¹ Pour la France, elle semble même se dégrader si on se réfère aux études PISA.

a toujours joué de la tension entre ces deux dimensions, en étant à la fois un lieu de transmission du savoir mais aussi un lieu où l'on apprend à élaborer une pensée. Nous ne pouvons pas nous limiter au cas de l'apprentissage et de la transmission des savoirs scolaires, partant du constat qu'à notre époque (et ceci sera de plus en plus vrai dans les années à venir) l'acquisition de nouveaux savoirs et connaissances se fait tout au long de la vie, nouvelle condition de l'employabilité. Nous examinerons l'apprentissage scolaire, l'auto-apprentissage et la transmission du savoir professionnel.

Avec internet, on assiste, du moins potentiellement, à une démocratisation de l'accès à la connaissance : encyclopédies, dictionnaires, bibliothèques numériques publiques (Gallica) ou privées (Google Books), espaces de livres et articles numériques ou numérisés, archives d'articles et productions web (blogs, réseaux sociaux, sites), lieux d'échanges et de capitalisation des savoirs (forums, FAQ) sont à portée de clic. Le web est devenu une archive vivante : 23 millions d'articles sur Wikipédia dans près de 300 langues, réactualisés en permanence, 20 millions d'ouvrages numérisés sur Google Books, des millions d'informations nouvelles publiées chaque jour en mode flux. Les moteurs de recherche et les réseaux sociaux permettent de trouver, signaler, échanger les contenus. La révolution numérique affecte en profondeur les possibilités d'accès à la connaissance.

Cette explosion des contenus est rendue possible grâce à la contribution d'un plus grand nombre de personnes à la production des savoirs. Ainsi, l'écriture d'articles encyclopédiques n'est plus réservée aux seuls experts, pas plus que la publication d'articles de presse ou de critiques. La production du savoir est également devenue coopérative et participative. Certes, la logique de la participation n'est pas illimitée et universellement répartie. On note une grande diversité dans les formes d'engagement avec plus de 90 % des utilisateurs qui sont de simples consommateurs, 5 % qui commentent, évaluent, transmettent, et 2 % seulement qui produisent des contenus. Le nombre des producteurs croît à la marge. Toutefois la contribution des utilisateurs ne se limite pas à la production des savoirs : elle porte aussi sur la numérisation, la mise à disposition, le partage et la promotion. Globalement, les productions des professionnels se voient enrichies par des productions d'amateurs. Si cette participation reste marginale, sa diffusion, quant à elle, reconfigure le paysage.

Dans le contexte d'une infrastructure internet ouverte à l'innovation, le web est le terrain d'expérimentation de formats pédagogiques innovants pour la transmission du savoir, utilisant les potentialités de l'internet, les ressources de l'hypertexte et du multimédia : tutoriels qui hybrident textes, vidéos commentées d'écrans, infographie ; conférences en format court ; cours enregistrés et largement diffusés... Ainsi, les *Ted Talks*, mis en place par Chris Anderson, avec la diffusion gratuite sur Ted.com des meilleures conférences, dessinent de nouvelles formes de diffusion des savoirs. Il s'agit de "performances" faites par des experts dans des formats courts et vivants. L'usage de la vidéo comme moyen de transmission de la connaissance a aussi explosé ces dernières années : savoir-faire, cours théoriques hybridant parole, texte, supports visuels et animés deviennent la norme pour la transmission pédagogique. La Khan Academy prend acte de ces transformations en proposant des espaces numériques d'apprentissage par le jeu et la vidéo¹.

¹ Les grandes universités ont depuis longtemps ouvert largement certains de leurs cours par diffusion en ligne ou en *podcast*. Aujourd'hui, un pas de plus est franchi pour permettre à des

Trois problèmes sont identifiés, tous liés à l'immédiateté de l'accès au savoir. Quelles sont les conséquences du passage de la rareté à l'abondance dans le domaine de l'information ? On assiste à une distorsion croissante entre l'information produite (en croissance constante) et la capacité à la trier, la hiérarchiser, l'assimiler, autrement dit à se la réapproprier. Des termes comme "infobésité", "surcharge cognitive" viennent décrire ces situations d'inflation informationnelle. À cela s'ajoutent les débats sur l'efficacité relative de la multiactivité, du multitâche, par rapport à des modes de fonctionnement où les tâches sont décomposées, traitées une à une. Les études semblent montrer que l'être humain serait plus efficace en traitant les tâches séquentiellement qu'en les entrelaçant. Mais dans un environnement de dépendance réciproque, répondre aux sollicitations des autres (le fait d'être interrompu) permet de débloquent les travaux respectifs. D'un côté, on souligne les dangers de ces situations qui font que l'urgent passe avant l'important, que la surface prime sur la profondeur, que l'individu peut se sentir parfois dépassé par ces transformations. De l'autre, en montrant les aptitudes à la pluriactivité, les systèmes de filtrage et de hiérarchisation mis en place par les individus, on montre leur adaptation à ce nouvel écosystème.

L'autre point de débat dans ce champ tient aux conséquences de l'externalisation de la mémoire. Les données et informations sont sorties de nos têtes, conservées dans la machine. Il nous suffit d'avoir des pointeurs pour les retrouver. L'autonomisation du savoir pose la question de la "désindividuation", pour reprendre le terme de Simondon : privé de son savoir, ayant déposé son savoir à distance, l'individu se voit-il davantage aliéné ? Les essais se multiplient depuis que Nicholas Carr a publié son fameux article "Is google making us stupid?" (Carr, 2008). On irait vers des savoirs morcelés, en miettes, superficiels, avec des capacités de mémorisation faibles. D'un autre côté, certains posent au contraire que, libéré des contraintes de la mémorisation, l'individu est mieux à même de se réapproprier sa pensée¹. Enfin, la mise en machine du savoir, c'est-à-dire sa formalisation et sa numérisation, s'avère des plus limitée, car tout le savoir tacite échappe complètement à cette formalisation.

Enfin, l'accessibilité ne génère-t-elle pas une fracture numérique de second ordre ? Dans les pays occidentaux, la fracture liée à l'accès semble en grande partie résolue avec des taux d'équipement et d'accès très élevés. En revanche, des écarts notables se dessinent entre ceux qui savent manipuler l'internet, rechercher, trier, analyser l'information et ceux qui l'utilisent comme outil de divertissement sans réflexivité. De nouvelles inégalités se déploient autour de la maîtrise des outils d'accès à l'information. Enfin, internet a du mal à trouver une place légitime dans la classe où il peut parfois représenter un concurrent plutôt qu'un allié pour le corps enseignant.

étudiants distants de suivre un cours, mais aussi d'être évalués et d'obtenir des certificats. Des start-up se créent pour diffuser des cours en ligne à très grande échelle (Mooc : *Massive open online course*), avec examens et correction intégrés. Si le modèle économique n'est pas encore trouvé, ce système va un pas plus loin en intégrant l'évaluation de l'acquisition de compétences dans le dispositif.

¹ Cf. Serres M. (2012), *Petite Poucette*, Le Pommier.

Des institutions scolaires qui évoluent lentement

À côté de ces transformations, l'institution scolaire évolue lentement. Quasiment tous les écrits s'accordent pour dire que l'enseignement n'a pas changé depuis des siècles et que les propriétés de la classe continuent d'être les mêmes : un espace clos, un temps dédié, une relation enseignant- élèves de type *one to many*, une discipline ou matière, une posture commune où le maître sait et l'élève est ignorant. L'école changerait peu (de fait elle a profondément changé, en particulier après 1968, mais le discours dominant tend à souligner la continuité plutôt que les transformations), alors que l'environnement hors école est en mutation profonde. L'institution scolaire se sent menacée par internet qui, en tant qu'instituant du savoir, met à l'épreuve l'école sur de nombreux aspects : la hiérarchie maître-élèves, le classement, les divisions disciplinaires, la distinction entre haute et basse culture, le système de sélection (Davidson et Goldberg, 2009).

Or les "apprenants", les élèves, vivent dans des environnements qui se sont profondément transformés. Ils expérimentent des formes immédiates d'accès au savoir qui remettent en cause le rôle de l'enseignant comme transmetteur de savoir : tout ce qu'avance un enseignant peut être contrôlé, sourcé par les élèves. Mis en équivalence avec d'autres sources sédimentées sur le web, l'enseignant est inscrit d'emblée dans un réseau d'évaluation et de comparaison qui va bien au-delà de la comparaison entre professeurs d'un même établissement. Par ailleurs, les élèves trouvent en ligne un nombre de ressources exceptionnel : des cours, des exercices, des devoirs tout faits, sans avoir à réfléchir. Quelques expériences menées par des enseignants ont montré que les élèves recopiaient ce qu'ils trouvaient sur le web sans exercer leur esprit critique, sans reformuler. L'immédiateté de l'accès oblige également à repenser le type de devoirs et d'exercices que l'on donne à faire. Ensuite, les transformations des pratiques des jeunes générations, massivement impliquées dans une culture de l'écran (Donnat, 2009) avec navigation, zapping et pluriactivité, rendent obsolète la situation dominante en cours d'écoute active de l'enseignant. Les enseignants constatent une difficulté croissante des jeunes à se concentrer et adaptent en conséquence leurs formats de cours, multipliant les séquences courtes, les changements. Les élèves supportent de moins en moins bien d'être dans une posture passive devant le professeur.

Du côté des enseignants, on note un déclin de l'autorité du professeur comme détenteur unique de la connaissance. Il entre en compétition avec le savoir sédimenté dans le web. On observe dans le corps enseignant une certaine résistance à l'égard des TIC, liée d'une part à l'incertitude de leur utilité et de leur efficacité pour l'acquisition de compétences, et d'autre part à la situation paradoxale dans laquelle peuvent se trouver certains face à des élèves plus compétents qu'eux, du moins apparemment, dans le maniement des nouvelles technologies. Dans le même temps, de nombreux enseignants prennent l'initiative de pratiques pédagogiques innovantes tirant parti des dispositifs numériques.

L'accès facilité au savoir grâce au numérique va forcer à déplacer les équilibres dans l'enseignement et à mettre l'accent sur le processus d'apprentissage plutôt que sur la transmission de connaissances. Développer l'apprentissage de second niveau (apprendre à apprendre) prend le pas sur l'acquisition de connaissances. Dans ce contexte, apprendre à s'orienter dans des masses d'informations deviendra un savoir-faire central à développer au cours de la formation : chercher, trier, évaluer, critiquer, mettre en application. En ce sens, les humanités auront toute leur place dans la formation de demain, dans la mesure où elles visent à former des citoyens éveillés et soucieux d'une bonne démocratie (Nussbaum, 2010). Si les sciences humaines peuvent plus difficilement être déléguées à des machines, c'est qu'elles reposent sur l'apprentissage d'une démarche réflexive (lecture, mise à distance, comparaison) plutôt

que sur l'acquisition d'un savoir formalisable. Quand Serres identifie les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur, c'est également une posture humaniste qu'il adopte (Morin, 2000).

La culture de l'écran, qui permet un accès ludique aux contenus, qui génère un plaisir immédiat, pousse à inventer de nouveaux moyens de créer de la motivation et de susciter le désir d'apprendre et d'exercer l'esprit critique. Comme le souligne Simone (2012), l'*exopedia* (la formation hors école *via* les écrans, dominée par le ludique et la surface) entre en tension avec le modèle de l'*endopedia* (formation dans l'école) qui repose sur l'approfondissement, la structuration, la prise de distance critique. Quels biais inventer pour recréer de la *libido sciendi* ? Est-ce que les *serious games* sont une voie ? Ces débats ne font que reproduire la tension entre le monde sensible immédiat et trompeur et le monde de la connaissance et des idées qui force à un détournement, qui implique effort... une manière de revisiter la philosophie socratique.

L'enseignement supérieur en question

Si l'école (jusqu'au baccalauréat) est une institution de proximité soumise à une concurrence locale, la situation des institutions du supérieur est très différente, en ce sens qu'elles sont soumises à une compétition internationale. En prise avec la logique des classements des établissements et de la construction des réputations, chacune cherche à augmenter son périmètre de recrutement ; alors les cours en ligne permettent de sortir des frontières des établissements et d'accroître leur visibilité. Si les cours en ligne existent depuis longtemps, l'ingénierie du *e-learning* est actuellement en pleine transformation et préfigure une recomposition de l'enseignement supérieur. Les mutations récentes portent sur trois aspects : la fabrication du support de cours n'est pas un simple enregistrement vidéo ou audio d'un cours "classique", mais l'invention d'un nouveau format qui hybride parole, image, infographie, vidéo ; la mise en place d'un cours en ligne ne se fait pas comme un *broadcast* aveugle, elle s'accompagne de la construction d'un environnement qui favorise les échanges entre les étudiants, avec les tuteurs ; enfin, ce sont des modules qui incluent un système d'évaluation et qui permettent la distribution de certificats. On assiste à une industrialisation de l'enseignement à distance qui exploite toutes les potentialités du numérique : nouveaux formats, animation de collectifs distants, interaction producteurs/récepteurs. Des institutions chargées de longue date de l'enseignement à distance, comme l'Open University en Angleterre, ont accompli ce tournant.

Le développement massif des cours en ligne a des répercussions sur toute la structuration des enseignements. La compétition sur les cours magistraux se fera au niveau international et l'on imagine bien que l'existence en ligne d'un excellent cours sur un domaine particulier va dévaloriser de fait les cours magistraux traditionnels faits dans chaque institution. Autrement dit, les cours magistraux pourront être pris en charge par une population plus restreinte d'enseignants, qui auront chacun des audiences beaucoup plus élevées. Le rôle des enseignants de proximité évoluera de fait vers des postures de tuteurs, d'animateurs, dont la mission consistera à vérifier et à accompagner la montée en compétence, en orientant vers les bonnes ressources en ligne et en organisant la mise en application des savoirs.

Le métier d'enseignant sera amené à se transformer en profondeur avec une différenciation forte entre un noyau réduit de stars produisant des cours magistraux à vaste public et une masse d'enseignants dont la fonction sera moins de transmettre des savoirs que de guider le processus d'apprentissage. Il est intéressant de voir à quel point les propositions de J. Rancière dans *Le Maître ignorant* (Rancière, 1987) trouvent un fort écho dans ce nouveau contexte : en revisitant l'expérience de Jacotot, Rancière imagine une autre forme de rapport pédagogique où le maître n'est plus forcément celui qui sait face à l'élève ignorant, mais celui qui accompagne

l'élève dans son cheminement vers ce qu'il ne sait pas encore à partir de ce qu'il sait déjà.

Si les MOOC (*Massive Online Open Courses*) ne représentent vraisemblablement pas encore l'innovation de rupture que le numérique pourrait introduire à l'université, ils préfigurent l'ampleur des transformations que pourrait subir le monde académique : privatisation des cours magistraux, affaiblissement des diplômes et des établissements qui les délivrent, formation à la carte et valorisation de cursus transverses échappant à tout contrôle public, émergence d'un grand marché de la formation supérieure en lien plus étroit avec la formation continue, etc.

D'ici 2030, on imagine une école mieux articulée avec le monde du travail. Il n'y aura plus d'un côté le temps des études, suivi du temps du travail, mais des frontières poreuses et des passerelles plus étroites entre formation et emploi, *via* l'apprentissage, les stages, les formations au cours de la vie... Dans ce cadre, l'école sera amenée (Fourgous, 2012) à mettre en place un cadre qui permette d'une part de développer la capacité à travailler en équipe (apprentissage par problème, par projet...) et, d'autre part, de développer la créativité, la capacité à innover - autant de savoir-faire centraux pour la vie professionnelle dans les environnements actuels et à venir.

L'enjeu éducatif devient majeur. Passant d'une position de médiateur d'accès au savoir, l'école, ou plutôt l'enseignant, doit se placer comme le moteur d'un apprentissage de la mobilisation du savoir. Et se positionner, ou intervenir, entre croyance et savoir. Internet va remobiliser très rapidement les questions de la justification ou de la preuve, en même temps qu'une éthique de la tolérance. Quant aux institutions de formation, elles vont se trouver prises dans le maelström numérique, avec une remise en cause fondamentale de leur monopole sur les diplômes délivrés.

3. Le défi économique

Internet a produit beaucoup de promesses économiques. Elles peuvent être synthétisées dans ce qui a été dénommé "nouvelle économie" à la fin des années 1990. L'idée prévalait qu'une nouvelle ère économique se profilait, dans laquelle les valeurs deviendraient principalement immatérielles (justifiant des valorisations élevées que le système comptable traditionnel ne savait pas prendre en compte), que la croissance serait régulière et élevée grâce à internet et plus largement aux technologies d'information et de communication, et que l'irruption d'une économie plus virtuelle et immatérielle contribuerait à économiser de l'énergie.

3.1. Internet et la croissance

L'impact du web sur la transformation structurelle du monde, tant économique que culturelle et sociale, ou géopolitique, est aujourd'hui une évidence largement partagée. Impact sur la libéralisation des échanges, impact sur les processus de démocratisation, soutien éventuel à la croissance économique, diffusion des innovations, etc. : le numérique décroïssonne, libéralise, démocratise, diffuse les savoirs, crée de nouveaux débouchés, réduit les frictions transactionnelles – autant de mécanismes qui redistribuent la richesse mondiale.

Pourtant, les économistes débattent depuis vingt-cinq ans du paradoxe de Solow. En 1987, Robert Solow, prix Nobel d'économie la même année, exprime un doute sur la

contribution des technologies d'information et de communication à la productivité globale de l'économie. Au niveau microéconomique, de nombreux travaux ont montré que la productivité de nombreuses firmes était améliorée par leur équipement informatique et leur usage du web, surtout quand elles se réorganisaient en conséquence. Mais la consolidation macroéconomique n'est pas toujours très parlante. Ce décalage pourrait s'expliquer ainsi :

1. La mesure de la productivité est extrêmement délicate dans de nombreux secteurs, notamment dans les services. Le paradoxe résulterait dès lors de mesures imparfaites ou erronées¹.
2. L'effet des technologies d'information et de communication ne pourrait se constater qu'avec un certain décalage, notamment dans l'attente des bénéfices apportés par les réseaux, internet en premier lieu ; mais voilà dix ans qu'internet a atteint une vitesse de croisière.
3. Internet produit des effets en termes de productivité, mais ces bénéfices seraient dissipés dans certaines organisations.
4. Les bénéfices pourraient être dissociés des lieux où s'opèrent l'investissement et l'usage d'internet.

La croissance globale d'une économie peut d'abord s'analyser comme la résultante mécanique de la croissance de chacun des secteurs qui la composent. Cette contribution pondérée à la croissance globale d'un secteur TIC (qui représente grossièrement entre 4 % et 6 % du PIB des pays développés², parfois plus dans les pays en développement du fait de l'hypertrophie du secteur des télécommunications) ou d'un secteur internet (qui avoisinerait 3 % à 4 % du PIB des pays développés) reste très faible, car ces secteurs d'activité demeurent très stables en poids dans l'économie. Cette stabilité est la résultante de deux phénomènes : une croissance très forte des volumes, une décroissance de même ampleur des prix, ce qui maintient un niveau en valeur très plat. On constate plutôt une faible régression du poids de ces secteurs³.

¹ La productivité se mesure comme la progression du rapport en volume des outputs d'une industrie à ses inputs. Elle est en quelque sorte la faculté de produire plus avec les mêmes inputs. Cela soulève deux questions :

- dans de nombreuses industries, la connaissance des volumes résulte de la décomposition des valeurs entre des volumes et des prix. Ce partage volume/prix est particulièrement délicat, notamment dans les secteurs des services dans lesquels la définition même des produits est hardie. Cf. la note "Le partage volume/prix" de l'INSEE (2007), disponible à http://www.insee.fr/fr/indicateurs/cnat_annu/base_2000/documentation/methodologie/nb7.pdf et le cahier statistique n° 7 de l'OCDE (mars 2005), "Croissance du PIB et productivité du travail : comparaisons et problèmes de mesure", disponible à <http://www.oecd.org/fr/std/34665214.pdf>

- les unités qui permettent de mesurer les outputs traduisent le plus souvent la quantité de production et rarement l'utilité du produit pour l'utilisateur. Or, internet permet souvent d'améliorer la qualité, le confort, l'agrément d'une prestation pour l'utilisateur, toutes choses qui sont difficilement mesurables et rarement intégrées dans les indicateurs d'outputs (ainsi, un service e-commerce offert à domicile sur des plages horaires étendues offre une utilité accrue qui ne se mesure pas à travers le nombre de transactions effectuées). La généralisation des mesures de prix hédoniques qui permettraient de saisir ces effets est loin d'être effective.

² 4,1 % en France en 2008 (source : <http://www.observatoire-du-numerique.fr/economie-numerique/secteur-producteur/economie-du-secteur>)

³ La période 1995-2000 avait permis de mettre en évidence une contribution très positive des TIC (et d'internet) à la croissance globale, mais celle-ci s'est révélée par la suite très liée à la croissance artificielle associée à la bulle internet.

Une deuxième approche consiste à s'interroger sur les apports d'internet aux secteurs utilisateurs, en tentant de relier leur performance à leur usage d'internet. Les difficultés méthodologiques de cet exercice sont nombreuses ¹. Les recherches macroéconomiques qui l'ont tenté restent très prudentes quant aux effets d'entraînement d'internet (et des TIC) sur l'économie. L'hypothèse sous-jacente à ces travaux est qu'internet améliore la productivité des secteurs utilisateurs, de trois façons :

- en réduisant les coûts de transaction dans la production et la distribution des produits et services ;
- en améliorant le management, en rendant plus efficace la gestion des processus de production internes ainsi qu'entre la firme et son environnement ;
- en intensifiant la concurrence, par une plus grande visibilité et transparence sur les marchés et un élargissement de l'horizon de la connaissance.

On peut penser que l'internet a bien contribué à ces trois phénomènes et ce, de façon radicale. Toutefois, si ces effets de productivité, d'amélioration du management et d'intensification de la concurrence ne se traduisent pas en termes de croissance dans les dernières années, c'est bien que d'autres effets les ont contrecarrés, au moins pour ce qui concerne l'Europe et les États-Unis. Le ralentissement très fort de la croissance mondiale depuis 2008 dans les économies développées, malgré une croissance soutenue des trafics et usages d'internet, en est le reflet sans équivoque.

Retenir l'idée d'un effet positif local qu'on ne retrouve pas sur un plan global revient à envisager des effets contraires venant annuler l'impact positif, effets qu'il est possible de situer à trois niveaux : à un niveau interne à la firme (effets parasites négatifs), à un niveau géographique (décalage de localisation des effets), à un niveau systémique (effets sectoriels anéantis ailleurs).

De façon interne à la firme, de nombreux effets négatifs ont été mis en évidence : obsolescence rapide des produits, coûts de mise à niveau considérables (que ce soit en termes d'évolution des produits ou d'apprentissage continu des utilisateurs), questions de fiabilité, d'interopérabilité, de rigidité, inefficiences diverses (infobésité, problème de l'auto-efficacité², engorgements de mails, etc.). Les bénéfices d'internet peuvent être obérés par ces dysfonctionnements.

Au plan géographique, les trois effets de productivité énoncés ci-dessus ne préjugent pas de la localisation de la croissance qu'ils induisent : l'accroissement de productivité peut être généré dans une région et intégré dans les processus de production dans une autre, notamment du fait de la dissociation des activités de conception des activités de production. Cette situation est, semble-t-il, nouvelle en ce que, jusqu'à présent dans l'économie mondiale, la croissance se produisait là où avaient lieu les progrès de productivité. Aujourd'hui, et l'on peut voir là une dimension radicale de la

¹ Citons les facteurs déjà énoncés (difficultés de mesure de la productivité dans les secteurs utilisateurs, décalage des effets dans le temps, mesure des usages (fréquemment résumés par le proxy des investissements en TIC), etc. Cf. par exemple <http://www.euklems.net/index.html>

² Notions en anglais de "information overload" et de "self-efficacy". Cf. Mengis J., Eppler M.J. (2004), "Side-effects of the E-society: The causes of information overload and possible countermeasures", *Proceedings of the IADIS International Conference 2004, Avila (Spain)*.

globalisation, il peut y avoir dissociation du lieu, pays ou continent où le progrès de productivité est généré, d'une part, et de celui où la croissance de la production et l'emploi se produisent, de l'autre. Cela est particulièrement vrai dans les industries TIC-internet, où l'on a observé massivement une dissociation entre les lieux de conception, largement aux États-Unis, et les lieux de production, l'Asie et la Chine. En résumé, les outils de productivité bureautique et de communication sont conçus aux États-Unis, les outils de productivité managériaux dans ce pays, en Europe et en Inde, et les outils matériels sont fabriqués en Asie : Chine, Taiwan, Thaïlande, Indonésie, Vietnam, etc. Cette répartition géographique est tout sauf neutre en termes de croissance, dans la mesure où, quelle que soit l'ampleur de la valeur ajoutée générée par la conception et le design, les effectifs employés à la production sont massivement plus élevés et se situent largement en Asie. L'analyse de ce phénomène a donné lieu à de nombreux débats, mettant en cause non seulement le coût relatif de la main-d'œuvre, qui représente finalement une proportion modeste des coûts totaux, mais aussi et peut-être surtout la disponibilité du type de main-d'œuvre nécessaire : des techniciens qualifiés de niveau intermédiaire. Le débat ayant suivi un échange entre Steve Jobs et Barack Obama¹ en octobre 2011 est éclairant à cet égard : à la question "Pourquoi Apple ne produit-il pas aux États-Unis ?", la réponse a été : "Parce que le pays ne dispose pas du type de main-d'œuvre technique qualifiée nécessaire, que la réglementation est excessive et que les processus de production n'ont pas la flexibilité demandée". Ce débat fait écho de façon intéressante à la constatation faite en France du glissement du dispositif des baccalauréats professionnels, destinés initialement à former précisément à ce type de qualification, et dont les titulaires ont été évincés des formations professionnelles courtes, IUT, STS, par les bacheliers généraux. On retient donc comme un facteur de déception concernant l'effet de l'internet sur la croissance la dissociation géographique, les lieux de production des outils de productivité bénéficiant de plus de croissance que les lieux de conception et design.

Ce phénomène a une autre conséquence : l'évolution de la pyramide des revenus a été marquée par un évidement de la partie moyenne. Une pression forte s'exerce sur les revenus des classes moyennes, du fait de la concurrence sur les compétences génériques, liée à la combinaison de la globalisation et des technologies d'information et de communication. Ce phénomène concerne l'ensemble des secteurs d'activité ouverts à la concurrence internationale. Seuls font exception les secteurs de services comme l'éducation, la santé et, d'une certaine manière, la distribution. La réalité du phénomène semble avérée².

Les risques systémiques sont bien représentés par le rôle de l'industrie des services financiers. L'hypothèse d'instabilité financière de Minsky [1992]³ est remise à l'ordre du jour par le débat sur la négligence des mécanismes financiers, en particulier des risques de défaut, du fait des modèles macroéconomiques utilisés par les gouvernements et les banques centrales. Ce que les dix dernières années ont montré en effet, selon une interprétation souvent retenue, est que des phénomènes de nature financière, ou se produisant dans la sphère financière, sont capables de provoquer des crises de l'économie réelle, de la production et des revenus : "*Finance matters*". Les

¹ Isaacson W. (2011), *Steve Jobs*, Simon & Schuster.

² Leonhart D. (2012), "Globalization and the Income Slowdown", *New York Times*, 21 août.
<http://economix.blogs.nytimes.com/2012/08/21/globalization-and-the-income-slowdown/>

³ Minsky défend l'idée que la stabilité financière induit des prises de risque croissantes qui conduisent à une forte instabilité si la spéculation n'est pas encadrée.

manifestations en sont : les *subprimes*, le fonctionnement autonomisé des marchés financiers, quantitativement et dans ses mécanismes, et les risques de défaut associés. Le rôle joué par l'endettement galopant de nombreux gouvernements des pays industrialisés peut y être associé : le phénomène sociopolitique qui lui a donné naissance, le gonflement des droits acquis mis en place dans les années 1930-1960, avec le vieillissement de la population et la diminution relative de la population active, confrontés à la baisse de la croissance depuis les années 1970 et à la résistance à l'impôt, s'est combiné avec les facilités offertes par les marchés financiers, pendant une génération, aggravées de façon critique par l'effondrement, le décrochage du plancher économique survenu en 2008. Or le volet financier de ces phénomènes a été largement ignoré par les modèles macroéconomiques.

Quel rôle jouent l'internet et les TIC dans ce contexte et quelles leçons peut-on en tirer ? Le rapport rédigé en 2012 pour la Commission européenne par un groupe de travail dirigé par Erkki Liikanen, le gouverneur de la banque centrale de Finlande, membre du directoire de la BCE et ancien commissaire européen pour la Société d'information, souligne le rôle central de l'internet dans la transformation et le développement de l'industrie des services financiers. Sans TIC surpuissantes, sans les capacités de communication des réseaux et de l'internet, pas de transactions à la microseconde, pas de création ni de "gestion" des produits structurés, pas de pyramides incontrôlées de produits financiers. Il y a eu certes des crises économiques et financières bien avant l'internet et les TIC, mais on peut penser que, si elles se suivent, les crises ne se ressemblent pas complètement. La crise actuelle a combiné de façon spécifique les facteurs réels et financiers énoncés précédemment (hypothèse d'instabilité financière, bulle immobilière) avec l'amplification rendue possible par "l'effet TIC". Ce qu'ont apporté les TIC et l'internet est l'interconnexion des pratiques et mécanismes de l'industrie des services financiers, provoquant une radicalisation et un achèvement d'un processus engagé dès la fin du XIX^e siècle (la première mondialisation) et relancé dans les années 1960 (l'unification des marchés financiers mondiaux). La constitution de l'industrie des services financiers en une "totalité en mouvement", analysée par Lawson¹, par opposition à la vision standard d'agents interagissant mécaniquement et selon une rationalité individuelle, a été le résultat, le chef-d'œuvre pourrait-on dire, de l'avènement des technologies TIC et internet. Ce résultat, notons-le, est quasi univoque.

Colander *et al.* (2009), par exemple, mettent en cause dans l'imprévision observée le rôle central qui reste joué dans les modèles et la prévision par l'hypothèse de rationalité de l'agent économique, intégrant dans ses actions et ses comportements l'ensemble de l'information disponible sous forme d'anticipations. Cette hypothèse est battue en brèche par le fonctionnement concret des marchés, en particulier financiers et immobiliers. Des comportements divers, tout sauf rationnels, s'y expriment, moutonniers, erratiques, réagissant aux rumeurs, reposant sur des croyances, etc. Quel rôle ont joué l'internet et les TIC dans ce contexte ? Les TIC sont en cause dans l'hypertrophie de la sphère des services financiers, leur donnant les moyens d'élaborer, d'opérer des transactions toujours plus massives et rapides, à la microseconde, sur des produits toujours plus complexes. L'internet ensuite, par la messagerie instantanée, les réseaux sociaux, va au-delà de la presse et des médias traditionnels dans la création et la transmission des croyances et des rumeurs. Il en résulte que les instruments de

¹ "The Current Economic Crisis", *Cambridge Journal of Economics*, 2009, 33, 759-777.

gestion de la complexité n'ont pas été à la mesure de l'accroissement de cette complexité rendue possible par le développement des TIC-internet.

Quelques enseignements peuvent être tirés de ces analyses où se mêlent les effets des technologies d'information et de communication de façon générale et les effets de l'internet, comme expression partielle de ces technologies, appelée vraisemblablement à les englober :

1. Les technologies d'information et de communication, et internet, connaissent depuis vingt ans une baisse spectaculaire des prix auxquels biens et services sont offerts sur le marché¹ (figure 7) : si cette baisse n'a pas permis à ce secteur d'élargir sa place dans les productions nationales, et donc de ne contribuer que faiblement à la croissance mécanique du PIB (comme agrégat de secteurs), elle a incontestablement bénéficié à l'ensemble de l'économie : dotés d'une très forte productivité interne, les secteurs des technologies d'information et de communication et de l'internet ont diffusé dans le reste de l'économie la productivité qu'ils ont eux-mêmes connue sous forme de baisses de prix.
2. Un secteur qui abaisse autant ses prix ne peut guère contribuer massivement à l'emploi. L'impact d'internet sur l'emploi est donc vraisemblablement négatif². Améliorer la productivité de l'économie, c'est produire plus avec moins, et notamment moins d'emplois. Mais la productivité insufflée dans l'économie du fait des baisses de prix crée un double appel d'air, d'une part à travers un pouvoir d'achat dopé par ces baisses, et d'autre part à travers une offre de produits dopée par les innovations permises par le numérique. C'est la mécanique schumpétérienne de destruction créatrice, dont on sait que les mécanismes d'ajustement sur le court terme peuvent être très chaotiques.
Certes, internet suscite de l'emploi dans les firmes qui offrent de nouveaux services et dans celles qui accompagnent le fonctionnement du réseau, mais ces créations sont malheureusement inférieures à celles qui résultent des gains de productivité interne aux réseaux et aux prestataires de services traditionnels.
3. Au-delà du secteur producteur des services internet, les effets de productivité sur le reste de l'économie semblent donc mineurs³. Il est vraisemblable que, pour les raisons évoquées, ces effets existent (meilleure organisation de la production fruit de réorganisations, d'une efficacité plus forte des process et d'une pression concurrentielle accrue), mais qui sont probablement obérés par les facteurs soulignés : compensation par des dysfonctionnements corollaires, délocalisation des bénéfices, effets systémiques. Il est également vraisemblable que de nombreux effets qualité induits par les services internet ne soient pas visibles dans les

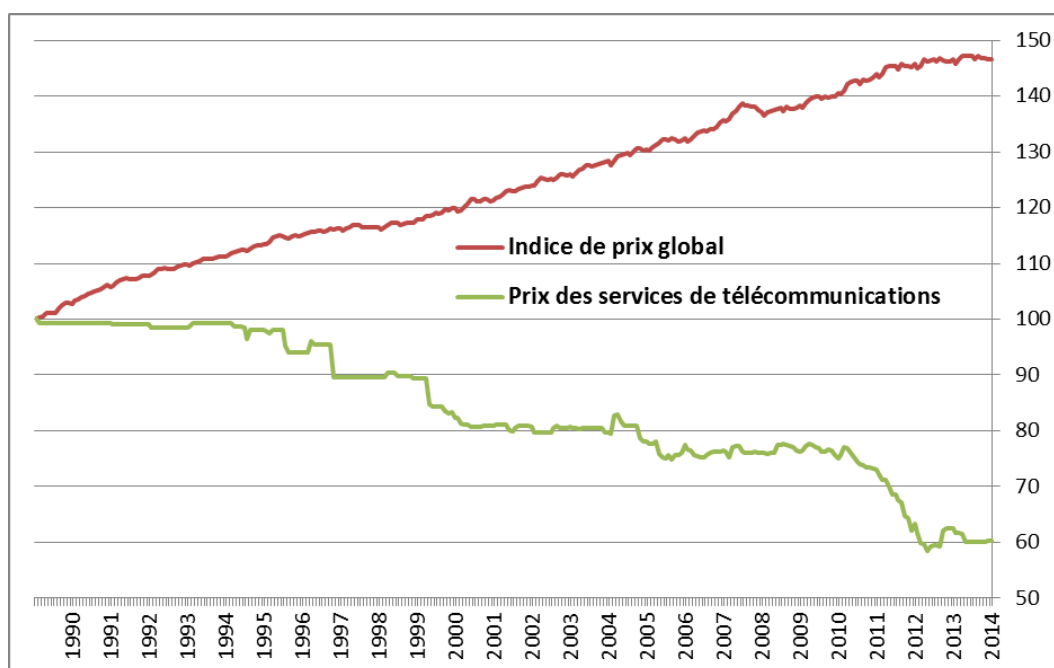
¹ Le graphique présenté montre que, si l'indice des prix global a augmenté en trente-deux ans de 49 %, l'indice des prix des services de télécommunications (nomenclature Coicop 08.1.2.2) a baissé de 36 %. Relativement à l'évolution générale des prix, les services de télécommunications ont donc baissé de 57 % en trente-deux ans (-2,6 % par an en moyenne) ! Sur la difficulté des indices de prix, voir Magnien F. (2003), " Mesurer l'évolution des prix des services de téléphonie mobile : une entreprise difficile ", in *Économie et Statistique*, n° 362 http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/es362a.pdf

² Les travaux conduits en matière d'emploi se heurtent à la difficulté d'identifier les emplois perdus, par substitution d'emplois.

³ Rappelons que la productivité mesure des effets en volume, et non en valeur.

statistiques disponibles en l'absence de prix hédoniques¹. Internet se caractérise alors par des améliorations de bien-être (des consommateurs et des travailleurs) qui ne se retrouvent pas obligatoirement dans les chiffres économiques, mais qui là aussi peuvent être questionnés sur les effets corollaires qu'ils génèrent. Internet suscite également de multiples forums d'usagers ou de consommateurs qui, grâce à leurs contributions, facilitent l'appropriation et l'usage de nombreux biens et services, économisant d'autant les services commerciaux avant et après-vente ; *a contrario*, internet développe certains services comme la livraison à domicile, soulageant le consommateur de tâches logistiques : internet fait travailler les consommateurs et les clients, mais leur permet par ailleurs d'économiser leur effort. Le bilan reste difficile à établir.

Figure 7 - Évolution des prix des services de télécommunications en France de 1990 à 2014 comparée à l'évolution globale des prix (indices de prix INSEE - ensemble des ménages métropole et DOM, base 1990 recalculée)



Sur un plan prospectif, ces tendances semblent lourdes. La validité vraisemblable de la loi de Moore sur la prochaine décennie devrait maintenir la pression sur les prix des biens et services de l'internet. L'ambivalence forte des usages de l'internet, en matière de productivité, ne semble pas devoir se réduire. Le processus schumpétérien n'a pas de raison de devenir plus lisse. La plus grande incertitude réside dans la capacité de nos économies à maîtriser les effets systémiques que peut engendrer la mise à disposition de services de plus en plus performants et peu onéreux.

¹ Les indices de prix hédoniques tentent de saisir les évolutions des prix à qualité ou performances constantes.

Le débat sur le potentiel de croissance économique apporté par l'internet a été récemment relancé par l'article de Robert J. Gordon "Is U.S. Economic Growth Over ?"¹. L'auteur part de l'analyse de trois révolutions industrielles successives :

- la machine à vapeur et les chemins de fer, de 1750 à 1830 ;
- l'électricité, les communications, la chimie, le pétrole, l'eau courante (et les toilettes intérieures), de 1870 à 1900 ;
- les ordinateurs, l'internet, le téléphone mobile, de 1960 à aujourd'hui.

Chacune de ces révolutions industrielles a donné lieu à une période d'expansion, en particulier la deuxième, qui s'est traduite par une transformation profonde de l'habitat, des territoires, des transports et des modes de vie, et par un élan économique exceptionnellement puissant à l'échelle historique. La combinaison du machinisme, de l'habitat familial, de son équipement électroménager, de la ou des voitures, des vacances a constitué un moteur de croissance massif, mais non répétable. Dans la période 1972-1996, l'accroissement de productivité s'est ralenti et la gamme de produits nouveaux offerts n'a pas été à la hauteur de la période précédente. La révolution "numérique" qui a suivi n'a donné lieu qu'à un sursaut éphémère, de 1996 à 2004, alors que les transformations profondes de la seconde révolution industrielle, l'urbanisation, les transports rapides, la libération des femmes et leur entrée sur le marché du travail, avaient épuisé leurs effets et ne pouvaient être reproduites. Selon Gordon, il faut envisager que les deux cent cinquante années passées de croissance forte et continue ont été "un épisode historique unique dans l'histoire de l'humanité". Le taux de croissance de l'économie américaine, après avoir été de 2 % de 1860 à 2007, pourrait redescendre à 0,2 % par an. Les économies émergentes bénéficient d'un rattrapage de croissance, pour une part au détriment des pays anciennement industrialisés où les revenus du travail se dégradent et où les inégalités s'accroissent. La question pour les années à venir se pose donc de l'existence d'un potentiel de croissance fondé sur l'innovation et l'invention, en particulier dans la sphère TIC-internet. Il ne semble pas exclu qu'internet trouve enfin dans l'internet des objets un rebond en termes d'innovation qui se traduise en termes de croissance.

3.2. Internet et le développement durable

L'immatériel a souvent été associé à un renouveau de la croissance, grâce à un moindre impact sur la consommation de ressources physiques. Bien que le numérique aujourd'hui questionne le développement durable (consommation énergétique, épuisement de ressources naturelles, terres rares, déchets, etc.), il paraît pouvoir contribuer à une économie durable du fait de l'intelligence qu'il peut apporter à certaines productions ou consommations (*smartgrids*, réduction ou partage des transports, etc.). Le numérique peut-il aller plus loin, et nous assister dans la recherche de croissances plus stables, plus équilibrées, plus écologiques, voire dans des formes de décroissance requises pour certains secteurs (transports, énergies non renouvelables, etc.) ?

Il faut tout d'abord constater que les perspectives d'économies massives dans les transports et l'énergie ne se sont pas vérifiées. Les TIC ont créé des médias de

¹ Working Paper 18315 <http://www.nber.org/papers/w18315> NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH 1050, August 2012.

communication qui ne se sont pas substitués au face-à-face, mais s'y sont ajoutés, donnant naissance à une très positive intensification de la communication. L'école désurbaniste, qui veut "créer les villes à la campagne" en profitant des réseaux de communication et de transport pour obtenir les avantages de l'urbanisation en éliminant les coûts de congestion (Webber *et al.*, 1976), a connu un nouveau revers. Le télétravail reste marginal.

De façon plus inquiétante, les industries TIC/internet apparaissent aujourd'hui sous un jour très défavorable en matière de consommation d'énergie. Selon une enquête du *New York Times*¹ : "La plupart des centres de données, de par leur conception, consomment de grandes quantités d'énergie formant un gaspillage incongru, ce que montrent de nombreux entretiens et documents. Les services en ligne font fonctionner généralement leurs installations en permanence à capacité maximale, quelle que soit la demande. En conséquence, les centres de données peuvent gaspiller 90 % ou plus de l'électricité fournie par le réseau." Et l'auteur ajoute : "Pour se prémunir contre une panne de courant, ils misent en outre sur des bancs de générateurs qui émettent des gaz diesel. La pollution des centres de données est de plus en plus citée par les autorités comme enfreinant la régulation en matière de propreté de l'air, comme le montrent certains documents. Dans la Silicon Valley, de nombreux centres de données apparaissent sur l'inventaire gouvernemental *Toxic Air Contaminant*, une liste des plus gros pollueurs diesel de la région²."

Au total, selon des experts consultés par le *New York Times*, "les centres de traitement numériques utilisent... l'équivalent de la production de trente centrales nucléaires". De plus, et par-delà le volume de cette consommation, l'efficacité énergétique des centres de traitement de données est aujourd'hui très faible. Selon cette même enquête, 6 % à 12 % seulement de l'énergie est utilisée à des traitements de données³. S'y ajoute également un usage extensif de batteries semblables aux batteries d'automobile, dont l'empreinte environnementale globale est très forte, ainsi qu'un grand nombre de générateurs diesel⁴.

Les activités et requêtes pratiquées par des milliards d'utilisateurs, comme par exemple chercher sur son mobile un restaurant auvergnat ou thaïlandais près de l'Assemblée nationale, sont en fait très gourmandes en capacité de stockage, de calcul, et en énergie. Le nombre de centres de traitement de données atteindrait environ 3 millions dans le monde, et leur consommation d'électricité représenterait aux États-Unis 2 % de la consommation du pays⁵. Il a beaucoup été dit également que les TIC apporteraient des économies de papier : on se souvient de la prophétie du "bureau sans papier" apparue dans les années 1980. En fait la consommation de papier est restée stable et la consommation énergétique de l'industrie papetière également. Certains aujourd'hui pensent qu'une mutualisation à grande échelle de moyens de calcul et de stockage sous forme de *cloud* améliorerait l'efficacité globale des systèmes d'information, mais le débat reste ouvert sur cette question.

¹ By James Glanz, 22 septembre 2012.

² Glanz J. (2012), " Poxer, Pollution and the Internet ", *New York Times*, 22 septembre.

³ Evaluation Mc Kinsey & Company.

⁴ Flipo F., Deltour F., Dobré M. et Michot M. (2012), "Peut-on croire aux TIC vertes ? Technologies numériques et crise environnementale", Presses des Mines.

⁵ Estimations par Jonathan G. Koomey, Research fellow, Stanford University et Datacenter Dynamics, Londres, citées par le *New York Times*, *op.cit.*

Si la contribution d'internet au développement durable reste questionnable, peut-on dire qu'internet a contribué à une croissance plus stable et plus durable ? La bulle internet a montré, de 1996 à 2001, que toute rupture technologique et sociale, telle celle d'internet, pouvait générer des anticipations irrationnelles de la part des marchés financiers et créer une inflation des actifs totalement déconnectée de la sphère productive. Cette bulle internet fait désormais partie de l'histoire, mais l'histoire a montré que, malgré les enseignements apportés par la succession des bulles technologiques, celles-ci pouvaient se reproduire régulièrement.

La survalorisation de certains actifs fait à chaque fois craindre l'apparition de nouvelles bulles. La valorisation élevée de Facebook, lors de son introduction en 2012, en fournit une illustration, même si le marché a rapidement corrigé la valeur du réseau social qui a, depuis, montré son potentiel.

Quelle prospective tirer de ces constats ? Internet va continuer à diffuser dans l'économie de la productivité sous la forme de la baisse des prix de ses services, du fait d'un progrès technologique qui devrait rester intense. Et donc, maintenir de façon légèrement fluctuante sa place dans l'économie, autour des 5 %, qui le caractérise aujourd'hui, sans devenir vraisemblablement un secteur moteur de l'emploi. Au-delà de cet effet majeur, les incertitudes liées au paradoxe de la productivité ne pourront être levées qu'à travers une meilleure connaissance du secteur et de l'usage de ses produits et services. Mais il est vraisemblable que si, au niveau microéconomique, des firmes en nombre croissant tirent profit de leurs usages d'internet, sur un plan macroéconomique, les effets liés à la mondialisation ne s'estomperont que progressivement, avec le rattrapage économique des pays émergents, et les effets systémiques ne disparaîtront qu'à travers des régulations plus contraignantes des utilisateurs critiques. L'irruption de l'internet des objets ne devrait pas réduire les effets paradoxaux de l'économie de l'internet, au niveau micro comme au niveau macroéconomique. Enfin, la réduction des consommations énergétiques sera constante, mais progressive, et le secteur pourrait devenir un acteur important dans la recherche de solutions autonomes de génération électrique ambiante, basées sur les nanotechnologies.

4. Le défi de la numérisation

Les technologies à l'origine d'internet sont les mêmes qui produisent peu à peu la numérisation des biens informationnels, jusque-là disponibles sur des supports matériels. Mais internet introduit une dimension supplémentaire à la numérisation, qui est la diffusion quasi universelle de ces biens dématérialisés par réseau, et induit non seulement un accès mais une consommation directe en ligne.

La caractéristique centrale du numérique est qu'il a créé une dissociation inédite entre le support et le contenu, alors que dans notre histoire culturelle les deux sont étroitement associés : le livre est à la fois contenant et contenu (Chartier, 2000), tout comme le disque... Cette séparation rend possible l'existence de deux marchés, celui des contenus et celui des supports, l'un entrant en tension avec l'autre. Elle conduit également à une mise en valeur du support alors qu'il a longtemps été considéré

comme un allant-de-soi transparent. Paradoxalement, le numérique force à repenser la matérialité du support et de son écriture.

Cette dissociation entre support et contenu conduit à une autonomisation des contenus qui peuvent prendre des formes variées sur des supports distincts. On peut lire un livre sur son mobile, sa tablette, son ordinateur, successivement, alternativement. On peut écouter la musique sur son baladeur, son ordinateur, sa chaîne... Le contenu n'a plus une forme figée, il circule à travers nos écrans et s'articule avec d'autres formes de conversations et d'autres contenus, de manière séquentielle ou parallèle (Google, 2012). Nous n'avons pas encore pris la mesure de l'autonomisation des contenus.

Les contenus numériques ont une propriété remarquable, ils sont ouverts à la participation en étant ouverts aux évaluations, aux partages, aux commentaires, ils s'inscrivent dans des parcours d'usage. Les biens culturels se voient ainsi augmentés par les modalités de leur réception, par les possibilités d'enrichissement. Ils définissent également de nouvelles formes d'articulation entre monde réel et monde virtuel, offrant de nouvelles formes de participation. Ainsi, un concert peut être retransmis à distance, en temps réel, et différé, commenté, expédié... L'événementiel, les performances trouvent ainsi des vies parallèles sur les réseaux quand ceux-ci ne sont pas directement intégrés à la performance. L'œuvre se trouve inscrite dans un réseau relationnel attaché à elle, réseau d'appariements et de conversations et commentaires.

Le numérique a favorisé le développement des formats courts : le morceau de musique, le billet, l'extrait vidéo sont des points d'entrée naturels. On assiste au retour de la forme du feuilleton, avec l'idée de se confronter en continu avec le public, en publiant morceau par morceau, à un rythme qui se coconstruit avec les lecteurs.

Une dernière caractéristique que généralise le numérique est le développement des notions de trans- ou de cross-média, voire de convergence culturelle (Jenkins 2006), avec l'idée que des biens culturels peuvent avoir des prolongements et être déclinés dans des industries différentes, ce que des firmes comme Disney avaient déjà développé à petite échelle. Par exemple, Harry Potter est à la fois une série de livres, de films, de jeux vidéo et d'autres déclinaisons. Inversement, on voit de plus en plus de productions artistiques qui hybrident les genres : livres augmentés, spectacles multimédia, performances musicales et littéraires, etc. Les frontières entre les industries se trouvent ainsi brouillées, conduisant à une redéfinition des genres.

4.1. Un nouveau consommateur

La numérisation des biens informationnels et leur diffusion sur internet illustrent le changement de statut du consommateur :

- L'internet réduit les barrières à l'entrée et permet aux consommateurs de basculer d'une posture passive à une posture active¹, ce dont témoigne la prolifération des expressions comme *prosumer*, *producer*. Le consommateur remonte activement dans la chaîne de production. On assiste à un télescopage entre production et

¹ Les travaux sur les *cultural studies* ont largement contribué à défaire l'idée reçue d'un spectateur passif face à l'écran de la télévision, montrant au contraire l'intensité de l'activité de commentaire et d'échanges autour des émissions.

consommation, et cela à plusieurs niveaux de la chaîne de valeur. Ainsi la chaîne linéaire : création -> production -> promotion -> distribution -> consommation se voit reconfigurée en profondeur.

- La diminution des coûts de création (avoir un home studio, fabriquer des films devient beaucoup plus accessible) et l'abaissement des barrières à l'entrée (possibilité de publier, promouvoir, distribuer en ligne) permet à un nombre croissant de consommateurs de rendre publiques leurs créations. On assiste à une explosion de la mise en visibilité et du partage des créations avec le numérique. Cette explosion est le reflet de la montée des pratiques amateurs, constatée dans les enquêtes sur les pratiques culturelles depuis plus d'une dizaine d'années.
- Si la pratique d'échange de biens culturels a toujours été attestée (prêts de livres, de disques, enregistrement de cassettes, etc.), l'internet a permis le passage à l'échelle avec l'apparition des systèmes de *peer-to-peer* qui permettent la distribution et le partage de musique et de films. Dès le début des années 2000, une grosse partie du trafic internet (jusqu'à 90 %) était occupée par des échanges de fichiers numériques. Les consommateurs sont devenus des acteurs non prévus de la distribution à grande échelle, hors de l'espace marchand traditionnel dans un premier temps. Dans le domaine de la recherche, la mise à disposition des articles dans des lieux d'archivages publics ou réservés (HAL) par les auteurs eux-mêmes est également une forme de distribution prise en charge par les consommateurs.
- Un phénomène massif lié à internet, qui a explosé avec le web, est la montée des commentaires sur les biens et services proposés sur le web. La pratique de la critique amateur sur les biens culturels est devenue intense et se concentre de plus en plus sur des plateformes dédiées aux critiques : Allociné pour le cinéma, Babelio pour le livre... pour ne citer que deux exemples français. La valeur des biens immatériels détachés de leur support se construit dans la conversation et les échanges autour de ces biens. Les consommateurs, en attribuant des notes, en rédigeant des critiques, deviennent de nouveaux acteurs de la construction de la valeur des biens. Le développement exceptionnellement rapide du champ de "*l'opinion mining*" ou "*sentiment analysis*" en témoigne (Liu, 2012) ainsi que l'abondance des publications en sciences de gestion sur ce domaine (Pasquier, 2012). Leur montée en puissance accompagne le déclin des critiques professionnels dont le pouvoir prescriptif tend à décroître. Dans le monde de la presse, la valeur d'un article est de plus en plus liée à des indicateurs de réception : le nombre de fois où il a été transmis, "liké"... On en arrive même à un système d'évaluation des évaluations, où les lecteurs évaluent l'utilité d'un commentaire ou d'une critique. On voit émerger de nouvelles hiérarchies parmi les prescripteurs, qui se construisent dans une logique conduite par l'audience.

Toutes les industries culturelles jouent le rôle d'intermédiaires entre la création et la consommation. Or la promesse portée par internet, qui réside dans son imaginaire technique et social, est celle d'une rencontre directe entre producteurs et consommateurs, un lieu où chacun pourrait trouver directement ses lecteurs, ses spectateurs, et où les postures de producteurs et récepteurs pourraient aisément s'inverser, proposant ainsi une forme d'égalité des points de vue. Mais si les intermédiaires classiques se voient remis en question ou du moins bousculés par le numérique, on constate que les mutations vers le numérique s'accompagnent de :

1. la réintroduction de nouveaux intermédiaires (ré-intermédiation), *via* en particulier des plateformes techniques ;

2. l'arrivée de nouveaux acteurs étrangers au secteur des industries culturelles, venant du secteur des technologies de l'information et de la communication.

Les industries culturelles se sentent menacées par le numérique, mais les situations sont très diverses selon les secteurs (PANIC, 2011). L'industrie du disque a vu ses revenus divisés par deux en dix ans. La presse et les maisons d'édition sont en crise. Le cinéma et l'audiovisuel ressentent moins fortement les effets de la crise. Les opérateurs télécoms sont en revanche devenus des distributeurs de biens culturels, utilisant le succès du téléchargement de musique et de films comme un levier pour le déploiement d'abonnements à haut débit, et offrant maintenant des plateformes de distribution. La convergence des industries des télécoms et des contenus accompagne ce mouvement. De nouveaux distributeurs de biens culturels, sites de e-commerce qui deviennent des sites de ventes de biens numériques, ont reconfiguré et reconfigurent en profondeur le marché de la distribution : les disquaires indépendants ont quasiment disparu, les libraires se sentent menacés. Autour de la distribution se dessine un nouvel écosystème où les "contenus" sont des produits d'appel pour la vente de terminaux. Amazon vend des Kindle, Apple distribue de la musique, des films, des livres pour vendre des iPod, iPad, iPhones et mac. Les contenus sont en partie dévalorisés car ils constituent des prétextes pour agréger de l'audience et vendre de la publicité (si possible ciblée, voir le succès de Criteo), ou pour vendre des terminaux.

4.2. Effets économiques de la numérisation

Une des grandes questions qui dominent le secteur de l'internet tient aux effets du numérique sur la diversité culturelle. La numérisation permet de rendre disponible une offre beaucoup plus importante de biens que les espaces de distribution physique. Ainsi les catalogues des sites de e-commerce sont infiniment plus complets que ceux des magasins. D'où l'idée que le numérique renforcerait la longue traîne : la demande (faible) pour des biens rares (très nombreux) (Anderson, 2006) pouvant équivaloir aux ventes des *blockbusters* en termes de revenus.

En dépit de nombreux travaux, la question de l'impact du numérique sur la diversité culturelle reste ouverte : on observe à la fois une concentration des ventes sur les *blockbusters* et, en même temps, le développement de logiques de niches, de micro-communautés de fans. Le numérique semble avoir joué sur les deux extrêmes de la distribution, renforçant la concentration de l'attention sur un nombre limité de biens et l'éparpillant sur un grand nombre de biens rares.

L'explosion de l'offre en termes de biens culturels (le nombre de livres, films, musiques, publiés par an ne cesse d'augmenter) est pour les industries du secteur une manière de réduire les risques, d'augmenter les chances d'avoir des *blockbusters* qui sont la condition de survie des autres produits. Elle est renforcée par la prolifération de productions amateur. La rareté ne se situe plus du côté de l'offre, mais de la demande, ce qui force à repenser le modèle économique de la création de la valeur et de la fixation des prix. C'est là qu'intervient la question de l'économie de l'attention (Goldhaber, 1997; Kessous, Mellet et Zouinar, 2010; Simon, 1971) : si l'offre a explosé, les capacités de lecture, d'écoute, de visionnage ne sont pas extensibles à l'infini et sont contraintes par notre temps disponible.

Les enquêtes sur les pratiques culturelles montrent la montée de la culture d'écran. Pour les plus jeunes, on assiste à une baisse du temps passé devant la télévision au

bénéfice des autres écrans. Les pratiques des consommateurs se transforment : on note d'une part une dissociation croissante entre l'acquisition (et le stockage) et la consommation (nos disques durs et nos espaces dans les nuages contiennent bien plus d'objets que nous ne sommes capables de lire, écouter, voir) et d'autre part l'émergence de nouvelles formes de consommation. On assiste à des formes d'entrelacement/séquençage des usages et des situations de pluriactivité et à de nouvelles formes de zapping, tant pour l'écoute musicale que pour le visionnage de films ou la lecture. Des effets de génération très notables méritent d'être soulignés. Si la notion de génération Y mérite largement d'être revisitée, on voit émerger des écarts notables de pratiques selon les générations (Donnat et Lévy, 2007 ; Donnat, 2009).

Les mutations radicales de la transformation des biens éditoriaux semblent derrière nous. La musique, la vidéo (et le cinéma), le livre, la photo et l'illustration, la presse actuellement ... ont basculé ou basculent dans le numérique. Le consommateur devient de plus en plus actif, il enrichit, commente, assemble, agrège, produit même. La distinction entre professionnel et amateur s'estompe légèrement. Le produit se segmente fortement en "granules", mais ne perd pas obligatoirement en diversité. Les modèles économiques souffrent dès lors que l'information, prise dans une logique d'audience, connaît des mouvements de dévalorisation prononcée. En se dégageant de son support, le contenu devient multiforme, convergent, intégré mais granulaire, et sa valeur va dépendre de son inscription dans les plateformes du web.

Sans doute, les supports subsisteront en 2030 dans des pratiques de niche (culturelles, économiques, sociales, etc.), mais, de façon générale, les tendances résumées ici se renforceront graduellement, avec appariement possible des contenus à d'autres catégories de supports, programmes, services, personnes, et mutation des mécanismes de valorisation associée à ces nouveaux appariements.

5. Le défi industriel

Les développements précédents illustrent à foison les enjeux industriels existants et futurs. La construction de la valeur sur internet a pris des chemins variés. Un rapide bilan de la construction de l'industrie internet constitue un préalable à cette analyse.

5.1. L'industrie internet

S'intéresser à la création de valeur sur internet suppose de s'intéresser aux firmes qui la développent. Pour ce faire, nous devons délimiter ce que nous entendons par l'industrie internet. Nous la définirons comme l'ensemble des firmes dont l'activité (principale) est conditionnée par l'existence des réseaux internet : sans internet, ces firmes ne pourraient développer d'activités substantielles ; internet conditionne donc très largement leurs affaires.

Délimitation d'une industrie internet

Les frontières de cette industrie sont extrêmement mouvantes, puisque internet englobe de plus en plus d'activités. Néanmoins, nous retiendrons ici une conception restreinte en ôtant de ce champ les opérateurs téléphoniques classiques, à l'exception de ceux qui ont une activité importante d'accès ou de gestion des réseaux IP (tels Softbank ou les CDN), les industriels pour

lesquels internet ne représente qu'une part minoritaire de leur activité, notamment dans la distribution. Nous considérons donc essentiellement ceux qui sont qualifiés de *pure players*. La ligne de démarcation est cependant incertaine et mouvante. Si nous avons retenu Apple dans l'industrie internet, c'est parce que cette firme offre une grande majorité de produits (iPod, iPhone, iPad) qui ne prennent sens qu'à travers la connexion sur internet et les services qui l'accompagnent (iTunes, App Store), mais pas Samsung dans l'impossibilité où nous sommes d'identifier au sein de cette firme une activité "internet". Microsoft est également placé dans l'industrie internet comme fournisseur d'un OS concurrent des autres OS assurant la connexion aux réseaux (IOS, Android) et particulièrement actif dans certains domaines (navigateur, moteur de recherche). Du côté des médias et services, nous n'avons conservé que les entreprises pour lesquelles la connexion internet est déterminante, excluant donc les services qui fonctionnent sur des réseaux plus traditionnels (notamment les services financiers tels First Data, Visa ou Mastercard). Nous avons également ôté de notre liste les services d'édition et de média, certes présents sur internet, mais pour lesquels internet ne constitue pas le média principal.

L'identification d'une industrie internet est donc extrêmement délicate et ce qui suit ne constitue qu'une approche grossière et contestable de cette industrie, mais permet néanmoins d'illustrer ses manifestations.

La liste de firmes établie comprend environ une soixantaine d'entreprises, dont une proportion non négligeable n'est pas cotée en bourse et ne publie donc pas de données financières complètes. Plusieurs indicateurs peuvent caractériser ces entreprises, notamment les indicateurs financiers traditionnels (capitalisation boursière ou estimation de la valeur de marché, chiffre d'affaires, immobilisations ou résultat net) ou des indicateurs liés à leur activité internet, notamment le nombre de visiteurs uniques (par mois), qui tend à devenir un indicateur central de fréquentation, ou bien le nombre d'abonnés aux services offerts. Aucun de ces indicateurs ne peut synthétiser, à lui seul, l'activité de ces firmes. Pour caractériser sommairement cette industrie, nous sommes convenus de privilégier la valeur de marché (ou son estimation), car c'est un des indicateurs emblématiques du web qui prend en compte une valeur plus globale que le chiffre d'affaires ou le résultat, qui ne tiennent compte que de la valeur associée à l'activité. Cette valeur de marché, espérance de gains futurs tels qu'ils sont appréciés par les marchés financiers, est particulièrement instable. Elle n'est qu'estimative pour des entreprises non cotées. Mais en dépit de son imperfection, la liste des entreprises du net dont la valeur de marché semble supérieure à 1,5 milliard de dollars (1,1 milliard d'euros) nous paraît intéressante à considérer.

Il est clair que cette délimitation ne conservera pas une grande signification dans quelques années. Son évolution au fil des ans est en soi un facteur intéressant. Au fur et à mesure que la "convergence" prend place¹, c'est-à-dire que les réseaux traditionnels migrent vers IP, les opérateurs de réseaux seront des acteurs essentiels de cette économie internet. De la même façon, les fournisseurs d'équipements informatiques (et de services, tels IBM) auront largement basculé leurs activités dans l'univers internet. Ce sera donc pratiquement toute l'industrie des TIC qui pourra être considérée comme industrie internet. Pareillement, du côté des médias comme du

¹ L'acquisition de Sprint-Nextel par Softbank en forme une illustration, le rachat de Motorola par Google ou la réorientation stratégique de Microsoft déclarant vouloir suivre le modèle Apple, également.

commerce, le canal internet deviendra certainement prédominant. L'industrie internet ne croît pas seulement sur un mode intensif, mais aussi sur un mode extensif, intégrant dans son périmètre de nouvelles entreprises, au fur et à mesure qu'internet supporte une part croissante de leur activité.

La liste des 64 premiers groupes internet, aussi imparfaite soit-elle, est néanmoins instructive, mêlant de vieilles firmes à de nouveaux venus :

Tableau 1 - Groupes "internet" dont la valorisation boursière estimée dépasse 1 milliard € fin 2014

	Firme	Symbol	Pays	Market cap bn \$
1	Apple Inc.	AAPL	USA	641,2
2	Microsoft Corporation	MSFT	USA	385,4
3	Google Inc	GOOGL	USA	357,6
4	Alibaba.com Limited	BABA	China	257,5
5	Facebook Inc	FB	USA	218,7
6	Amazon.com, Inc.	AMZN	USA	142,9
7	Tencent Holdings Ltd	700	China	136,7
8	Baidu Inc (ADR)	BIDU	China	78,2
9	Softbank Corp	9984	Japan	72,3
10	eBay Inc	EBAY	USA	69,8
11	Priceline Group Inc	PCLN	USA	59,8
12	Yahoo! Inc.	YHOO	USA	47,5
13	Uber	"private"	USA	41,0
14	salesforce.com, inc.	CRM	USA	37,4
15	Jingdong Mall (JD.com)	JD	China	33,2
16	LinkedIn Corp	LNKD	USA	28,5
17	Twitter Inc	TWTR	USA	23,2
18	Naver Corp	35420	Korea	21,8
19	Netflix, Inc.	NFLX	USA	21,0
20	Yahoo Japan Corporation	4689	Japan	20,7
21	TD Ameritrade Holding...	AMTD	USA	19,3
22	RAKUTEN INC	RKUNF	Japan	18,8
23	Symantec Corporation	SYMC	USA	17,7
24	Experian plc	EXPN	UK	16,6
25	Bravofly Rumbo Group	SWX:BRG	Switzerland	14,0
26	NetEase, Inc (ADR)	NTES	China	12,9
27	Equinix Inc	EQIX	USA	12,5
28	Vipshop Holdings Ltd -...	VIPS	China	11,7
29	Akamai Technologies...	AKAM	USA	11,3
30	Expedia Inc	EXPE	USA	10,9
31	Tripadvisor Inc	TRIP	USA	10,7
32	Otto Gruppe	"private"	Germany	10,0
33	Airbnb	"private"	USA	10,0
34	Dropbox	"private"	USA	10,0
35	Snapchat	"private"	USA	10,0
36	Equifax Inc.	EFX	USA	9,8
37	Rocket Internet AG	RKET	Germany	9,3
38	Palantir	"private"	USA	9,3
39	United Internet AG	UTDI	Germany	9,3
40	Liberty Interactive Corp	LINTA	USA	9,2
41	LendingClub Corp	LC	USA	9,2
42	Qihoo 360 Technology Co...	QIHU	China	7,5
43	Zalando SE	ZAL	Germany	7,5
44	Daum Communications...	35720	Korea	7,2
45	E TRADE Financial Corp.	ETFC	USA	6,9

46	Rackspace Hosting, Inc.	RAX	USA	6,8
47	Square	"private"	USA	6,0
48	Yandex NV	YNDX	Russia	5,8
49	Mercadolibre Inc	MELI	Argentina	5,6
50	Spotify	"private"	Sweden	5,5
51	Pinterest	"private"	USA	5,5
52	Groupon Inc	GRPN	USA	5,4
53	Cnova	"private"	France	5,2
54	IAC/InterActiveCorp	IACI	USA	5,1
55	King Digital Entertainme...	KING	UK	4,7
56	Copart, Inc.	CPRT	USA	4,6
57	Autohome Inc (ADR)	ATHM	USA	4,2
58	Yelp Inc.	YELP	USA	4,0
59	Wikimedia	"private"	USA	4,0
60	Lending Club	"private"	USA	3,8
61	Ocado Group PLC	OCDO	UK	3,7
62	Pandora Media Inc	P	USA	3,7
63	58.com Inc (ADR)	WUBA	China	3,7
64	YY Inc (ADR)	YY	China	3,7
65	Youku Tudou Inc (ADR)	YOKU	China	3,6
66	AOL, Inc.	AOL	USA	3,5
67	VK	"private"	Russia	3,5
68	SouFun Holdings Ltd	SFUN	China	3,4
69	ASOS plc	ASC	UK	3,3
70	VANCL	"private"	China	3,0
71	LivingSocial	"private"	USA	3,0
72	Weibo Corp (ADR)	WB	China	2,9
73	HomeAway, Inc.	AWAY	USA	2,7
74	CTS EVENTIM AG	EVD	Germany	2,7
75	Digital Sky Technologies - Mail.ru	OTCMKTS:MLRUY	Russia	2,6
76	Vente privée	"private"	France	2,5
77	SINA Corp	SINA	China	2,5
78	Zynga Inc	ZNGA	USA	2,5
79	MAIL RU GROUP GDR	MLRUY	Russia	2,4
80	Box	"private"	USA	2,4
81	Criteo SA (ADR)	CRTO	France	2,4
82	Houzz	"private"	USA	2,3
83	Shanda Interactive...	SNDA	China	2,2
84	Sohu.com Inc	SOHU	China	2,0
85	Badoo	"private"	Cyprus	2,0
86	Dianping.com	"private"	China	2,0
87	Trendy group	"private"	China	2,0
88	Wayfair	"private"	USA	2,0
89	Kayak Software Corp	KYAK	USA	1,6
90	Comscore Inc.	SCOR	USA	1,6
91	Bankrate Inc.	RATE	USA	1,3
92	Sogou	"private"	China	1,2
93	App Nexus	"private"	USA	1,2
94	Automattic	"private"	USA	1,2
95	Fab	"private"	USA	1,2

Sources : sites financiers, presse, rapports d'activité (données estimées pour les sociétés non cotées)

Cette liste consacre la suprématie américaine sur l'industrie internet : 74 % de la capitalisation boursière concerne des firmes américaines, 18 % des firmes chinoises, 4,5 % des firmes japonaises et coréennes, un peu plus de 3 % des firmes européennes, 0,6 % des firmes russes et d'autres pays. L'absence de l'Inde comme la faiblesse européenne montrent la structuration de cette industrie autour des grands

systèmes linguistiques, l'industrie américaine s'étant épanouie sur les zones d'influence des langues européennes dont les locuteurs ont adopté massivement les services. L'absence arabe est plus notable.

La part américaine dépassait en 2012 les 84 %; la baisse de cette domination s'est opérée presque exclusivement au profit des firmes chinoises, dont la puissance ne cesse de se consolider. La valeur d'internet se partage entre les États-Unis et la Chine.

La valorisation de ces acteurs est importante. Au total, ces 95 acteurs du web pèsent en décembre 2014 plus de 3 100 milliards de dollars, là où, à la fin 2012, les 63 acteurs du web valorisés plus de 1,5 milliard de dollars pesaient environ 1 700 milliards de dollars, avec un multiple de valorisation d'environ quatre à cinq fois le chiffre d'affaires, ce qui est considérable. Cette survalorisation, épinglée lors de la bulle internet, reste prévalente. Un calcul rapide montre que, pour justifier certaines valorisations, on anticipe une croissance des revenus qui ne peut, en aucune façon, être crédible¹. L'introduction "ratée" de Facebook en bourse démontre que les marchés tentent de corriger les anticipations irrationnelles qu'ils peuvent parfois connaître, et l'évolution ultérieure de cette valeur montre les corrections rapidement apportées dès que les performances semblent confirmées. Restent néanmoins des cas surprenants, comme celui d'Instagram, petite société créée en 2010, employant treize personnes ce jour d'avril 2012 où elle fut rachetée un milliard de dollars² pratiquement sans disposer d'aucun revenu. Cette survalorisation peut s'expliquer par la prime de dominance dont sont créditées les sociétés du monde internet. Qu'il s'agisse d'eBay, d'Amazon ou de Google, voire d'Apple ou d'Expedia, les sociétés internet sont clairement en situation de dominance du fait des externalités de réseau qu'elles génèrent. Cette dominance est source de rente et donc source de survalorisation à la vente, comme l'ont été toutes les sociétés jouissant de positions quasi monopolistiques³.

Les "grands" du web, pour la plupart, sont les firmes historiques, créées dans la première période, celle du web 1.0. Une quinzaine de grands groupes américains, une dizaine de groupes asiatiques et russes datent des années 1990-2000, voire pour certains bien avant. L'industrie du web s'est finalement peu renouvelée, même si quelques exceptions notables existent (Facebook notamment). Cette prévalence des historiques tient notamment à leurs capacités financières. La relation à l'innovation de ces firmes est en effet instructive. La plupart conservent une forte R&D, qui leur permet d'innover constamment : Apple, Google ou Facebook sont exemplaires à cet égard. Mais il est intéressant de noter que, lorsque ces entreprises "historiques" du web perdent la main en matière d'innovation, elles peuvent généralement se remettre à niveau en acquérant de plus jeunes entreprises dont les innovations s'avèrent incontournables stratégiquement – et ceci, du fait de leur aisance financière, associée à leurs performances ou au crédit financier dont elles disposent sur les marchés. Une forte concentration est de ce fait à l'œuvre au sein de l'écosystème internet, les jeunes réussites du web se faisant, tôt ou tard, racheter par les majors du web. Rares sont

¹ Cf. Gallix P. et Sergent A. (2000), "Comprendre la création de valeur sur internet", *La Jaune et la Rouge*, revue de l'École polytechnique, n° 558.

² Dont 300 millions en cash et le reste en actions Facebook, qui s'avéreront ne pas valoir 700 millions, mais plutôt 400 millions.

³ Il en a été ainsi par exemple des câblodistributeurs, aux États-Unis, qui, bien que fréquemment déficitaires et à fonds propres très négatifs, ont toujours su se financer et avoir des valeurs de revente très importantes.

donc finalement les nouveaux entrants d'envergure, le dernier en date étant sans doute Facebook, et rares sont les réels décrochages économiques d'entreprises du web qui n'auraient pas su se renouveler de façon interne ou externe (Yahoo! en est sans doute l'illustration majeure). En bref, forte est la prédation des anciens sur les nouveaux.

Le parcours boursier de ces firmes reste peu ordinaire. Entre la fin 2012 et la fin 2014, la croissance des dix premières firmes internet, qui représentent environ 75 % de la capitalisation totale de ces firmes, a crû de 74 %, performance tout à fait exceptionnelle.

2012	2014	Firme	Pays	Capitalisation (déc. 2012)	Capitalisation (déc. 2014)	Croissance sur deux ans
				Mds\$	Mds\$	
1	1	Apple	États-Unis	483	641	33 %
3	2	Microsoft	États-Unis	226	385	70 %
2	3	Google	États-Unis	233	358	54 %
	4	Alibaba	Chine		258	
7	5	Facebook	États-Unis	57	219	284 %
4	6	Amazon	États-Unis	113	143	27 %
5	7	Tencent	Chine	73	137	88 %
9	8	Baidu	Chine	35	78	123 %
8	9	Softbank	Japon	42	72	71 %
6	10	eBay	États-Unis	65	70	8 %
10	11	Priceline	États-Unis	30	(60)	100 %
		Total		1357	2361	+74 %

La place de l'Europe dans l'écosystème industriel internet est clairement posée. Même parmi les nouveaux venus, la prédominance américaine reste incontournable. La capacité d'innovation européenne en la matière – il n'y a guère de différences ici entre grands pays européens – n'arrive pas à s'exprimer et le passage à l'échelle des éventuels succès reste exceptionnel. La plupart des initiatives européennes et françaises pour affermir l'industrie européenne de l'internet ont échoué. Face à Google, l'échec du projet de moteur de recherche Quaero semble avoir découragé d'autres efforts. Les projets de "cloud européen" ou leurs équivalents nationaux semblent timides face aux géants américains. L'Europe a pourtant connu de beaux succès dans les télécommunications : le GSM en est une illustration majeure et "l'invention" du web au CERN masque la quasi-absence européenne à l'IETF (où se forment les standards de l'internet), sa relative faiblesse au sein du World Wide Web Consortium et, plus encore, dans la multitude de forums de standardisation spécialisés qui existent de par le monde. Selon McKinsey, l'Europe tient encore tête aux États-Unis en termes de capacité de stockage et de traitement de l'information¹. Mais si la migration des données et des applications dans le "nuage" se confirmait, la situation pourrait bien se dégrader, avec trois conséquences. Tout d'abord une balance des paiements déficitaire, et des acteurs technologiques et du service informatique moins puissants et moins performants. Ensuite, des données hébergées à l'extérieur du pays², auprès

¹ McKinsey Global Institute (2011), "[Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity](#)".

² Lacroix D. (2012), "[Des sites ministériels perdus dans les nuages ?](#)", octobre.

d'acteurs parfois hors de portée des juridictions nationales - mais non de leurs autorités nationales ni de leurs services de renseignements. Enfin, des grands acteurs très puissants, en position constante d'initiative (Google sur StreetView, Facebook sur la vie privée), face auxquels les acteurs publics européens jouent en défense et, malgré quelques réussites, cèdent constamment du terrain...

5.2. Les modèles d'affaires

Différents modèles d'affaires se sont développés sur internet depuis son origine. Ces modèles sont modelés par les fonctionnalités mises à la disposition des usagers. C'est donc autour de la diffusion des services du web que s'ordonnent les modèles d'affaires.

Internet s'est développé autour d'un couple navigateur-portail associé en général à un service de messagerie électronique. Un navigateur donnait accès à un portail, qui hébergeait des sites d'information ou de services, éventuellement accessibles grâce à un moteur de recherche associé. AOL, Prodigy¹, Compuserve², GEnie, voire dans une forme plus fruste les systèmes videotex de type Minitel, etc., se sont développés sur ce schéma. À cette époque, la connexion s'opérait sur des accès bas débit, à l'aide d'un modem, elle était facturée au temps passé en ligne. Les systèmes informationnels étaient largement fermés et repliés sur eux-mêmes, poussant leurs exploitants à tenter de faire monter à bord les prestataires de services (financiers, voyagistes, etc.). La première innovation, qui marque pourrait-on dire la naissance du web, associée aux liens entre pages, fut donc le navigateur (*browser*)³. Les fonctions essentielles d'un navigateur sont de requérir l'information souhaitée et de la présenter à l'utilisateur, puis de permettre de suivre les liens qui sont offerts sur les pages. Le navigateur ouvre généralement sur un portail qui ordonne un sous-ensemble du web et y facilite la navigation. Chaque ISP développe alors son portail, ce qui lui donne un certain pouvoir de marché en termes d'accès.

L'irruption de MSN et Yahoo! en 1994 forcera l'ouverture de ces mondes fermés : internet devient une énorme plateforme sur laquelle tout agent économique, puis tout individu, peut ouvrir un site. L'apparition des moteurs de recherche va dès lors constituer une innovation de rupture, en ce sens qu'elle fait disparaître l'intérêt des portails comme vecteur de recherche. Au début, ces moteurs étaient de simples annuaires, organisant l'information face à l'explosion des sites. Puis, ils en vinrent à "draguer" systématiquement le web en texte intégral pour indexer les pages et ainsi permettre à travers des algorithmes de recherche de les consulter de façon pertinente. Différentes tentatives d'associer un navigateur et un moteur de recherche furent entreprises, sans résultat en termes de dominance⁴.

¹ Serveur pré-internet fondé par IBM et CBS, qui fut revendu à SBC.

² Longtemps détenu par H&R Block, revendu en 1998 à Worldcom qui cède immédiatement la partie Information Services à AOL.

³ En 1990, le premier navigateur voit le jour, celui de Tim Berners-Lee. Puis, en 1993, Mosaic (renommé Netscape), qui détient en 1995 plus de 90 % du marché. Microsoft propose Internet Explorer (IE) en 1995 qui devient au début des années 2000 le navigateur dominant (plus de 90 % du marché). La situation est aujourd'hui plus contrastée, quatre navigateurs se partageant le gros du marché occidental (IE, Firefox, Chrome et Safari).

⁴ Association récente de Google et Chrome, d'Internet Explorer et Bing, introduction d'un moteur Facebook, etc.

Durant cette première période, le développement du web fut essentiellement porté par la multiplication des sites de firmes présentant leur production, leur activité, et entrant peu à peu dans la commercialisation de leurs produits, sans pour autant quitter les canaux de prescription et de distribution traditionnels – ce que l'on a qualifié de *click and mortar* (ou *bricks and clicks*). Naissent à leurs côtés des *pure players*, tel Amazon, qui réinventent une activité sur le web. Quinze ans plus tard, on peut dire que ces *pure players* sont en situation dominante sur le canal du web, même s'ils subissent encore la concurrence de marchands mixtes.

La troisième innovation de rupture a été le paiement en ligne : soit à partir de transactions faites par cartes de paiement (principalement Visa ou Mastercard), soit de transactions supportées par des systèmes de paiement *online*, tels PayPal ou Skrill (MoneyBookers). Paiement généralement associé à une profonde refonte des circuits logistiques de livraison des biens vendus en ligne.

À noter aussi dans cette première période, la naissance d'une activité d'exploitation-maintenance des réseaux supports IP. Cette activité est celle de sociétés impliquées dans la gestion de la congestion et l'accélération du trafic, notamment les CDN (*Content Delivery Network*) : il s'agit soit d'entités présentes chez les opérateurs de réseau (AT&T, Level3, Tata Communications (Bit Gravity), etc.), soit de divisions chez les grands acteurs de l'internet (notamment Google ou Amazon), soit de sociétés spécialisées du type Akamai, Rackspace Hosting, Equinix, Sandvine, Cloudflare, etc. Un autre pan d'activité de cette gestion du web (dénommé *web analytics*) est formé du développement et de la mise en œuvre des instruments de mesure de l'activité internet, porté par des firmes comme Alexa (Amazon), Google, comScore, Compete (WPP group), Quantcast, etc.

La deuxième période du web est portée par la transformation importante de l'accès, comme nous l'avons vu (haut débit, accès mobile), et par la multiplication des terminaux d'accès intelligents (smartphone, tablette, liseuse, console, télévision, etc.). Les fonctionnalités offertes permettent alors de développer les services dans trois directions :

- a. un déploiement communautaire du web avec l'offre d'outils de mise en relation : messagerie instantanée (IM ou *online chat*) d'abord, qui trouvera des rebonds avec Skype, puis avec les mobiles (Twitter) ; sites de rencontre et réseaux sociaux (LinkedIn, Facebook, Pinterest...) ;
- b. la publication en ligne de contenus, avec dans un premier temps les forums, puis les blogs, puis les sites de partage de contenus (photos, musiques, vidéos, documents), avec la création des encyclopédies (Wikipédia), puis les sites de partage de services (Craiglist, pionnier du genre, couchsurfing, homeaway, airbnb...) ;
- c. les sites d'action, communes ou groupées pour des achats (Groupon, Vente-privée, LivingSocial...), des actions diverses (*crowdsourcing*...), des jeux en ligne, etc.

Ce qui caractérise cette période est le regroupement des utilisateurs en communautés de partage, en communautés de contributeurs ou de fournisseurs, en communautés d'achat ou de prescripteurs. Le web 1.0 avait donné aux internautes une capacité d'éditer le monde productif présent sur le web, en élargissant leurs possibilités de

choix, de sélection et d'information. Le commerce s'est adapté en "montant" sur internet. Le web 2.0 a enrichi le pouvoir des internautes face au monde marchand et leur a donné la possibilité de se regrouper par communautés fonctionnelles (relationnelles, épistémiques, marchandes, voire civiques et politiques). De canal de diffusion d'informations ou de produits, le web, du point de vue des modèles d'affaires, se transforme en plateforme de mise en relation, qualifiée parfois de web social.

Le web fournit donc d'abord un canal de distribution pour de vrais marchands. L'activité commerciale s'y développe d'ailleurs de façon importante, mais ce sont principalement les distributeurs traditionnels qui contrôlent cette activité¹. Il existait en France à la fin 2011 plus de 100 000 sites marchands actifs. Les grands de l'internet assurent le reste (Amazon, Rakuten (PriceMinister), eBay, Groupon, Vente-privée, ou de plus petits acteurs comme Sarenza). Le commerce en ligne assurerait entre 9 % et 18 % des ventes selon les filières de produits. Internet, à ce titre, est clairement devenu un canal de distribution incontournable.

La relation client

Internet a pris une place considérable dans la relation client, pour les producteurs comme pour les distributeurs. De ce point de vue, il a permis de faciliter une relation client de bas niveau avec un coût très inférieur à ce qu'elle peut être dans les circuits traditionnels, que ce soit en avant-vente ou en après-vente. Pour les problèmes plus complexes, la relation client automatisée souffre de la rigidité de la relation à la machine et, fréquemment, de la piètre qualité ou faible richesse des bases de données qui la supportent. Cette déshumanisation de la relation client a été partiellement compensée par l'existence de forums, groupes d'utilisateurs qui partagent de plus en plus leurs problèmes et les solutions possibles. Il n'empêche que les attentes des consommateurs/utilisateurs s'accroissent avec le temps et que les procédures web ne parviennent pas à les satisfaire, créant des frustrations qui rejaillissent sur la perception même du média internet. Néanmoins, une relation client 100 % automatisée se développe dans certains secteurs (télécommunications, banques, transports...).

Mais internet est bien plus que cela. Internet est devenu une plateforme d'intermédiation qui met en relation clients et fournisseurs, c'est-à-dire ceux qui savent ou qui offrent avec ceux qui cherchent, pour des produits marchands (biens ou services), mais aussi pour des connaissances, des conseils, des expériences, etc., et qui met en contact également ceux qui se recherchent, pour des emplois, des rencontres, des services, etc. Ces plateformes sont dénommées dans la littérature "marchés bifaces" en ce sens qu'elles mettent fréquemment en relation deux faces, deux versants d'un marché, présentant de fortes externalités indirectes, et elles forment une des activités centrales du web. À l'origine avant tout plateformes BtoC, leur croissance se fait actuellement surtout dans un contexte CtoC au sein de ce qui est devenu l'économie collaborative ou l'économie du partage.

¹ Sur les quinze premiers sites marchands en France, on trouve Casino (Cdiscount), la FNAC, la Redoute, la SNCF, Altarea-Cogedim (Rue du commerce), Carrefour, 3 Suisses, Darty, Dixons Retail (Pixmania)... Il faut néanmoins noter que, dès que leur activité internet dépasse 50 % de leur activité, ces firmes se retrouvent dans la liste de nos firmes internet (comme Otto Gruppe en Allemagne par exemple ou CNova en France).

Ces plateformes doivent d'abord affilier les populations des deux versants (les faire adhérer), puis mettre à leur disposition les fonctions qui sont nécessaires à leur rencontre :

- portails ou moteurs de recherche, services de consultation d'offres ou de demandes ;
- fonctions de présentation et de mise en valeur des offres (produits, connaissances, personnes) associées éventuellement à un entreposage des produits immatériels ; la présentation peut être statique ou dynamique (programmation, etc.) ;
- fonctions d'agrégation de l'offre ou de la demande ;
- assistance à la transaction ou à la relation : offre de moyens de paiement, offre logistique, fonctions de mise en confiance ou de garantie, services de communication (messageries, téléphonie), etc.

Le commerce traditionnel était un commerce que nous pourrions qualifier de descendant : le commerçant est en général mandaté par le système productif pour écouler ses produits. Le système de plateforme tend à renverser ou, en tout cas, à équilibrer les deux versants du marché, en donnant à la face aval plus de pouvoir dans la gestion des transactions, en réduisant l'asymétrie d'information, en renforçant la mise en concurrence, en ouvrant les options logistiques, en équilibrant les prises de risque, en donnant plus de pouvoir de marché. Ces places de marché pèsent également sur les termes de l'échange : il a été ainsi montré que les outils de réputation présents sur certaines plateformes influençaient les prix des transactions, éventuellement à la hausse en cas de bonne réputation, mais surtout à la baisse en cas de mauvaise réputation. Internet avait été perçu un moment comme l'espace d'une désintermédiation massive, permettant une relation marchande *one to one*, affaiblissant toutes les fonctions de médiation et rendant de plus en plus transparents les marchés (information plus symétrique, prix plus homogènes, etc.). Force est de reconnaître que le processus de désintermédiation ne s'est guère produit et que la relation *one to one* a peu progressé.

La rémunération de ces nouveaux intermédiaires s'opère selon trois mécanismes possibles :

1. Le plus manifeste est le modèle publicitaire, dans lequel la plateforme revend aux annonceurs l'audience qu'elle rassemble. La fréquentation est donc gratuite pour l'utilisateur, motivée par une offre de contenus ou de relations qui fait la spécificité de la plateforme. C'est le modèle Google ou Facebook, selon des modalités un peu différentes.
2. L'intermédiaire peut prélever une commission sur les transactions qu'il facilite. C'est le modèle eBay, Amazon, Airbnb quand le site sert de place de marché.
3. Enfin, la plateforme peut faire payer un abonnement à ses services (sites de rencontres par exemple).
La facturation à l'adhésion ou à l'usage peut être différenciée selon les versants du marché. Certains sites factureront uniquement une face du marché, d'autres

discrimineront leurs usagers en créant une population accédant gratuitement à un service de base, et une population payant un service premium (modèle freemium¹).

Enfin, il faut noter une caractéristique essentielle de l'agrégation d'audience qui permet de faire fonctionner le modèle publicitaire. La fréquentation des sites du web est motivée par les contenus ou les relations qui y sont offerts. Produire ces contenus est relativement onéreux, et sans rapport direct avec la rémunération que la publicité peut offrir. En découlent deux phénomènes :

1. Il existe une pression assez forte pour dévaloriser les contenus ; les plateformes qui gèrent ces relations modifient assez sensiblement les termes de l'échange qu'elles proposent en opérant une pression assez forte sur les prix de leurs inputs (i.e. les contenus).
2. Ces plateformes "aspirent" de nombreux contenus fournis par leurs usagers (UGC – *User Generated Content*) : depuis 2005 et la naissance de nombreux sites "d'aspiration" (sites de partage de photos, vidéos, blogs, wikis, sites de collecte d'avis, critiques, commentaires, réseaux sociaux, etc.), le web se développe rapidement autour des contributions de toute nature des usagers qui suscitent une fréquentation importante et permettent d'agréger des audiences.

Ce qui a fait le web jusqu'à présent devrait assez logiquement subsister. Cette rétrospective illustre en effet une certaine inertie et pérennité des acteurs : les fondateurs du web n'ont pas disparu, bien au contraire. On peut penser que :

1. Internet deviendra le canal dominant de distribution des biens et services, avec probablement une inversion des fonctions : les canaux physiques pourraient retrouver, au sein des *pure players* internet, une fonction de présentation-prescription, tandis que les transactions basculeraient massivement sur internet.
2. Internet restera assez fondamentalement l'espace d'hébergement de plateformes de mise en relation. Ces plateformes se développeront dans les domaines où elles sont encore peu présentes (notamment l'éducation et la santé), en s'ouvrant à des fonctions de simulation de plus en plus conséquentes.
3. Les acteurs historiques du web resteront des acteurs majeurs de l'internet de demain. Amazon et eBay s'avèrent être plutôt en bonne forme, il n'y a pas *a priori* de raison que Facebook ne le soit pas en 2030². En d'autres termes, la dominance acquise par les acteurs du fait des externalités indirectes présentées entre les deux versants des marchés rendent la concurrence extrêmement difficile, ces entreprises ayant largement la capacité de jouer les prédateurs quand surgissent des initiatives dangereuses pour elles.
4. La gestion de l'internet fera l'objet d'activités croissantes ; d'une part, les réseaux traditionnels (fixes et mobiles) convergeront avec les réseaux de données (IP),

¹ Modèle utilisé, par exemple, par Dropbox.

² Les études montrent que le trafic inter-réseaux sociaux est relativement élevé, ce qui traduit les multi-inscriptions sur ces réseaux, à l'image de l'ouverture multiple d'adresses e-mail ou de comptes IM. Cf. *The state of Internet*, 2nd quarter 2012, comScore.

c'est-à-dire que les applications spécifiques (téléphonie...) deviendront des applications IP. Mais ces réseaux intégreront des activités de plus en plus importantes de gestion, vraisemblablement rassemblées sous la dénomination actuelle de *cloud computing*; les grands de l'internet et de l'informatique deviendront également des acteurs majeurs de cet environnement. Secteur des TIC et secteur de l'internet seront alors très similaires.

Mais cette inertie ne signifie pas que le paysage de l'internet restera celui que nous connaissons aujourd'hui.

5.3. Vers le renouvellement des plateformes

Une évolution sensible pourrait concerner la fonction centrale des plateformes de médiation, à savoir les mécanismes de recherche et d'appariement entre les versants des marchés. Cette fonction a été assurée au début du web par les portails, sortes de galeries de présentation des offres. Puis ces portails ont massivement laissé la place aux moteurs de recherche, chacun doté de fonctionnalités spécifiques. Depuis quelque temps, les usagers stockent leurs références préférées sous la forme de *widget* (vignette active) ou de *pinboard* (tableau à punaises) ou de *dashboard* (tableau de bord), qui conservent ce que nous aimons ou avons aimé dans nos recherches précédentes (cf. le modèle Pinterest par exemple). Les prescriptions affichées dans les réseaux sociaux (ce qu'ont aimé vos amis) ou les sites marchands (ce qu'ont aimé ceux qui ont acquis les mêmes produits) forment d'autres référents des objets de recherche. En d'autres termes, l'historique de navigation produit lui-même le résultat de recherches implicites en tentant de dispenser l'utilisateur de la recherche elle-même, coûteuse en effort et en temps. À travers ces évolutions pourrait surgir le moment où l'inscription et les navigations sur le web de l'internaute prescrivent le résultat des recherches, aboutissant à certaines formes de relation *one to one*, notamment avec les gros prescripteurs du web.

Cette évolution pose alors le problème de la pérennité du modèle publicitaire de revenus. À travers les réseaux sociaux (dont on sait qu'ils se renvoient assez largement du trafic l'un à l'autre), l'agrégation d'audience autour des modes traditionnels (portails, moteurs de recherche) risque de s'affaiblir, poussant les entreprises à tisser des contacts plus directs avec leurs consommateurs potentiels et essentiels. Il faut néanmoins relativiser les bouleversements qui pourraient résulter de ces évolutions : le marché publicitaire français (les dépenses des annonceurs en 2011 se montent à 31 milliards d'euros) représente 1,7 % du PIB : sur ce montant, la publicité sur internet intervient pour 1,7 milliard d'euros, soit 5 % (grossièrement, un millième du PIB français). Une évolution du modèle publicitaire pourrait certes avoir quelques incidences sur les entreprises qui en vivent, mais un impact de nature macroéconomique limité.

Il en serait autrement si internet modifiait en profondeur les activités commerciales, qui pèsent pour plus de 11 % du PIB (contre moins de 5 % pour toutes les activités informationnelles et de réseau). En favorisant un commerce *low cost*, internet pourrait apporter des gains de productivité importants dans les circuits économiques. Si le système marchand parvient à trouver les voies d'un marketing *one to one*, alors la fonction marchande traditionnelle pourrait se renforcer sur le web au détriment des fonctions de place de marché actuellement importantes.

Ces évolutions devraient également impacter la collecte de contenus fournis par les utilisateurs. Y aura-t-il le même intérêt à rassembler ces contenus si la fréquentation des sites n'est plus rémunérée de façon similaire ? Et quel effet aurait une telle évolution sur la rémunération des contenus ? On ne peut donc totalement exclure une évolution qui verrait "enfin" une relation *one to one* se développer, avec comme conséquence un affaiblissement du modèle publicitaire et une revalorisation des contenus, portée par une modification des termes de l'échange jusqu'alors imposés par les plateformes commercialisant leur audience. Du côté de ses fonctions historiques, internet pourrait donc voir le modèle publicitaire s'affaiblir et le modèle marchand se renforcer sensiblement.

L'évolution des modèles d'affaires dépendra de l'évolution technologique de l'internet et de son environnement. À cet égard, deux grandes étapes nous semblent probables dans les deux prochaines décennies :

1. D'ici 2020 surgira massivement un internet d'objets "peu intelligents" ; des fonctions communicantes seront placées dans des objets en nombre important. On estime que 50 milliards d'objets pourraient ainsi être "taggés" d'ici à 2020. Cette capacité des objets à communiquer permettra d'alimenter un web de simulation, c'est-à-dire une intelligence encore centralisée, avec un fort développement de dispositifs de réalité virtuelle. Les exemples les plus parlants actuellement de ces développements concernent la consommation électrique (*smartgrids*) et le monitoring de santé (suivi de mesures biologiques).
2. Après 2020 devrait se développer une nouvelle génération d'objets plus autonomes et plus intelligents, que l'on pourrait qualifier de robots. À l'internet des objets succéderait ainsi un internet des robots, avec une intelligence plus décentralisée. Ce pourrait être l'époque de la voiture sans chauffeur, l'environnement ayant été équipé dans cette perspective, mais aussi l'ère des robots domestiques, notamment d'assistance aux personnes dépendantes. On s'orienterait alors vers plusieurs centaines de milliards d'objets connectés. Cette évolution s'accompagnerait d'un développement plus important des activités de simulation recourant notamment aux techniques de réalité augmentée.

Du point de vue des modèles d'affaires, cette évolution se traduit par une production considérable de données "brutes", sans valeur prises isolément. Leur valeur viendra de leur agrégation qui devrait vraisemblablement se produire sur les réseaux (dans un contexte probable de *cloud*). Ces données seront valorisées au sein d'applicatifs capables de gérer de grandes masses pour produire de la simulation ou de l'intelligence, que ce soit dans la première période ou dans la seconde. Il faudra construire le marché de ces données et il est vraisemblable que le web conserve ces fonctions de places de marché massives, sur lesquelles producteurs et exploitants de données se rencontreront, de façon à produire des services de gestion de l'environnement de plus en plus sophistiqués.

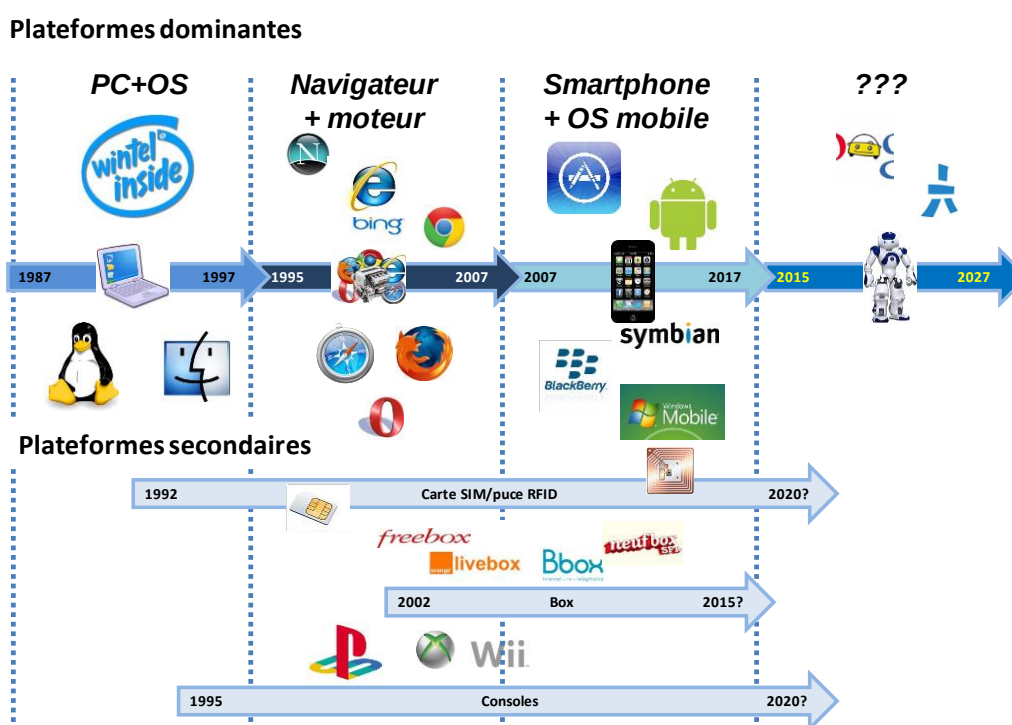
L'irruption d'une production décentralisée de données (première période) puis d'une répartition décentralisée de l'intelligence (deuxième période) va bouleverser assez sensiblement l'écosystème d'internet. D'une part, les interactions ne seront plus uniquement entre humains, mais également entre machines, qui viendront s'alimenter

en données et en applicatifs dans cette nouvelle place de marché quasi universelle. D'autre part, l'évolution des termes de l'échange (données *versus* applicatifs) va dépendre de la façon dont ces plateformes vont se rémunérer. D'où l'intérêt de réfléchir à la structuration future de ces plateformes.

La notion de plateforme devient centrale dans la constitution de l'économie numérique. On connaît le fameux couple Wintel (Windows-Intel) qui a cadencé l'innovation de la micro-informatique dans les années 1980-1990. Le PC a formé la plateforme d'applicatifs permettant à ses utilisateurs d'assurer un nombre croissant de tâches. Puis le navigateur-moteur de recherche/*plug-in* lui a succédé dans un environnement de plus en plus connecté à cette première plateforme.

Aujourd'hui, c'est le couple smartphone/OS mobile qui fait plateforme depuis le développement par Apple de ce nouvel écosystème. Quelle sera la (ou les) plateformes du futur devient alors la question centrale de cette évolution ?

Figure 8 - Évolution des plateformes d'internet



On peut raisonnablement penser qu'elles seront dominées par un de ces objets qui structurera le monde numérique de demain : la voiture ? le robot ? un nouveau *device* "plugable", connectable dans de multiples environnements ? une *smart card* ? La capacité des acteurs (comme Apple l'a fait avec le smartphone) à imposer la nouvelle plateforme est donc cruciale pour l'avenir d'internet et la structuration de sa valeur.

Plusieurs conséquences découlent de ces perspectives :

1. La connexion sur les réseaux sera le fait d'une multitude de terminaux, mais aussi d'objets. Les terminaux se banaliseront, se spécialiseront, se déclineront. Nous avons connu dans la domestication de l'énergie une ère où le moteur électrique pouvait être partagé entre différents instruments (pensons aux appareils domestiques tels que les robots ménagers ou les robots de bricolage) ; puis sont arrivés des appareils dotés chacun d'un moteur électrique. Le PC, le *laptop*, le smartphone font partie d'une ère où le moteur numérique est partagé entre applications. Sans doute aurons-nous un "moteur" numérique (*hardware* et *software* embarqués) pour chaque application.
2. Chaque plateforme dominante (mais même une plateforme secondaire) a cadencé l'innovation sur les vingt dernières années. Ce processus est aujourd'hui exercé par la jonction du terminal d'accès et de son OS, pour une durée de vie probablement encore de quelques années. La plateforme qui prendra le relais dans les prochaines années sera donc particulièrement cruciale. Le croisement d'un robot de type humanoïde avec son OS nous paraît être un bon candidat¹.
3. L'appariement des faces du marché assemblées sur une plateforme recourra davantage à des algorithmes et des données de plus en plus performants et spécialisés. Le marché ne se réduit plus à une simple rencontre client-fournisseur ; il s'outille de mécanismes de filtrage, de sélection, d'assistance... dont la régulation va devenir de plus en plus difficile².

Au-delà de la continuité de l'univers internet, l'irruption d'objets de plus en plus "intelligents" devrait modifier d'une part la nature des places de marché qui devront traiter la commercialisation des données brutes de plus en plus massives qu'ils produiront, et, d'autre part, la nature des plateformes dominantes qui devront supporter ce nouvel espace d'interaction.

6. Le défi de la régulation

Quel que soit le domaine, les principes de base d'une régulation sectorielle visent à stimuler l'animation d'un secteur industriel au profit de son développement, de la qualité des services offerts aux consommateurs, ainsi que de sa dynamique concurrentielle. La régulation, entendue comme l'encadrement du fonctionnement d'un marché par la puissance publique, s'impose quand un marché connaît des défaillances, en d'autres termes ne se comporte pas comme un marché concurrentiel³. Le marché

¹ À noter la position française en ce domaine avec Aldebaran-Gostai, racheté par Softbank.

² Cette complexification des places de marché fait l'objet de recherches relatives au market design.

³ La régulation des télécommunications a été façonnée par la théorie économique néoclassique qui enseigne que le bien-être social est maximisé dans les conditions de concurrence parfaite. Dans cette perspective, l'enjeu des régulateurs – et l'objectif qu'ils se donnent – est donc de créer les conditions d'une concurrence plus intense. Pour ce faire, ils se focalisent principalement sur les éléments des infrastructures constituant des goulots d'étranglement où les firmes peuvent exercer leur pouvoir de marché et créer des effets de domination. C'est cette philosophie qui justifia le

internet, en tant que tel, n'a trouvé que peu à peu sa formalisation, tant la définition et la délimitation des produits internet cherchent leur stabilisation. Les services d'accès à internet ont ainsi mis du temps à fédérer l'accès aux services de télécommunications et ils ont pu échapper à leur régulation. Les services des acteurs OTT se sont plutôt inscrits en complémentarité/substitution de services issus de l'économie réelle, de façon marginale et parfois chaotique. Englobant progressivement à la fois les marchés issus des télécommunications classiques (et notamment le service téléphonique, principal service rémunérateur) et les marchés d'intermédiation, internet pose principalement la question de la dissociation réseau-service/contenu.

Internet, comme système à forte innovation et transcendant les frontières de toute nature, a longtemps réclamé un régime d'exemption sur tous les plans, se voulant en quelque sorte "hors la loi", voire "hors le monde"¹. Cette récusation, non seulement de toute régulation, mais de toute imposition de règles autres que celles que se donneraient ses usagers (revendication d'une gouvernance indépendante et d'une autorégulation parfaite), a été à la fois fermement défendue par les tenants d'une conquête de nouvelles libertés à travers les univers virtuels, et âprement contestée par ceux craignant l'apparition d'un monde dont les valeurs et les règles seraient opposées à celles du monde réel. Ce débat n'est évidemment pas clos.

L'idée qu'internet pourrait se développer à côté du monde réel et pourrait s'en isoler (produire des territoires séparés, comme dans *second life* par exemple) semble aujourd'hui moins crédible au fur et à mesure que l'intrication des deux univers, réel et virtuel, s'approfondit, notamment dans l'internet des objets. Internet est donc rattrapé – non sans difficultés – par les règles territorialisées tout autant que par la régulation préexistante des domaines qu'il absorbe peu à peu. Ces évolutions contribuent à affecter et diluer sa structuration historique, conçue sur la base d'une stratification technique fonctionnelle des couches infrastructurelles aux couches applicatives. Elles remettent en cause tout autant une organisation également stratifiée sur le plan de la régulation : en soulevant de multiples interrogations sur les conditions de sa cohérence et sur la pertinence même d'une intervention d'ordre étatique ou intergouvernementale qui, pour des partisans de l'exemption, pourrait conduire à la fin même de l'internet.

Le paradoxe est qu'internet s'est développé sur de nombreuses normes et standards, absolument nécessaires à sa création et à son fonctionnement "ouvert". Il a fallu définir les protocoles de communication, spécifier un adressage, élaborer les langages du net (html, etc.), mais cette élaboration s'est effectuée dans des instances "émanant" de certaines communautés d'utilisateurs. Né aux États-Unis, internet a fréquemment placé ces instances sous la tutelle du gouvernement américain. Faisant naître par là-même aux États du reste du monde des interrogations quant à la souveraineté comparée qu'ils exercent sur internet.

Internet, nous l'avons vu, ne constitue pas seulement un nouvel espace de développement pour l'économie et la société, il bouscule les frontières existantes. La rapidité du progrès technique qui le soutient, la déformation des strates fonctionnelles

développement de régulations sectorielles spécifiques *ex ante*. Ce cadre économique théorique, qui constitue le paradigme dominant de la régulation des télécoms, est toutefois statique et prend mal en compte les processus dynamiques d'innovation.

¹ Cf. la "Déclaration d'indépendance du cyberspace" proclamée en février 1996 par John Perry Barlow, cofondateur de l'Electronic Frontier Foundation.

et industrielles qui le produisent, son caractère invasif et perversif dans l'économie et la société, le changement radical de statut des agents économiques et sociaux qu'il permet (à la fois producteurs et consommateurs, professionnels et amateurs, etc.), les nouvelles formes d'innovation qui le caractérisent (reformatant la géographie des firmes, leur organisation et leurs interactions), la transformation même du temps (rapidité des évolutions, vitesses de circulation, instantanéité et ubiquité, etc.) font qu'aucun cadre de compréhension normative de cet univers n'a jusqu'à présent résisté très longtemps. Internet n'est pas un secteur, internet n'est pas une filière, il doit être appréhendé comme un écosystème qui traverse toute la société mais dont les rouages ont encore du mal à être précisément spécifiés.

Plusieurs grandes questions doivent, à cet effet, être évoquées :

- La régulation traditionnelle s'intéresse aux marchés et à leurs défaillances éventuelles : mais que devient-elle quand les formes de concurrence qui se développent sur internet bousculent la conception classique de la production des biens et des équilibres de marché ?
- Le futur de la régulation doit aussi affronter de nouveaux objets et de nouveaux acteurs qui ne faisaient pas traditionnellement partie du champ habituel de la gouvernance des secteurs industriels.
- Les réseaux de communications électroniques n'échappent pas aux transformations induites par ce nouveau paysage. Point focal des régulations actuelles, leur encadrement et la conception de la chaîne de valeur dans laquelle ils s'inscrivent doivent être nécessairement repensés.
- Au-delà du seul internet, l'évolution des formes de la régulation est elle-même portée par une dynamique propre aux institutions nationales et internationales de gouvernance. Celle-ci conduit à façonner et transformer les cadres réglementaires et de régulation, notamment au niveau national et européen.

6.1. Les marchés et la concurrence questionnés par internet

L'appréhension traditionnelle de la régulation de la concurrence est confrontée au fait, en partie indépendant de l'internet d'ailleurs, que, dans une économie globalisée et soumise à des exigences croissantes de créativité, de R&D et d'intégration, les phénomènes de partenariats et de coopération sont de plus en plus importants. Cela donne tout leur poids aux clusters écosystèmes industriels¹ (cf. Jacobides *et al.*, 2006) au détriment des acteurs individuels et fait basculer la concurrence d'une compétition entre acteurs à une compétition entre écosystèmes. Il peut s'agir d'une compétition entre aires géographiques de production (cf. Silicon Valley *vs* Inde ou Chine pour les logiciels) ou d'une compétition entre consortiums (iOS d'Apple *vs* Android par ex.). Ce basculement a des conséquences importantes sur la régulation en mettant l'accent sur de nouvelles variables stratégiques et le contrôle de nouvelles formes de ressources (concurrence par les systèmes de fiscalité ou par le contrôle des droits de propriété intellectuelle). Le développement des plateformes d'intermédiation souligné précédemment participe activement à cette refonte des formes de concurrence, en

¹ Jacobides M.G. et Billinger S. (2006), "Designing the Boundaries of the Firm: From "Make, Buy or Ally" to the Dynamic Benefits of Vertical Architecture", *Organization Science*, vol. 17, n° 2 mars-avril, pp. 249-261?.

associant les biens et services traditionnellement échangés sur les marchés aux services relationnels de toute nature apportés par ces plateformes.

Les chaînes de valeur historiques des différents secteurs sont dès lors déstructurées. L'industrie du livre, et ses liseuses, l'industrie du disque, et ses magasins en ligne, l'industrie de la photo – qui ont connu des processus de numérisation intensifs –, mais aussi des industries plus traditionnelles (assurances, transport, hôtellerie, etc.) voient leurs mécanismes concurrentiels et les acteurs concernés totalement bousculés. Ces secteurs sont bouleversés sous l'effet de plusieurs phénomènes économiques concomitants. Les mécanismes de prescription, de choix et de recommandation sont modifiés par l'offre de services d'assistance à la relation et à la transaction proposée sur les plateformes du web ; l'organisation des transactions est redéfinie du fait de nouveaux dispositifs de garantie et de paiement en ligne, modifiant profondément la nature de la concurrence et échappant au cadre des formes instituées préexistantes¹.

L'évolution de la régulation est par ailleurs stimulée par l'apparition régulière d'innovations conduisant à redéfinir en permanence les "marchés pertinents" du fait de nouveaux produits de substitution. Ces nouveaux produits peuvent correspondre à des basculements produits/services dans le cadre d'une économie de la fonctionnalité : plusieurs projets de véhicule électrique et de voiture connectée remettent ainsi en question l'acquisition des véhicules en proposant des mécanismes radicalement nouveaux de location ou prestation de services. Les nouveaux cadres de marché peuvent aussi, plus simplement, tenir aux renouvellements très rapides affectant le marché des terminaux mobiles ou le basculement téléphone–mobile–tablette, qui conduisent à redéfinir profondément, à chaque étape, la structure du marché et des acteurs concernés : pensons notamment au rôle inédit qu'occupent désormais les App Stores.

Cette transformation tient également au fait que la compétition ne se pose plus simplement entre concurrents homologues faisant jouer de manière différenciée, à la marge, leur offre de produits/services et leur mobilisation de ressources stratégiques (innovation, tarifs, qualité et performance, organisation de la production), comme c'est par exemple le cas entre constructeurs d'automobiles. En effet, le développement de l'internet a mis au jour deux phénomènes particulièrement importants en la matière, tenant aux fortes opportunités d'innovation qui se sont mobilisées sur les modèles d'affaires. Le premier tient à l'émergence, pour une même offre de biens et services, de modèles d'affaires radicalement différents amenant à déstructurer totalement les conditions de la concurrence : dans le marché à distance des fleurs coupées, par exemple, la position longtemps dominante du réseau Interflora est désormais attaquée par des modèles au contraire très centralisés, à l'image de celui développé par Aquarelle. Le second phénomène associé aux modèles d'affaires est le foisonnement de modèles alternatifs rendus possibles par les innovations et la grande modularité des TIC. La conséquence en est, d'une part, l'instabilité économique découlant de la multiplication et du renouvellement permanent des modèles d'affaires², d'autre part

¹ Cf. par exemple le rôle joué par les comparateurs de prix, ou désormais par les réseaux sociaux, sur la prescription et donc le déplacement de la nature de la concurrence.

²Benghozi et Lyubareva (2014) montrent par exemple, dans le cas de la presse, le poids de cette variété des modèles et la manière dont les acteurs économiques explorent différemment les ressources offertes par internet et les TIC. Benghozi P.J. .et Lyubareva I. (2014), "When cultural

une configuration dans laquelle plusieurs modèles économiques radicalement différents sont désormais appelés à coexister dans les mêmes secteurs.

Un autre impact significatif de la révolution numérique tient aux nouveaux contours des sphères publiques et individuelles et à la tension qui s'est constituée, en conséquence, autour des régimes traditionnels de propriété. Les industries culturelles, parmi les premières bouleversées par internet, en ont fourni des illustrations emblématiques où le sens même des droits et des acquisitions faites par les consommateurs a été transformé. On a ainsi été amené à redéfinir le sens de la copie privée en France et du "*fair use*" aux USA¹ : pour maîtriser leurs revenus en évitant toute diffusion "sauvage" de leurs œuvres, les acteurs marchands ayants droit ont été conduits à intervenir directement (pour les restreindre) dans des relations interpersonnelles qui restaient, jusque-là, du strict ressort privé : prêt d'un livre entre amis, commentaires sur des préférences... Les titulaires de droits sur les œuvres de l'esprit au format numérique en viennent à contester aux consommateurs le droit de s'échanger entre eux, de transmettre ou de faire des copies personnelles du matériel protégé, voire même de le dénigrer ou d'en parler.

La délimitation de marchés pertinents sur lesquels le régulateur pourrait apprécier des positions dominantes, à partir d'une analyse produit, apparaît de ce fait de plus en plus délicate et peu adaptée. Car les acteurs construisent leur position concurrentielle en retravaillant constamment les frontières habituelles du marché : dès lors, la domination des chaînes de valeur ne s'opère plus obligatoirement là où se construisait traditionnellement la "valeur"². Cette dissociation des lieux de création de valeur et des mécanismes concurrentiels impose d'innover en matière d'analyse des marchés. De plus, la concurrence ne se gère plus au sein d'un secteur, d'une filière ou d'une chaîne de valeur clairement identifiée. À partir d'une innovation, elle peut se manifester de tous côtés : ainsi, l'usage des compteurs intelligents des *smart grids* peut être poussé aussi bien par Google (cf. projet Powermeter) que par les réseaux de transport, par les distributeurs d'électricité (cf. compteurs Linky) ou par de nouveaux entrants (cf. sociétés d'effacement électrique). L'innovation est désormais au croisement des filières, au croisement des modèles d'affaires et au centre de la relation producteur-consommateur.

Cette difficulté à identifier les marchés, et donc à les réguler de façon adéquate, vient se coupler avec celle de concilier concurrence et innovation. L'innovation n'est plus uniquement le produit d'un processus de R&D conduisant linéairement de la recherche à l'innovation. Elle repose désormais sur la mobilisation de différents acteurs autour de la conception et de la mise à disposition de plateformes technologiques de développement³. Elle ne se porte plus seulement sur la création, l'ingénierie, le design et le marketing des produits, mais également sur les modèles d'affaires et les nouvelles opportunités de diffusion offertes en ligne (portail ou plateformes d'agrégation par

industries look for new business models: A study from the case of the online French press", *International Journal of Arts Management* (forthcoming).

¹Il s'agit de la possibilité, pour les consommateurs, d'effectuer une copie d'un contenu culturel pour leurs besoins propres (pédagogie, sauvegarde, usage particulier).

² Par exemple, Android, fourni gratuitement aux fabricants de terminaux mobiles, est le pivot central d'une concurrence qui ne se produira que secondairement sur les attributs des produits marchands.

³Gawer A. (2009), "Ed., Platforms, Markets and Innovation", Cheltenham, Edward Elgar.

exemple). Certes, la concurrence stimule toujours l'innovation, mais celle-ci requiert dorénavant des configurations de marché nouvelles et originales.

En d'autres termes, c'est moins le marché qui suscite de nouvelles innovations en son sein, que l'innovation qui redessine les formes du marché¹ : c'est pour la régulation sectorielle un changement copernicien. Par ailleurs, au-delà de la profondeur des changements technologiques en jeu, le caractère disruptif des innovations contribue à produire un profond raccourcissement des cycles de développement et de maturité. C'est là aussi un enjeu nouveau et difficile à maîtriser pour le régulateur car ces tempos rapides d'innovation s'opposent justement au rythme de la régulation qui appelle forcément un temps plus long : celui des constats, de l'analyse, de la décision et de la sanction éventuelle.

6.2. Nouveaux acteurs et nouveaux objets

Au-delà des évolutions des marchés, les modifications du cadre économique compétitif tiennent aussi à l'émergence de nouvelles pratiques et formes d'usages développées par les consommateurs et les utilisateurs, indépendamment de toute orientation stratégique des acteurs de l'offre. On les observe en particulier dans le développement des relations communautaires, des échanges P2P, d'initiatives inédites², des phénomènes massifs de recommandation/agrégation (buzz, flash mobs, pétitions, spams, service denial). Ces phénomènes émergents auto-organisés remettent en cause les catégories classiques de l'action réglementaire ou juridique. Ils sont particulièrement difficiles à anticiper dans leurs expressions et soulèvent des difficultés inédites tenant à la constitution de structures sociales et hiérarchiques inédites. On les repère par exemple dans la manière dont se gèrent les communautés de pratiques et les médias sociaux : ils donnent un rôle très particulier aux administrateurs et contributeurs et peuvent manifester des basculements très rapides de collectifs d'utilisateurs en ligne d'un site ou d'un réseau à un autre.

Ainsi, l'importance des consommateurs dans les processus d'innovation ne s'explique pas seulement par le poids que leur donnent leurs choix et leurs pratiques dans la sélection des innovations. Elle tient aussi à leur capacité de peser sur leur structuration. Les consommateurs jouent différents rôles (expérimentation, utilisation, sélection, recommandation, innovation...) qui ne s'additionnent pas simplement mais s'articulent et contribuent à définir de nouvelles configurations socio-économiques ancrées dans différentes couches techniques (application, terminaux, réseaux notamment). La RFID fournit, par exemple, un cas intéressant de technologie issue de telles interactions entre différents registres de transformations relevant autant des enjeux de l'industrie électronique que des pratiques et usages des utilisateurs (surtout professionnels en l'occurrence, comme le montre le poids dans ce domaine de grands adopteurs tels que Walmart ou Metro). En l'occurrence, les évolutions observables montrent que la structuration de cette technologie et de ses standards est largement partie des utilisateurs.

¹D'où l'expression "design de marché" de plus en plus utilisée.

²Il existe de nombreux exemples différents d'initiatives spontanées de partage des connexions Wi-Fi, tels que les "Pirate Box".

Sur internet, face à l'abondance des contenus, des applications et des services disponibles, les dispositifs permettant de faciliter et d'orienter les choix prennent une importance toute particulière, qu'il s'agisse de dispositifs automatiques (moteurs, robots de comparaison) ou humains (recommandations communautaires, curation, éditorialisation). Ce qui est ici en jeu, ce sont autant de nouveaux mécanismes et dispositifs de jugement et de prescription que la capacité de constituer des expertises en dehors des anciennes formes instituées. Ces mécanismes peuvent prendre un poids économique prépondérant en guidant les consommations et en favorisant certains acteurs au détriment d'autres, mais aussi en contribuant à maintenir la variété et la diversité de l'offre ou, au contraire, en accentuant la concentration des consommateurs sur certains contenus plutôt que d'autres. C'est bien ici que sont nés le succès et le poids déterminant des acteurs "*over the top*" (OTT) comme Google ou Facebook dans la nouvelle économie. Les incitations économiques (discrimination par les prix) peuvent ainsi s'articuler avec des mécanismes automatiques ou asservis (*via* des moteurs de recherche aujourd'hui et sans doute l'internet des objets demain) ainsi qu'avec des échanges interpersonnels et communautaires pour orienter une partie des consommateurs vers certains contenus, voire certaines applications, certains services ou certaines formes durables de consommation. La question pour la régulation est donc bien la possibilité de maintenir des modalités de transparence quant à la confiance que les acteurs peuvent attribuer à ces dispositifs ou à leur dépendance à l'égard de tel ou tel partenaire.

La régulation doit donc désormais prendre en compte la transformation importante du rôle du consommateur. Ce dernier n'est plus seulement un usager passif dont le rôle tient avant tout à sa contribution à l'ajustement des échanges sur le réseau et, plus largement, à l'équilibre offre/demande. Il est désormais particulièrement actif par sa capacité de contribuer à la structure de l'offre (fournisseur de contenus, fournisseur d'informations, fournisseur de traces, générateur d'interactions – dans les modèles P2P tels que ceux à la base des applications de détection de radars automobiles). La performance des services offerts repose par ailleurs fréquemment sur le recours omniprésent aux interactions avec les consommateurs (*via* cookie, mise à jour, traçabilité, géolocalisation, sollicitation de contributions...). Le développement de ces services suppose donc l'acceptation de restrictions en matière de protection de la vie privée (vis-à-vis des moteurs de recherche, par exemple), de restrictions de disponibilité ou d'usage (variation des débits ou modulation des consommations électriques, par exemple), des intrusions (publicité) selon les modes de tarification.

Cette situation nouvelle se complique en outre de la nouveauté radicale des objets "techniques" que les instances doivent désormais réguler. On peut par exemple évoquer la question des adresses et noms de domaine, qui représente un enjeu absolument déterminant pour la concurrence entre aires régionales d'une part, entre entreprises d'autre part (contrôle des marques, statut des adresses, confidentialité des informations véhiculées par les demandes d'adresses, parasitisme sur le pré-emption de noms, modèles économiques s'appuyant sur des registres et le développement de sites garages...).

Le cas des noms de domaine est emblématique et soulève de manière tout à fait intéressante la question de savoir qui devrait les réglementer ou contrôler. Le système actuel des noms de domaine a en effet évolué à partir d'un système de décisions prises par les ingénieurs et les fournisseurs de services internet, dont le principe du "premier

arrivé, premier servi". Or ces noms ont pris un poids économique important sous l'effet des stratégies commerciales de certains acteurs et de celles des titulaires de marques. C'est alors l'organisation même du système d'enregistrement qui peut être mise en cause et la question de la responsabilité ultime du contrôle de la politique dans ce domaine demeure incertaine.

Parmi les nouveaux objets de la régulation, on peut aussi mentionner les nouvelles formes – privées – d'arbitrages en ligne qui se mettent en place. Elles appellent un contrôle et une régulation d'autant plus nécessaires que de nouveaux acteurs assurent des actes officiels (certification, garantie, contrats, allocation de ressources, arbitrages) sans être formellement dépositaires d'un quelconque mandat public soumis à contrôle. C'est le cas des registres et tiers de confiance, ça l'est aussi des instances de paiement tels que PayPal ou Bitcoin. Ça l'est désormais également pour des fonctions inédites telles que les *On Line Dispute Resolution*. L'enjeu en termes de régulation est, dans de tels cas, d'assurer, auprès des différentes parties prenantes, la fiabilité des acteurs et des mécanismes en jeu d'une part, les possibilités de recours et de sanction d'autre part.

Mais les nouvelles dynamiques de marché appelant à repenser la régulation ne touchent pas uniquement le marché grand public B2C. Elles concernent aussi les formes des relations interindustrielles associées aux technologies de l'information et de la communication, celles qu'on inscrit parfois sous le terme de B2B. On peut en fournir un exemple très symptomatique, qui a fait récemment l'objet de nombreux développements et initiatives : il s'agit de l'externalisation d'applications et de données dans des systèmes largement distribués (*cloud*) et, plus précisément, de nouvelles modalités d'offres et de contractualisations sur la base de "*Software as a service*". Ces nouvelles modalités de relations ont de profondes conséquences dans la nature des relations entre les clients et leurs fournisseurs. Dans la mesure où les clients paient la disponibilité d'un service plutôt que l'acquisition d'un contenu ou d'un logiciel, les relations contractuelles deviennent très différentes quant aux conditions de la responsabilité (en termes d'obligation, de fiabilité, de sauvegarde, de sécurité, d'opt-out...).

Enfin, un important registre de régulation radicalement nouveau touche à la gestion des risques systémiques. Les organisations modernes sont en effet extrêmement dépendantes à l'égard de la communication : perte d'un téléphone portable, "crash" d'un disque dur, incendie d'une salle informatique, câble public arraché... Si internet a créé une connectivité mondiale, les systèmes d'information et de communication sont devenus, dans le même temps, de plus en plus sensibles à des événements imprévus causés par des catastrophes naturelles, des interventions extérieures, des bugs logiciels ou des défaillances techniques, des erreurs humaines ou de gestion. La sécurité des systèmes d'information est donc devenue critique. Pourtant, en termes de régulations, les risques nouveaux associés à l'internet sont le plus souvent exclusivement envisagés sous l'angle de la cybercriminalité, de l'accès au service, et sous celui de la sécurisation des transactions et des communications personnelles. Les réseaux affrontent pourtant désormais des risques systémiques aux effets potentiels particulièrement lourds. Les limites techniques de la sécurité d'internet créent aussi d'autres types de risques que les économistes qualifieraient d'externalités négatives : virus, spams, attaques par déni de service ou autres cybercrimes. Au-delà des risques individuels, les cyber-attaques sur les barrages, les transports, les services financiers,

les réseaux électriques ou de communication sont susceptibles de causer des dommages significatifs à tous les pays.

Dans ces nouvelles menaces globales, chaque intervenant et chaque composant technique risque de contribuer à l'effondrement et à la dislocation complète des systèmes économiques et sociaux, exacerbant certains impacts bien au-delà de leurs effets initiaux. Car les réseaux et les systèmes d'information convergent, offrent des services intégrés, partagent les mêmes infrastructures et s'interconnectent. Leurs évolutions rapides et fréquentes disqualifient en permanence les modes de sécurisation préexistants. Les réseaux sans fil, la mobilité et la disponibilité permanente des connexions créent par exemple des vulnérabilités inédites. Tout comme le font l'"intelligence ambiante" et l'automatisation des processus.

6.3. La régulation des réseaux d'infrastructure

Du côté du réseau, le couplage entre un très haut niveau de coûts d'investissement irrécupérables et des coûts marginaux de fonctionnement quasi nuls rend particulièrement sensible la concurrence par les prix. Certaines raisons sont communes à tous les réseaux d'infrastructure : les investissements matériels sont difficiles à redéployer une fois qu'ils sont installés. D'autres sont plus spécifiques au secteur des TIC. Après leur mise en place, les technologies peuvent en effet être redéployées ou utilisées pour des applications différentes, ce qui a une double conséquence : d'une part les investissements sont parfois fongibles, d'autre part les effets d'apprentissage et d'expérimentation sont particulièrement forts et favorisent les gains de productivité. En revanche, comme le montre le débat récemment ouvert par Brynjolfsson et McAfee (2011)¹, les effets d'ensemble sur la rentabilité sont très discutables. Du côté du contenu, les composants techniques (protocoles, langages, terminaux) et les logiciels peuvent être combinés pour concevoir des services de toute nature et les mettre à disposition de manière presque instantanée à l'échelle mondiale. Les conséquences sont un rythme très rapide d'innovation et un environnement intensément concurrentiel (les technologies ouvertes et les faibles coûts d'entrée encouragent les entrepreneurs de tous types et rendent difficile l'obtention d'un avantage compétitif sur la durée).

La modularité de plus en plus forte des réseaux (comme de la plupart des systèmes) induit des recompositions permanentes, fonctionnelles et industrielles. Les réseaux se segmentent et s'intègrent à la fois dans des mouvements de restructuration incessants, en fonction des évolutions de coût mais aussi et surtout de la capacité de ces éléments à asseoir une différenciation en termes de produits. L'opérateur de réseau de 2012 n'a plus grand-chose à voir avec celui de 1992 : il a abandonné des parties entières de son réseau à d'autres acteurs (à des opérateurs de *backbone*, des "*tower companies*", des opérateurs de réseaux de distribution de cuivre ou optique, etc.), il se transforme de plus en plus en opérateur virtuel contrôlant les fonctions qui lui apparaissent clés pour la maîtrise de son produit. Cette tendance semble lourde et générale.

¹ Brynjolfsson E. et McAfee A. (2011), *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Digital Frontier Press.

On ne peut dès lors exclure une recomposition sensible de la structure concurrentielle, les exploitants de ces infrastructures, passives dans un premier temps, actives ensuite, se concentrant pour faire face aux défis économiques posés par des investissements lourds dans des systèmes à forts rendements croissants. 2030 verrait alors des réseaux infrastructurels reconcentrés dans un très petit oligopole, avec des opérateurs quasi virtuels mobilisant ces infrastructures autant que de besoin, conservant le contrôle des équipements clés de l'acheminement et de la qualité, notamment dans le contexte de l'apparition d'architectures SDN/NFV, induisant une refonte sensible des mécanismes de régulation des réseaux.

De façon plus générale, ce double mouvement de segmentation et d'intégration modifie profondément les conditions de régulation. Le cas des logiciels est ancien mais fournit un bel exemple d'un problème juridique né de l'éclatement d'un marché. Jusqu'aux années 1970, les logiciels faisaient partie des ordinateurs et étaient fournis et vendus en même temps. Leur conception était entièrement internalisée par les fabricants et personne ne pensait alors à identifier ou protéger leurs auteurs. Quand IBM fut poursuivi aux États-Unis en vertu du droit antitrust, les logiciels ont ensuite dû être vendus séparément. Un nouveau marché a alors été créé et la question de la valeur et de la protection des logiciels s'est brutalement posée.

La régulation des secteurs complexes s'appuie fréquemment sur une organisation conceptuelle, si possible fonctionnelle, en niveaux ou couches, ou strates d'activités. La distinction réseau/service a longtemps relevé de ce type d'analyse. Or, cette structuration en couches, historiquement au cœur de l'industrie moderne des télécommunications¹, n'a pas résisté à internet, et on a vu plus haut l'imbrication, l'intrication de plus en plus forte entre réseau et services. Une régulation basée sur de telles délimitations en strates de marché, disposant de mécanismes de régulation adaptés à chaque strate, semble de plus en plus difficile à établir². L'apparition actuelle d'une intelligence massive dans les terminaux et l'émergence de réseaux ad hoc (cf. plus haut) illustre également le renouvellement et la transformation continue des couches.

Or les mécanismes de régulation – notamment en matière de régulation *ex ante* visant à définir en amont le "*playing field*" des réseaux – touchent principalement deux domaines : les conditions d'entrée sur le marché et les interactions entre acteurs. C'est donc tout un pan de la régulation sectorielle des télécommunications qui pourrait être rapidement remis en cause, car la granularité de la réglementation est fonction d'une nomenclature des marchés principalement assise sur l'appréhension de couches de nature technologique.

La prise en compte de couches définies de manière statique apparaît complètement décalée à l'heure d'une convergence dynamique et d'innovations naissant dans un cadre multicouches (cf. les moteurs de recherche), où les couches se concurrencent, se recouvrent entre elles ou disparaissent. Elle invite à une remise en cause des perspectives traditionnelles par lesquelles les télécoms sont appréhendées et leur hiérarchie implicite envisagée : l'infrastructure y est habituellement vue comme plus

¹Cf. Zimmermann H. (1980), "OSI reference model. The ISO model of architecture for open systems interconnection", IEEE Transactions on Communications, vol. 28, n. 4, pp. 425-432.

² À titre d'illustration, on peut mentionner la différenciation des tarifs d'interconnexion, longtemps en vigueur, selon le positionnement des acteurs sur les strates réseau/réseau virtuel/service.

structurante que les applications et appelant des investissements plus importants alors même que les schémas actuels d'innovation donnent aux applications et aux acteurs qui les portent plus d'importance qu'aux opérateurs. C'est tout l'enjeu de plusieurs débats ayant trouvé récemment un surcroît d'actualité, autour de la Net Neutrality notamment.

6.4. La cybercriminalité

La protection des infrastructures a toujours été une préoccupation des entreprises et des pouvoirs publics, mais elle est difficile à mettre en œuvre dans un tel contexte. La confiance en l'auto-organisation de l'internet, souvent mise en avant, n'offre pas de véritable solution, ni *a fortiori* de garantie. Les pouvoirs publics ont pourtant du mal à intervenir autrement qu'en réaction à des dangers exprimés. Ils ne peuvent assurer une véritable régulation *ex ante*, car ils connaissent mal les risques et les mécanismes de protection et d'anticipation à mettre en place. Les mécanismes d'assurance ou de réassurance offrent traditionnellement des réponses mais se heurtent à des difficultés pour répondre à l'importance et au caractère global des risques associés aux nouvelles technologies de l'information, notamment du fait de la dissémination et de la corrélation des effets entre pays et entre industries touchés simultanément.

Cette situation constitue un motif important pour inviter à une réglementation gouvernementale : à la fois du fait de l'importance des risques encourus, et parce qu'ils tiennent en partie à ce que les utilisateurs ne supportent jamais la totalité du coût de leurs actions. Or, laissés à eux-mêmes, dans ce que l'on pourrait qualifier de tragédie des communs¹, pas plus les individus que les entreprises ne sont incités à assurer suffisamment de cybersécurité. Une première raison tient aux limites des échanges d'information : par absence de confiance ou souci de protéger des données stratégiques ou personnelles, chacun est réticent à échanger les informations dont il pourrait disposer sur les failles éventuelles de sécurité ou les défenses à adopter face aux attaques, alors que cela pourrait réduire leurs dépenses de sécurité tout en renforçant ou en maintenant leur niveau de protection. Une seconde déficience du marché tient au parasitisme et au "*free riding*" des innovations de sécurité des autres acteurs : ne pas traiter le problème en espérant que les efforts de sécurité des autres permettront de le résoudre globalement.

L'interconnexion des réseaux internationaux et la diffusion très large de la technologie informatique dans presque tous les domaines de l'activité humaine ont ainsi fait de la cybercriminalité une menace allant bien au-delà du vol de données ou des infractions à la propriété intellectuelle auxquelles on la réduit souvent. Or plusieurs types de cybercriminalité coexistent, utilisant l'ordinateur tantôt comme un outil, tantôt comme une cible, ou tout simplement une ressource dans le cadre d'autres crimes. La cybercriminalité s'ancre ainsi dans les crimes économiques, en touchant désormais toutes sortes d'organisations ; mais l'utilisation des technologies informatiques s'avère tout aussi fréquente dans les domaines traditionnels du crime organisé (comme le trafic des drogues et des armes), voire dans le terrorisme.

D'un côté comme de l'autre, la cybercriminalité avance à grands pas et les particuliers sont une cible de choix des pirates du net. Sans une collaboration à l'échelle planétaire,

¹Hardin G. J. (1968),. "The tragedy of the Commons", Science 162(3859), 1243–1248.

le crime électronique continuera à gagner du terrain et les attaques seront de plus en plus fréquentes et sophistiquées.

Sur le plan international et supranational, diverses organisations ont des activités coordonnées ou harmonisées pour lutter contre la criminalité informatique. Ces efforts internationaux et supranationaux ont considérablement augmenté ces dernières années. Néanmoins, la plupart des réponses actuelles à cette échelle restent encore vagues et se concentrent trop sur les questions juridiques. La Convention sur la cybercriminalité¹ ne prévoit pas d'instaurer des législations qui se substitueraient à celles des États parties. En revanche, elle les oblige à adapter leurs lois aux défis posés par les nouvelles technologies de l'information. En clair, il s'agit de tendre vers une harmonisation des droits pénaux respectifs des États parties.

Même si l'on relève des efforts d'harmonisation, en termes de régulations, il n'existe aucun cadre juridique unique ou un ensemble réglementaire qui couvrirait tous les champs d'application de la cybercriminalité : de la protection contre la fraude aux noms de domaine, à la vie privée et à la protection des consommateurs, à la pornographie, tout cela aux niveaux nationaux et internationaux. Au contraire, les différents types de lois ou de règlements se sont progressivement étendus à partir de ceux déjà existants ou nouvellement adoptés pour s'attaquer à de nouveaux crimes spécifiques.

Malgré les efforts des organisations concernées, les différentes législations nationales montrent des disparités remarquables, des incertitudes ou des lacunes, aussi bien pour les infractions à la vie privée, la protection commerciale, le piratage que pour la responsabilité des fournisseurs d'accès internet, les pouvoirs coercitifs des organes de poursuite ainsi que la gamme de juridictions en matière pénale.

6.5. Gouvernance

La gouvernance d'internet englobe l'ensemble des dispositifs qui déterminent à la fois la stratégie d'évolution et l'encadrement de l'écosystème internet. Internet a montré l'impasse d'une vision générique de la régulation, issue d'une source unique – soit l'économie, soit le politique, soit le national, soit l'international. Les travaux récents en matière de gouvernance montrent l'importance d'intégrer, dans les processus de contrôle tout comme dans l'organisation des instances et structures d'échanges, une perspective multiniveau qui tienne compte de la variété des parties prenantes : la plurinormativité (qui croise les normes techniques, le marché, la loi et les usages) reste cependant largement à construire².

Du côté des normes techniques, internet s'est construit sur un processus "ouvert" collaboratif au sein d'instances parfois foisonnantes, mais il fait face aujourd'hui à l'émergence, notamment dans le monde mobile, de standards propriétaires associés à une imbrication de plus en plus forte entre intelligence du réseau et intelligence des terminaux. La variété des acteurs et parties prenantes impliquées, à un titre ou à un autre, dans des mécanismes ouverts d'innovation et de gouvernance (cf. W3C) a

¹ Conseil de l'Europe - <http://conventions.coe.int/treaty/fr/Treaties/Html/185.htm>

² Voir Massit-Folléa F., Méadel C. et Monnoyer-Smith L. (2012), *Normative Experience in Internet Politics*, Presses des Mines, coll. Sciences sociales.

bousculé les limites du principe égalitaire d'une régulation entre experts, caractéristique des formes historiques de gouvernance des télécoms. Le face-à-face entre l'univers "communautaire" du web et l'univers "public" de l'UIT traduit une confrontation de deux modes de gouvernance, mais également de deux univers géopolitiques.

Le développement des réseaux et des nouvelles technologies associées suppose des efforts importants en matière de normalisation des standards et des protocoles techniques de communication. Leur croissance se heurte en effet à un goulot d'étranglement majeur : le manque – ou à l'inverse le foisonnement – des normes et standards. L'un comme l'autre empêche – pour des raisons opposées mais convergentes – la constitution de marchés d'une taille critique suffisante, remettant en cause la viabilité de nouveaux produits, services et contenus. Elle appelle de ce fait une forte interopérabilité des équipements et interroge la soutenabilité éventuelle – ou non – de technologies propriétaires. Cette question de la normalisation et de l'interopérabilité apparaît primordiale pour les perspectives de développement portées par l'internet des objets et reposant sur la possibilité de transmission automatique d'informations émanant des différents terminaux et points de connexion. Le grand danger de l'offre privée qui se constitue avec des standards propriétaires est qu'elle favorise le développement de rémunérations sur une base forfaitaire, qu'elle est source de *lock-in* et de verrous et s'avère au bout du compte peu favorable à une concurrence ouverte. Cette normalisation technique s'opère obligatoirement à une échelle internationale, et confronte une forme de société civile, parfois ambiguë, la société des nations, et le monde industriel "privé". Il n'y a pas de raison de penser que l'une de ces parties prenantes prenne le dessus dans cette confrontation.

Du côté de l'espace public et de la loi s'impose la dimension géographique et nationale. En paraphrasant une fameuse proposition juridique, on pourrait affirmer que toute régulation est, *prima facie*, territoriale. La légitimité et le poids des autorités étatiques dérivent en effet de la souveraineté sur un territoire physique. Les règles de compétence internationale s'appuient sur les différents principes qui en découlent. Ce sont la territorialité (car chaque État régit la conduite sur son territoire), la nationalité (il régit la conduite des ressortissants, où qu'ils se trouvent), les effets des actions menées (l'État codifie les opérations ayant des effets se produisant sur son territoire), la protection (il prévoit la compétence contre des acteurs qui menacent la sécurité de l'État).

Il a existé pendant longtemps une correspondance entre les nations ou l'entité politique de l'espace physique et les frontières existant dans le cyberspace. Internet a toutefois progressivement bouleversé ce système fondé sur les frontières entre les espaces physiques. Avec le développement de l'internet, chacun des principes de compétences étatiques que nous venons de mentionner se trouve interpellé. Sous l'effet des nouvelles technologies, les processus de production et de distribution et l'internationalisation des entreprises se sont élargis, tendant ainsi à brouiller les frontières nationales et sectorielles. L'internet permet en effet d'instaurer des transactions entre des personnes qui n'ont pas (et ne peuvent pas) connaître la localisation géographique de l'autre partie puisqu'il n'existe pas nécessairement de lien entre une adresse internet et un territoire physique, situation que le *cloud* va généraliser.

La transformation numérique touche les champs juridiques de la procédure civile, du droit pénal, de la propriété intellectuelle, les contrats privés et la gouvernance publique. Or, les contours de ces domaines peuvent différer assez sensiblement d'un pays à un autre et les différences économiques, culturelles et politiques des nations peuvent imposer des solutions divergentes aux problèmes rencontrés dans le cyberspace. Dans de nombreux cas, des lois contradictoires peuvent légitimement s'appliquer et il est difficile de déterminer laquelle retenir. En outre, les autorités sont souvent dans l'impossibilité d'agir puisque les auteurs de violations du droit sont difficilement identifiables ou hors de portée de leur pouvoir de sanction : les infractions et les contrevenants sont souvent inaccessibles aux instances traditionnelles de gouvernance. Par conséquent, le développement d'internet s'accompagne des risques juridiques associés à une forme émergente de globalisation et incite à une convergence spontanée entre les différents systèmes de droit. Cette convergence subie ou volontaire – qui s'observe par exemple dans le champ de la propriété intellectuelle ou de la finance – n'est pas sans poser de multiples questions de souveraineté et d'identité nationale.

La question de la fiscalité est une autre dimension bien spécifique. Très tôt dans l'histoire d'internet, les États se sont d'abord préoccupés des risques que faisaient peser le développement du commerce électronique et le volume des échanges associé sur la réduction des assiettes fiscales correspondantes. Des initiatives ont suggéré de nouvelles taxes sur le commerce en ligne, mais se sont heurtées à des difficultés pratiques de collecte et de contrôle (effectifs douaniers peu adaptés à un contrôle systématique de la multitude des colis en transit) autant qu'à la poursuite d'objectifs contradictoires (protéger les recettes fiscales ou stimuler le développement du commerce sur internet pour favoriser la croissance de l'économie). Plus récemment, c'est un tout autre registre de la fiscalité, plus fondamental, qui s'est fait jour avec la capacité des firmes de l'internet de saisir toutes les opportunités d'une économie immatérielle pour déconnecter les espaces d'opérations (infrastructures, stockage des données, transactions, territoire de commercialisation) des espaces économiques de leur valorisation (siège social, compensations bancaires, filiales opérationnelles). La conséquence en est une sous-imposition relative dans les pays où s'exerce concrètement l'activité, ce qui a notamment conduit l'OCDE à mener une action volontariste pour lutter contre l'érosion de la base d'imposition et le transfert de bénéfices¹.

L'harmonisation des différents systèmes juridiques devient d'autant plus importante qu'il est donc facile de transférer des productions ou services dématérialisés dans des pays aux coûts et au cadre fiscal ou réglementaire plus favorable. Les législations et réglementations en vigueur ont ainsi dû être reconsidérées pour résoudre les problèmes découlant de la nouvelle vague de technologies. Cette apparition dans les différents pays de cyberlois spécifiques et l'harmonisation croissante de ces systèmes juridiques se sont opérées par vagues successives, en fonction des pays et des espaces de déploiement de l'internet.

Du côté des marchés, la régulation reste encore largement nationale, mêlant régulation concurrentielle et incitation à l'innovation, voire politique industrielle publique. Du fait

¹Action plan against Base Erosion and Profit Shifting (BEPS).
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264202719-en>

des asymétries existant entre les industries nationales, la convergence internationale s'opère difficilement car les enjeux économiques et industriels restent prédominants, généralement au profit des oligopoles de réseaux. Le curseur de la régulation entre la couche réseau et la couche service s'établit toutefois dans chaque État selon les pouvoirs de marché respectifs des acteurs.

Du côté des usages des mécanismes d'autorégulation partagés tentent d'émerger dans différents pays ; ils ont pour objet de cantonner les dispositifs de gouvernance et de régulation précédents dans des limites permettant aux usagers de conserver des libertés jugées fondamentales. Un phénomène marquant du développement de l'internet a été, en effet, l'émergence de formes inédites d'autorégulation. L'expérience montre que la communauté des utilisateurs et des fournisseurs de services en ligne est de plus en plus poussée à développer ses propres systèmes de gouvernance. Mais une telle politique amène les autorités de l'internet à se considérer davantage comme organisatrices de cette gouvernance qu'arbitres en charge d'un contrôle et d'une incitation au respect des chartes élaborées. Le développement de l'autorégulation repose ainsi sur la création de nouveaux types d'instances se démarquant à la fois des instances traditionnelles de normalisation (à base d'experts) et des formes de gouvernance internationales interétatiques (agences spécialisées telles que l'IUT). Le cas du World Wide Web, de l'IETF ou de l'ICANN illustre comment des instances puissantes se sont mises en place sur la base de volontarisme et des capacités individuelles d'engagement des parties prenantes et des internautes. L'autorégulation ne passe donc pas, aujourd'hui, par la restauration de nouvelles formes de souveraineté, mais sans doute au contraire par leur distribution. L'alternative à l'État souverain se construit dans une multiplicité de communautés et d'instances politiques à la souveraineté diffuse : certaines jouent à des échelles plus larges que les États, d'autres moins ; certaines partent du haut (institutions transnationales), d'autres du bas (communautés de pratique, par exemple). Le traitement automatique des différends commerciaux présente des cas emblématiques de ces nouvelles formes émergentes de structuration et de régulation¹.

Gouvernance, régulation et réglementation se trouvent ainsi écartelées entre des instances internationales et nationales, publiques, civiles ou privées, qui tentent de gérer et d'articuler les différents niveaux de normativité tout en se concurrençant souvent. Alors que l'institution progressive de formes d'autorégulation a fortement caractérisé l'histoire de l'internet, celles-ci se confrontent désormais à l'importance accrue qu'a pris le réseau de réseaux pour les États et les industriels, en termes stratégiques, économiques et politiques : cela tend à réduire l'influence des communautés du web, à tel point qu'en 2010, C. Anderson et M. Wolff ont pu annoncer la mort du web².

Le face-à-face public-privé va se jouer vraisemblablement sur un plan géopolitique, qui se traduira par le rôle plus ou moins volontariste que souhaiteront exercer les pouvoirs publics. Internet suggère en effet d'un côté un modèle distribué de développement où le cadre d'un protocole global et partagé permet à chaque acteur (producteur,

¹ De telles modalités ne sont pas spécifiques à l'internet. Le monde physique fournit déjà de nombreux exemples de délégation de pouvoirs à des organismes d'autoréglementation : c'est le cas des églises, des clubs sportifs ou des organisations sociales par exemple.

² Anderson C. et Wolff M. (2010), *The Web Is Dead. Long Live the Internet*, Wired, 08/07/10.
http://www.wired.com/2010/08/ff_webrip/

agrégateur, consommateur) d'être autonome et de constituer un nœud du système à même d'assumer éventuellement une partie de la commande du réseau. Dans cette perspective, le meilleur rôle que peut occuper l'État est celui d'un arbitre distant, se contentant de faciliter au mieux les ajustements entre acteurs, sous la forme d'un laisser-faire vigilant, en suspendant toute action réglementaire structurante (ce qu'on appelle *regulation holiday* ou vacance réglementaire). Ce modèle s'oppose clairement à celui qui a traditionnellement gouverné les industries de réseaux, qui s'efforce de garantir la qualité du service fourni au consommateur et d'assurer la fiabilité des différents acteurs du système, en encadrant leurs activités par des mécanismes plus stricts. Cette orientation, qui peut reposer sur des politiques de prix ou l'établissement de barrières à l'entrée, relève de ce qu'on appelle parfois une régulation éclairée. Dans cette alternative entre vacance réglementaire et régulation éclairée, c'est bien toute la nature des espaces de négociation ouverts entre les acteurs économiques qui se trouve posée : logique de négociation, d'ajustement et de *soft law* d'une part, logique de réglementation, de pouvoir d'influence et d'arbitrage par le droit écrit d'autre part.

La seconde grande alternative concerne les institutions mêmes de la régulation. Indépendamment des principes à la base des interventions, la structure même des instances de la régulation est en effet particulièrement importante. La question qui se pose tient à savoir si les différentes spécificités doivent appeler des organisations et des expertises particulières ou si, au contraire, les convergences sectorielles et le recouvrement des espaces territoriaux militent pour des autorités au spectre d'intervention et de responsabilité plus large. Dans le premier cas, la spécialisation et la segmentation progressive des objets de la régulation suscite, en miroir, une spécialisation tout aussi forte des autorités concernées (à l'image des autorités actuelles pour les jeux en ligne, les contenus audiovisuels, la piraterie, la protection des données personnelles, l'économie des réseaux, la concurrence...). Mais une seconde perspective consiste au contraire à prendre acte du caractère lié et inséparable des différents niveaux d'intervention en favorisant, pour ce faire, un certain degré de mutualisation ou de rapprochement entre les différentes autorités de régulation. Dans ce dernier cas, ce n'est pas seulement un meilleur recouvrement des questions prises en compte qui est en jeu mais aussi une fédération des registres d'intervention permettant de mutualiser et mieux développer les nouvelles expertises demandées aux régulateurs par les évolutions du numérique. Il ne saurait y avoir de convergence des instances de régulation sans refonte importante des mécanismes de régulation.

7. Tendances et tensions

Internet en 2030, sous les aspects que nous venons d'étudier, n'aura rien à voir avec l'internet que nous connaissons en 2015, mais les tendances de son évolution semblent plus en continuité qu'en rupture. Toutefois, le franchissement de certains seuils formera une source de rupture indéniable dans la perception d'internet.

La loi de Moore continuera peu ou prou de conditionner ce développement. L'explosion des volumes sera désormais suscitée par l'explosion des objets connectés, de plus en plus intelligents et formant sans doute de plus en plus une partie intégrante de son architecture. La dissociation entre une infrastructure de base (les artères de transmission et les nœuds d'acheminement) et une infrastructure de commande et de

contrôle, participant d'un mouvement séculaire des télécommunications, s'opérera progressivement, pouvant entraîner la concentration industrielle de l'infrastructure de base en un petit nombre d'entreprises ou de collectivités : on ne peut exclure des mouvements de concentration des infrastructures tels que la question de leur monopole, étatique ou non, se poserait.

Internet englobe autant qu'il se développe. La migration en cours des services téléphoniques (voix sur IP) et des services audiovisuels (TV connectée) sur internet montre son élargissement vers de nouveaux services. L'irruption de l'internet des objets illustre *a contrario* un développement plus intensif qu'extensif, tout comme le développement capillaire des réseaux sur des réseaux D2D. L'idée âprement défendue d'un internet unique véhiculant sans différenciation tout type de données selon la règle du "*best effort*", de bout en bout, paraît dès lors compromise. Une différenciation qualitative des trafics verra nécessairement le jour, qui ne doit pas servir de prétexte à leur gestion discriminatoire : ce point formera un nouveau champ d'exercice de la régulation des réseaux dans les prochaines années. Le protocole internet lui-même pourrait être "obsolète" dans un certain nombre de contextes : il devient impensable par exemple d'avoir un stack IP sur un nanocapteur. Des passerelles vers d'autres univers (vers les réseaux ad hoc, les objets communicants, par exemple) seront nécessaires et continuer à étendre internet supposera vraisemblablement de sortir du protocole internet tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Au-dessus de ces couches matérielles se met en place ce que l'on pourrait dénommer une infostructure, c'est-à-dire l'organisation du monde de la connaissance, des informations, des données. Les portails, les moteurs de recherche et dorénavant les intermédiaires de l'information, notamment des produits culturels, ceux qui mettent à disposition et valorisent la masse de contenus numériques offerts, conditionnent très fortement cette infostructure à travers les ontologies qu'ils développent, les bases de données et les archives numériques qu'ils constituent, les dénominations ou les nomenclatures (catalogues, genres...) qu'ils utilisent. De tout temps, ces démarches ont constitué des choix structurants, mais la multiplicité des intervenants garantissait la pluralité et la diversité nécessaires en la matière. La concentration des acteurs pose dès lors problème en imposant les trames dans lesquelles notre savoir et notre pensée devront se mouvoir. Les informations transactionnelles (traces issues des parcours des internautes, de leurs transactions, etc.) produites par internet formeront un des principaux gisements de valeur de cette infostructure. Leur caractérisation sera un élément important de cette structuration, forgeant l'identité des personnes et ses déclinaisons. Alors que nous vivons dans un monde hypo-informationnel, cette hyper-infostructure posera question sur notre capacité à sélectionner et jauger les informations et connaissances qui nous seront proposées. L'éducation à savoir naviguer entre croyance et savoir devient essentielle.

Internet continuera à restructurer et modeler le système productif. Des activités périront, d'autres surgiront. Une meilleure anticipation de ces transformations structurelles devrait permettre de les accompagner, car leurs effets en termes d'emploi, d'aménagement territorial et plus largement de politiques publiques (fiscales par exemple) ne seront pas neutres. Faudra-t-il les freiner, les accompagner, les stimuler ? Il ne saurait vraisemblablement y avoir de règles générales, mais le caractère mondial d'internet pourrait ne pas laisser beaucoup de marges de manœuvre à la politique publique, toute action cantonnée sur un territoire risquant d'être de peu

d'effet. Il y aura des perdants et des gagnants, et donc les consensus seront difficiles à atteindre. Ainsi, du côté des services de communication électronique, le service téléphonique commuté devrait disparaître rapidement ; les services audiovisuels diffusés pourraient suivre. Les garanties apportées par ces services (appels d'urgence par exemple, annuaire universel, obligations de diffusion, etc.) pourraient ne plus être assurées.

Internet est en passe de devenir l'infrastructure économique par excellence, conditionnant l'activité de nombreux agents, supportant les réseaux sociaux et épistémiques de la société, ainsi que les administrations nationales. Et pourtant, son contrôle échappe aux États, de leur propre fait tout autant que malgré eux. La tentative de l'UIT d'élargir son champ de compétence à internet (Dubai, décembre 2012) a illustré les divergences d'intérêts présentes autour du globe. La sécurité d'un réseau qui innerve et irrigue l'économie et la société comme le fait désormais internet pose indéniablement question. Les recours et substituts contre sa défaillance ne sont toujours pas établis à l'heure actuelle, alors que sa sécurité n'est guère mieux assurée. Internet peut-il susciter plus de convergence des politiques publiques que n'en a suscité le dérèglement climatique, face aux enjeux contradictoires en présence ?

Internet brouille et continuera à brouiller des frontières jusque-là solidement établies et sources de nombreux dispositifs de gouvernance ou de régulation. Le consommateur devient producteur, contributeur en tout cas ; l'amateur se vit en professionnel et parfois réciproquement ; les produits se fragmentent et se recomposent, presque à l'infini, notamment les biens culturels ; le marché, fréquemment, ne définit plus le produit, mais est défini par le produit ; privé et public sont brouillés par l'émergence de collectifs intermédiaires ; la propriété se dilue dans des droits d'usage incertains ; la distinction entre le réseau et ses terminaux s'évanouit ; la responsabilité se diffuse sans repères possibles ; la valeur se détache des biens et services, etc.

Face à ces tendances fortes, l'industrie et la régulation doivent se réorganiser.

Sur le plan industriel, la confrontation entre : les opérateurs traditionnels de réseaux, vraisemblablement de plus en plus virtuels dans le contexte de réseaux commandés par une couche logicielle ; les prestataires actuels de la couche dite OTT et de celle des services ; et enfin les constructeurs de terminaux pouvant être de plus en plus souvent nœuds de réseau va devenir de plus en plus vive. Le couplage des prestataires OTT avec les constructeurs de terminaux (Apple, Google-Motorola, Microsoft-Nokia...) constitue une menace pour les opérateurs de réseaux traditionnels, particulièrement lourde en Europe. Reconquérir des positions dans ce jeu tripartite nécessite de reconquérir un certain contrôle sur les futures plateformes qui domineront le jeu des deux prochaines décennies : le robot, la voiture sans chauffeur, le pilote d'un système d'assistance, etc. et sur les nouveaux services de la couche OTT, à savoir, dans un premier temps, les architectures *cloud* et le *big data* dans son sens le plus générique. Les prestataires interstitiels de ce jeu à trois pôles, par exemple les CDN, risquent d'être engloutis dans cette tectonique des plaques. On ne peut exclure qu'à échéance de vingt ans, ceux qui furent les opérateurs clés des télécommunications, les historiques tels que BT, DT, Orange, Telefonica, etc., peu à peu délestés de leurs réseaux physiques, soient ingérés par un oligopole mondial de l'internet, qui se formerait autour des très grands acteurs de cette industrie née juste avant la fin du XX^e siècle, les Amazon, eBay, Google, Apple, Microsoft, sans doute un grand du

tourisme (Priceline ?), un grand de la finance (Visa ?), Facebook et quelques rescapés darwiniens de l'innovation portée par le web. L'Europe y placera-t-elle, comme la Chine ou ses grands voisins asiatiques, un ou deux acteurs de poids ? Rien n'est moins sûr.

Sur le plan de la régulation, l'évolution de l'écosystème industriel, se concentrant peu à peu autour de fonctions clés de nos structures économiques et sociales, continue de transformer assez radicalement les mécanismes concurrentiels. Et pourtant, le rôle crucial des services qui seront offerts, tant sur le plan de la sécurité et de la souveraineté que sur le plan des inputs apportés à l'économie et à la vie socioculturelle, suppose plus que jamais des formes de labellisation de ces services pour les utilisateurs, de façon à en développer une utilisation critique et raisonnée¹. C'est la concurrence qui labellise le mieux les produits. Mais celle-ci pourrait se trouver assez rapidement prise en défaut, du fait de l'oligopolisation de la structure industrielle, du fait de la capture des consommateurs dans des écosystèmes fermés, du fait de la privatisation du formatage des infrastructures et des infostructures. Les États devront penser cette labellisation en fonction de leurs dispositions constitutionnelles, et définir la police d'internet qu'ils souhaitent mettre en place. La convergence internationale de ces régulations n'est pas acquise, tant les constitutions peuvent différer sur l'application des droits fondamentaux (liberté d'expression, fonctionnement démocratique, rôle de l'État, etc.).

Les vingt prochaines années devraient voir la bataille de la valeur se poursuivre intensément autour d'internet. Celle-ci n'aura de sens que si elle ne détruit pas le niveau minimal de confiance nécessaire au développement de cette valeur. Au-delà de cette question fondamentale, c'est la relation entre agents économiques qui se joue sur internet, agents qui s'indifférencient, mêlant fournisseurs et consommateurs, au sein de modèles d'affaires très évolutifs associés à des plateformes formant écosystèmes, influençant fortement la constitution même des valeurs. Cette dynamique bouscule notre conception des marchés et de la régulation. L'Europe a clairement perdu pied dans ce nouvel univers, en tant que producteur, à moins qu'elle ne se remette en jeu à l'occasion d'un changement de plateforme dominante.

Le partage de la valeur sur internet

Toute industrie connaît des luttes plus ou moins vives pour le partage de la valeur qu'elle délivre sur les marchés. L'industrie internet n'échappe donc pas à ces confrontations qui prennent des formes différentes au fil du temps, selon les transformations subies par la formation des valeurs. Ainsi, l'ampleur et la nature des financements publics constituent un des débats permanents du partage de la valeur (par exemple les RIP – réseaux d'initiative publique – dans les années 2000, l'*open data* actuellement...), mais l'allocation de ressources rares (partage du spectre...) et, bien évidemment, l'impact de certaines décisions réglementaires (prix régulés par exemple en matière d'interconnexion, obligations réglementaires d'ouverture, de partage ou de déploiement des réseaux...) forment d'autres lieux de confrontation.

Certains débats catalysent ainsi les alternatives possibles, comme le débat actuel autour de la neutralité du net, qui met face à face les éditeurs de contenus et les opérateurs de réseaux, sur plusieurs dimensions conflictuelles : modalités de gestion de la congestion, intégration verticale, gestion de l'interconnexion data, etc.

¹ La labellisation des services de santé montre les limites d'une stratégie volontariste en la matière. La certification HONCode utilisée à cette fin fournit un code de bonne conduite des sites plus qu'un véritable label.

Ces débats sont rendus complexes par la multiplicité des enjeux. En effet, ce partage n'est pas uniquement un partage de la valeur entre des firmes, ou entre des réseaux, mais également un partage de la valeur entre les fournisseurs et les clients (notamment sur la question de savoir qui paye le "port"), ou entre correspondants d'un réseau, mais également un partage entre nations, entre celles qui conçoivent et celles qui produisent, entre celles qui stockent et celles qui délivrent, entre celles qui achètent et celles qui taxent, etc.

Le croisement de ces intérêts impose des négociations ardues, où les intérêts industriels se mêlent aux intérêts gouvernementaux, voire à des conceptions différentes du droit (de la propriété intellectuelle, de la protection de la vie privée, de la consommation, etc.) mettant en jeu les intérêts de la société civile. D'où la nécessité de plus en plus vive, au fur et à mesure qu'internet influera sur l'ensemble du système productif, d'étudier et d'anticiper globalement ces phénomènes.

L'univers internet génère des défaillances de marché importantes, d'une part en développant des industries à rendements croissants, dont certaines (les infrastructures de réseaux) pourraient même (re)devenir des monopoles naturels, d'autre part en générant des effets externes massifs (les services de nombreuses plateformes) qui bénéficient aux utilisateurs, mais qui engendrent des positions dominantes criantes. Le moindre des paradoxes n'est-il pas qu'internet contribue à laminer de nombreuses rentes industrielles (exemple actuel des taxis urbains), mais en recréant des rentes considérables sur les externalités de réseau qui sont suscitées.

Chapitre 3

Tensions possibles et ruptures sociétales

Si le paysage d'internet en 2030 peut être dessiné par la combinaison d'un ensemble de tendances lisibles dès aujourd'hui, il est pourtant peuplé d'incertitudes de par la variété des domaines qu'il investit et des usages qu'il permet. Il ne suffit pas, à cet égard, de considérer les "impacts" qu'aurait la diffusion de l'internet sur la société et de voir les "usages" comme un ensemble de réactions qui s'ajustent à l'offre. L'infrastructure d'internet, les dispositifs sociotechniques qui sont mis en place et le micro-ordinateur lui-même ont distribué d'importantes capacités individuelles et collectives qui sont en elles-mêmes un facteur d'incertitude significatif : elles impliquent de très nombreux acteurs dans les évolutions à venir, chacun ayant une dynamique propre.

La prospective d'internet croise d'autres champs de prospective plus classiques : les changements climatiques et les crises énergétiques annoncées amènent à envisager d'importantes ruptures dans la relation à la mobilité, au travail, à la logistique, à la mondialisation. Les reconfigurations géopolitiques amènent à considérer d'un œil neuf les enjeux de pouvoir liés aux réseaux. Les mutations démographiques posent avec acuité les questions du vivre-ensemble entre générations. La montée de la pauvreté, de la précarité et de l'illettrisme conduit à questionner les promesses numériques dans les champs du développement, du lien social et de l'éducation. La métropolisation conduit à prêter attention aux équilibres territoriaux de demain, entre *smart city* et raccords des derniers kilomètres.

Les décennies passées, dont l'histoire n'est pas encore écrite, ont vu s'énoncer un ensemble de visions, de discours et de promesses de transformations dont internet serait porteur. Synonyme d'avenir et de modernité pour certains, car il nous affranchit des contraintes de l'espace et du temps, voire du corps, il met la connaissance en partage, renforce les liens sociaux, réforme l'administration, enrichit la démocratie. Si la magie des technologies continue de jouer, beaucoup de ces promesses n'ont pas été tenues, certaines connaissent un début d'usure, tandis que se font jour ici et là l'incompréhension, le désarroi ou le rejet. Il n'est pas possible d'affirmer que l'adhésion de la société aux propositions technologiques qui lui sont faites va se poursuivre : la tendance devient tension, les futurs possibles se complexifient.

Cette même période a vu les pratiques numériques en réseaux se répandre dans tous les champs de l'activité humaine. Mais cette diffusion ne s'est pas faite d'une manière aussi fluide et homogène que les chiffres de la massification pourraient le laisser croire : un ensemble de tensions peuvent déjà être identifiées.

- a. La "révolution numérique" est à la fois **agie et subie**. Elle est subie dans tout un ensemble de domaines et d'activités où elle prend un caractère obligatoire ou difficile à éviter ; elle définit des normes sociales, prescrit des modalités d'action, impose un rythme, tout en mettant en place un cadre optimal parce que *smart* ("intelligent") et facile d'usage (*plug and play*). Dans le même temps, internet, comme avant lui le micro-ordinateur, propose un ensemble de possibilités considérables qui permettent une grande autonomie (d'expression, d'action, d'innovation...), allant jusqu'à favoriser le "*Do it yourself*" (DIY), le bricolage, le *hack*. Cette ambivalence se caractérise par une tension souvent très dure entre les tenants d'un internet "ouvert" et des visions industrielles ou politiques plus classiques et mieux contrôlées. Une partie des faits sociaux, des formes d'appropriation et d'innovation d'internet ne sont possibles que dans le modèle le plus ouvert ; ils ont, jusqu'ici, généré de nombreuses surprises et peuvent continuer de le faire. Mais il est également possible que la parenthèse se referme et que la montée des exigences techniques et financières (du très haut débit, de la 4G et de ses suites, du *cloud*, des smartgrids, du *big data*, de l'IdO ...) limite ces ouvertures et la capacité des usagers à configurer eux-mêmes le réseau.
- b. **Substitution ou combinaison ?** On a beaucoup attendu d'internet un modèle de remplacement, permettant de tout faire à distance (déterritorialisation), de supprimer les intermédiaires (désintermédiation), d'alléger les contingences matérielles (dématérialisation). Si ces phénomènes se sont parfois produits, dans de nombreux champs, c'est plutôt l'hybridation qui est au rendez-vous : territoires augmentés et proximité, commerce et services, objets connectés... Cette ambivalence ne nous permet pas aujourd'hui de prédire dans quels champs les propositions "purement numériques" ont simplement besoin de plus de temps pour s'imposer, où elles peuvent être prédatrices pour des formes prénumériques, où les hybridations, les rematérialisations, les médiations et les proximités vont se réinventer.
- c. **À chacun son internet ?** Le réseau mondial développe à la fois l'individuel et le collectif. Les formes les plus élaborées de la personnalisation font que personne n'a accès au même internet – et cette personnalisation, s'étendant à nos environnements personnels, de travail et urbains, tendrait à segmenter davantage la société. Internet est pourtant tout aussi propice à l'émergence de formes collectives : petites et grandes communautés, réseaux sociaux, mobilisations politiques, *crowdsourcing* et *crowdfunding*, coproductions ; ces collectifs peuvent également être facteurs de disparités, de segmentations et d'exclusions. Cette tension renvoie à celles qui parcourent la société dans son ensemble, et les amplifie : pour "faire société", la prise en compte des liens numériques est incontournable.

La transformation numérique de la société n'est donc pas un phénomène linéaire et univoque. Dans certains domaines, elle est porteuse de changements radicaux, comme ceux qui sont à l'œuvre dans les pratiques culturelles ou professionnelles – mais elle n'en est pas le seul facteur. Dans d'autres domaines, elle s'inscrit dans le temps long et peut même être porteuse de résiliences.

S'il est raisonnable de penser qu'il y aura demain "plus" d'internet, on s'accorde sur la difficulté qu'il y a à anticiper ou à déterminer les usages et les transformations sociales.

Il est aussi malaisé de cerner l'apport d'internet au bien commun, au souhaitable, de mesurer le "mieux", d'identifier des leviers d'action.

Quatre axes sont proposés pour explorer cet ensemble et fonder des pistes prospectives :

- la vie numérique de l'utilisateur : une vue à 180° permettant d'envisager les transformations vécues au travers des diverses situations d'usage qui se font jour et de prendre la mesure de leurs limites et de leurs potentiels, voire des points de rupture qui peuvent être pressentis ;
- les transformations des relations de l'individu à la société, à travers sa maîtrise plus ou moins grande de son identité et de l'évolution de ses réseaux ;
- les transformations des organisations, et les tensions qui naissent dans de nombreux domaines, permettant d'envisager des évolutions contrastées ;
- les "nouvelles données" de l'action publique, nationale et territoriale : réduction des marges de manœuvre et montée des attentes, nouveaux partages des pouvoirs et des capacités.

1. Le défi humain : la vie numérique

La vie numérique de l'utilisateur est encore mal connue : la plupart des études disponibles procèdent par sondages dans un champ où le déclaratif sait mal décrire la réalité de nos pratiques. La sociologie est souvent confrontée à l'instabilité des dispositifs utilisés et à leur multiplicité (fixe et mobile, personnel et professionnel). Ses travaux sont souvent monothématiques (pratiques culturelles, usages du e-commerce, des jeux en ligne, etc.). Les travaux d'ethnographie et d'observation longue font défaut, si bien que la ligne de temps des trajectoires d'usage est souvent délicate à connaître et à comprendre, et que la synergie des difficultés ou des appropriations l'est également. Les *web sciences*, l'analyse des traces mobiles, l'analyse des réseaux apportent de précieux renforts, encore très partiels et peu maniables. Envisager les transformations est d'autant plus complexe que les temps antérieurs ne sont pas nécessairement connus ; ou alors ils le sont, fort bien, par des travaux prenant peu en compte le fait numérique.

Dans ce paysage incertain, il est néanmoins assuré que "l'utilisateur" moyen n'existe pas : les généralités, si fréquentes dans la conversation commune, sont invalidées par l'analyse. Aujourd'hui coexistent parmi les "seniors" des personnes qui utilisent l'informatique en réseaux depuis trente à quarante ans et des néophytes réfractaires au clavier ; parmi les étudiants ou les adolescents, ceux qui gèrent leurs liens sociaux ou leurs recherches documentaires à la perfection coexistent avec ceux dont la maîtrise numérique reste faible. Les ménages les plus modestes ont parfois les équipements ou les abonnements les plus coûteux ; et nombre de personnes défavorisées utilisent davantage l'e-administration que des personnes plus aisées¹.

¹ Bacache-Beauvallet M., Bounie D. et François A. (2011), "Existe-t-il une fracture numérique dans l'usage de l'administration en ligne ? " *Revue économique*, mars.

1.1. Connexion permanente : vie augmentée/diminuée ?

La connexion permanente a installé depuis dix ans pour les usagers de l'ADSL une nouvelle donne, avec la neutralisation de la question du temps de connexion, qui structurait les usages ; la même évolution est en cours du côté des usages des réseaux mobiles. À cette connexion permanente des internautes et des mobinautes s'ajoute la mise en place progressive de l'intelligence ambiante et d'un monde d'objets connectés, de capteurs, de dispositifs en interaction avec les systèmes techniques, mais aussi avec les utilisateurs. C'est le cas au domicile des particuliers, avec l'arrivée des compteurs intelligents mais aussi des dispositifs de contrôle du domicile et des systèmes de "maintien à domicile" des seniors ; et sur les lieux de travail, avec la pression permanente de l'e-mail et la montée des messageries instantanées, les systèmes de contrôle et de sécurité... C'est également le cas dans la rue et dans l'espace public : l'information routière ou touristique, les vitrines des magasins, les services urbains, les lieux publics sont massivement "numérisés", et l'arrivée du NFC dans les téléphones mobiles et les dispositifs publics va renforcer encore davantage cette réalité. Ajoutons à ce panorama les pratiques des joueurs en ligne, pratiques massives par le nombre de participants comme par le temps mobilisé, et qui ont, de plus, tendance à sortir de l'espace domestique du jeu sur écran pour investir également l'espace public. La connexion permanente, enfin, reconfigure les espaces et les temps : ceux de la vie privée et familiale, de la vie professionnelle, de la vie sociale.

Cette hyperconnexion se lit à travers la rivalité des temps de connexion, qui voit inexorablement progresser les usages numériques au détriment des autres écrans, médias et outils de communication. Elle se relie, de ce fait, aux interrogations sur la saturation de l'attention, sur le stress au travail, sur les espaces de liberté : au-delà du "toujours plus connecté" que l'on peut prédire, l'incertitude réside dans les limites de cette hyperconnexion, vue comme facteur de dépendances, de réduction du libre-arbitre, et considérée comme abusive. Il ne suffit pas, pour la prendre en compte, de s'interroger sur l'"acceptabilité" des dispositifs, qui reviendrait à se demander jusqu'où l'on peut aller trop loin ; une telle approche serait d'ailleurs inopérante, si l'on considère la diversité d'acteurs de l'offre impliqués dans ces transformations.

Un enjeu de ces questionnements réside dans le caractère capacitant¹ ou asservissant des dispositifs mis en place ; et, entre autres, dans la capacité des acteurs à privilégier les environnements capacitants et le développement de la maîtrise d'usage.

1.2. Données, services, dématérialisation : profusion et complexité

Le développement des informations et des services en ligne crée depuis des années une situation de surcharge informationnelle –l'infobésité– dont sont victimes les grands utilisateurs d'informations. Ce ne sont pas nécessairement les plus nombreux (beaucoup d'usagers n'utilisent qu'un nombre réduit de sources d'information et de sites). Mais à mesure que la "numérisation" concerne de nombreux pans de la vie quotidienne, celle-ci se trouve transformée par une offre pléthorique dans des champs qui peuvent être très engageants pour l'utilisateur, comme les champs serviciels et

¹ Le terme "capitiant" attribué à un dispositif est de plus en plus utilisé pour désigner la capacité (aptitude à faire) de ce dispositif à développer dans un sens positif le potentiel (d'action, d'apprentissage, d'autonomie...) de ses utilisateurs.

administratifs. En la matière, tous les grands acteurs des services privés et publics parachèvent leur mutation vers les services multicanal, l'internet portant aussi bien l'information que les services multicanal et la dématérialisation des documents. Chacun vit désormais avec de nombreux comptes (cette notion de compte était, il y a quelques années, réservée au compte en banque). Certains d'entre eux ont une grande importance pour les décisions quotidiennes, la gestion du budget, la vie personnelle et familiale.

La profusion des comptes en ligne est davantage le reflet de la servicialisation que celui de l'internet ; mais elle s'accompagne d'une expérience numérique spécifique, bouleversant les cadres classiques de la confiance tout en renvoyant, pour le temps long, à la fragilité des dispositifs numériques. La dématérialisation des documents, par exemple, impose aux particuliers comme aux très petites entreprises de gérer leur propre archivage malgré l'obsolescence des matériels, logiciels, formats techniques. De même, la montée du livre numérique comme le foisonnement des photographies et vidéos en ligne préfigurent une situation où chacun doit gérer d'abondants biens immatériels sans savoir comment le faire de façon fiable, en s'en remettant souvent aux plateformes en ligne et au *cloud computing*. Enfin, la montée des "data" dans la vie de chacun semble inexorable : gestion de données personnelles pour le particulier, voire "*quantified self*" appliqué aux finances personnelles ou à la santé ; *open data* pour le citoyen ; *big data* ; *data visualisation* dans les médias, etc. ;

La nature des difficultés que rencontreront les usagers (pertes massives de données, déconvenues avec les fournisseurs de services, désarroi devant la complexité) et des solutions qu'ils adopteront (rematérialisations, coffres-forts numériques, nouveaux tiers de confiance, etc.) constitue une incertitude forte. Cette complexité trouvera ses outillages (éducation, services adaptés) et ses simplifications, dont l'utilisateur sera acteur ou simplement client.

1.3. Interactions et environnements numériques

À mesure que les technologies se développent et que les dispositifs s'enrichissent, il est possible d'aller plus loin dans les interactions numériques : les plus prescriptives comme les plus autonomisantes, les plus immatérielles comme les plus physiques ou locales. Avec l'apport de la psychologie ergonomique, et dans une perspective développementale, il est possible de comprendre la construction des usages, la transformation des tâches et des activités, les modalités de développement des individus à travers leur appropriation des outils et d'envisager la conception de systèmes "capacitants" qui favorisent le développement de compétences. Cette approche ne permet pas d'"anticiper les usages", puisqu'ils se construisent dans l'action. Mais elle offre un cadre théorique pour repenser la médiation de l'activité humaine par les instruments ; à commencer par la *médiation entre le sujet humain et l'objet de son activité*. Approfondissons plus particulièrement ce point.

Il s'agit de médiations épistémiques, visant la prise de connaissance de l'objet, par exemple de ses propriétés et des possibilités d'agir avec ou sur lui. Il s'agit également de médiations pragmatiques à l'objet, visant l'action sur l'objet, par exemple les genèses instrumentales. On prendra ici l'exemple de trois tendances fortes et annoncées, qui se trouvent en tension dynamique.

a. Évolutions d'ordre quantitatif des capacités d'action, ou "l'homme augmenté"

Cette première évolution est la plus évidente. Elle vise à augmenter les capacités d'action de l'humain et à augmenter la bande passante entre la machine et l'homme. Cette tendance est déjà visible depuis plus d'une décennie (Steve Mann, précurseur du "*wearable computing*" est "augmenté" de divers dispositifs depuis une trentaine d'années), mais elle va probablement être renforcée¹. Cette tendance² renvoie à la théorie de l'*embodiment*³ et, du point de vue philosophique, à la coévolution de l'homme et de son environnement et à l'adaptabilité de l'homme. L'idée est de se rapprocher du corps, de faire symbiose avec la machine à travers des implants, des "*Brain Computer Interfaces*"⁴. Par exemple, Microsoft développe des "*Brain Computer Systems*" qui exploitent les signaux neuronaux pour la reconnaissance des visages et des formes. Cela permet de classer des photos de façon subliminale (non consciente) avec une efficacité accrue. On constate actuellement une baisse rapide des coûts de tels dispositifs : par exemple les *Brain Computer Interfaces* pour les jeux sont actuellement à moins de 100 US\$. On peut donc anticiper un déploiement rapide de tels dispositifs dans la société.

Parmi les bénéfices espérés, on compte la recherche de la performance personnelle et professionnelle. D'importantes applications potentielles sont envisagées dans le domaine du handicap, par exemple, au niveau des rééducations, par utilisation de la boucle perception/action en biofeedback. On peut également anticiper des usages dans le domaine de l'éducation. Mais les changements peuvent aussi s'avérer qualitatifs, avec la modification du rapport à l'outil que produit son intégration au corps.

Ces évolutions annoncées posent de nombreuses questions, citons notamment :

- l'**acceptabilité** : les technologies qui augmentent nos performances risquent d'être moins agréables (par exemple, par rapport aux tablettes) ;
- la **protection de la vie privée**. Dans un monde encore plus connecté où des dispositifs augmentent les capacités humaines, il sera plus difficile de distinguer les frontières entre vie privée et vie publique car l'humain va être en permanence connecté. Cela posera un problème de protection de la vie privée ;
- le **contrôle**. Pour le moment assez simples, les signaux envoyés par le cerveau vont devenir plus faciles à extraire et leur traitement sera plus complexe. Ces technologies ont le potentiel de devenir des instruments de contrôle (à l'exemple des détecteurs de mensonge⁵) ;
- La **dépendance**. "Steve Mann ne peut plus vivre sans sa machine car il est dépendant. Quand il a été déconnecté à un aéroport il était perdu car il dépendait de sa machine pour retrouver son chemin⁶."

¹ Jean-Daniel Fekete (entretien).

² <http://wearcam.org/acm-mm96/index.html>

³ Au sujet de "*l'Embodiment*", voir : Clark (1998 et 2008).

⁴ <http://hci.cs.tufts.edu/bciindex.html>

⁵ <http://www.rue89.com/2012/10/06/lirm-fonctionnelle-salut-je-suis-ton-cerveau-et-je-vais-envoyer-en-prison-235476>

⁶ Jean-Daniel Fekete (entretien).

b. Évolutions d'ordre qualitatif : le *computational thinking* (la pensée informatique)

En 1998, Alan Kay déclarait "la révolution informatique n'a pas encore eu lieu", considérant que les ordinateurs n'étaient pas encore intégrés dans les écoles – ce qui ne signifiait pas qu'il n'y avait pas d'ordinateur à l'école, mais que l'informatique n'était pas encore intégrée dans les modes de pensée. La pensée informatique traite du "comment" ; en biologie, par exemple, il ne s'agit pas de savoir ce qu'est la vie mais comment se déroulent certains mécanismes cellulaires, quel est le processus de leur évolution. La pensée informatique influence déjà des disciplines comme la psychologie, l'ergonomie, la biologie : on pense avec l'informatique, et non seulement à son sujet ; comme on est passé à l'imprimerie, on passe aux programmes¹. Selon cette approche, il peut y avoir des évolutions d'ordre qualitatif quand les humains commencent à penser en termes d'équations différentielles, voire de processus informatiques. Les outils informatiques et les potentialités d'internet pourront amener à utiliser l'ordinateur non seulement comme un outil, mais comme une nouvelle manière de penser.

Ces évolutions d'ordre qualitatif vont être importantes dans l'éducation, d'abord parce qu'internet donne du contexte là où les méthodes classiques proposaient des exercices de manière décontextualisée et autoritaire. Internet permet de comprendre le pourquoi, ce qui donne une motivation pour comprendre les enjeux. "L'engagement personnel dans des tâches va se développer."² En outre, la nature plus "ouverte" des problèmes donnés amène à réfléchir et internet permet l'accès à des données qui peuvent être manipulées, simulées.

Les potentiels de ce bouleversement sont considérables : il s'agit de nouvelles possibilités de représenter, manipuler les données, ainsi que de simuler et susciter des interprétations nouvelles. Il y a plus de trente ans, Jean-François Lyotard avait anticipé cette nouvelle épistémologie : "Avec l'hégémonie de l'informatique, c'est une certaine logique qui s'impose, et donc un ensemble de prescriptions portant sur les énoncés acceptés comme "de savoir". On peut dès lors s'attendre à une forte mise en extériorité du savoir par rapport au "sachant", à quelque point que celui-ci se trouve dans le procès de connaissance. L'ancien principe que l'acquisition du savoir est indissociable de la formation ("*Bildung*") de l'esprit, et même de la personne, tombe et tombera davantage en désuétude... Le savoir est et sera produit pour être vendu, et il est et sera consommé pour être valorisé dans une nouvelle production : dans les deux cas, pour être échangé" (*ibid.*, pp. 13-14).

Ces changements profonds du statut de la connaissance amènent à s'interroger sur les évolutions et les risques suivants :

- **Perte de la valeur de certaines (sources de) connaissances.** Dans le domaine des humanités, au XX^e siècle le texte était canonique, on ne remettait pas en question la valeur et le message du texte. La rupture amorcée tend à mettre l'accent sur l'évaluation du texte, ses sources, le moment où il a été écrit... Le texte redevient l'objet d'une réflexion, d'une évaluation. Mais si le

¹ Warren Sack (entretien).

² Baruch Schwarz (entretien).

texte n'est plus canonique il perd de sa valeur intrinsèque, ce qui représente un fort changement pour l'éducation¹.

- **Une diversité orientée.** Alors que le potentiel de sources d'informations *via* internet devient énorme, un risque est de ne sélectionner que certaines sources orientées (e.g. extrémistes en histoire/éducation civique). Cela va entraîner une tension entre diversité orientée et diversité contrôlée.
- **L'illusion de la *big picture*.** La tendance à la visualisation de l'information peut nous laisser croire qu'en agrégeant les données, on accède à une vision d'ensemble. Y a-t-il nécessairement du sens dans l'accumulation ? Ou s'agit-il de trouver dans cette agrégation les choses qui font sens (cf. Wikileaks) ? Il y a là deux façons différentes de traiter les données, on perd quelque chose en se limitant à une approche de traitement informatique².
- **Le rapport entre représentation(s) et réalité.** Les technologies permettant la simulation du monde donnent accès à des choses qu'il serait difficile ou dangereux de voir dans la réalité. Mais il y a là des formes d'expérience qui s'affranchissent de la nature corporelle de la cognition (menace biologique, par exemple). L'excès dans la simulation de la réalité nie les relations entre le corps et la pensée. Il y a là un vieux débat (Platon critiquait l'écrit comme faisant vivre les gens dans le monde des idées plutôt que dans la réalité) et le risque d'une version appauvrie de l'expérience humaine³.

c. Le retour au physique et à la physicalité

C'est une tendance encore assez discrète, mais elle risque d'arriver massivement et d'amener des changements dans les usages, aussi bien dans l'industrie que dans l'éducation. Elle renvoie entre autres à la possibilité de produire, avec des modèles virtuels, des objets physiques (dispositifs d'interaction, circuits imprimés, confection etc.) très vite, avec un coût qui diminue rapidement. Les "FabLabs" pourront devenir l'analogue des gros centres de calcul des années 1980. On peut anticiper le développement de bibliothèques d'objets physiques. La diffusion d'imprimantes 3D à faible coût concourt, au-delà des FabLabs, à permettre un renforcement de l'hybridation physique-numérique. Cette tendance renvoie également, dans l'éducation, à la possibilité de revenir à la physicalité pour observer, expérimenter. Elle peut être mise en tension avec le "*computational thinking*".

À terme, on peut imaginer que "la production d'objets physiques pourra se faire de façon très simple. Au lieu d'acheter une tasse dépareillée au supermarché on pourra la faire à domicile, les médecins pourront produire des prothèses, implants ... La production des objets sera individualisée ⁴". On entrevoit d'importantes applications dans l'éducation où le rôle de l'objet physique est important pour l'apprentissage et le développement, répondant au souci qu'expriment de nombreux enseignants. "Un degré trop élevé de réalité virtuelle ou simulée désincarne la pensée. Elle est à l'œuvre dans les salles de classe de toutes disciplines et tient lieu d'expérience authentique, pourtant tout le monde y

¹ Baruch Schwarz (entretien).

² Warren Sack.

³ Charles Crook.

⁴ Jean-Daniel Fekete.

fait la même chose, regarder un écran, vivre enfermé dans un monde d'écrans, désincarné."¹

Le développement des dispositifs de fabrication décentralisée pourra s'inscrire dans une démarche de systèmes capacitants qui donneront la possibilité d'apprendre, d'expérimenter, de concevoir, de fabriquer des objets pour soi. Si le bricolage a toujours existé, la nouveauté réside dans la possibilité de passer à la fabrication d'objets manufacturés de très bonne qualité. "C'est un enjeu industriel majeur qui risque de faire perdre des milliers d'emplois en France si ce n'est pas pris en compte sérieusement²." Une hypothèse est celle du changement des modèles de production et d'échange. L'individu aura la possibilité de produire des objets plus personnalisés, mais il y aura toujours des usines pour la production de masse³.

Les environnements numériques ne se limitent pas aux interactions entre humains et dispositifs : une deuxième approche porte sur la place de ces dispositifs dans les relations entre le sujet et les autres. Trois angles seront pris en considération : l'arrivée progressive des robots et des agents virtuels ; la tension entre médiations distancielles (téléprésence) et formes présentiels ; les formes collectives.

- a. Les nouvelles technologies dans les domaines de la robotique et des agents virtuels sont en plein essor et ont le potentiel, à terme, de modifier la distribution des rôles sociaux entre l'humain et la machine. "Cette transformation sera d'autant plus profonde si ces agents peuvent être dotés de capacités d'apprentissage, de mémorisation et d'oubli - comme l'humain, de prise de décision (autonome) et de capacités socio-relationnelles⁴." Dotés de la capacité de raisonner, d'adapter notre comportement selon la relation sociale qui va être établie, se dirige-t-on vers la création de nouveaux individus ? Pour les ACA (Agents conversationnels autonomes), le modèle actuel est l'agent serviable. L'une des tendances est de se rapprocher d'une figure anthropomorphique (par exemple pour des ACA compagnons), avec l'idée de mimer une relation sociale dans ses aspects positifs et négatifs (mauvaise humeur, conflit, critique) et en les dotant de plus de sens (toucher, odorat). Dans le domaine de l'éducation, de tels ACA ont été réalisés sous la forme de "tuteurs intelligents" informatisés, dotés d'expressions faciales, d'émotions (par exemple, l'empathie, la déception, l'approbation) qui fournissent des feedbacks sur l'activité de l'apprenant⁵.

Trois champs de recherche sont actuellement très actifs : les neurosciences⁶, la robotique développementale⁷, les agents virtuels conversationnels. Abordés selon

¹ Charles Crook.

² Jean-Daniel Fekete.

³ Ce sujet fait l'objet de l'expédition "reFaire" coordonnée par la FING en 2012-2013.

⁴ Catherine Pelachaud (entretien). Domaine de recherche sur "*Social signal processing*" par (exemple, politesse, conflit).

⁵ Graesser A., Chipman P., Haynes B. et Olney A. (2005), "AutoTutor: An intelligent tutoring system with mixed-initiative dialogue", *IEEE Transactions on Education*, 48, 4, 612-618.

⁶ <http://www.lppa.college-de-france.fr/equipes/people/Berthoz/>

⁷ <http://www-etis.ensea.fr/index.php/equipe-neurocybernetique.html>
<http://homepages.stca.herts.ac.uk/~comqlc/>

des approches différentes, ces domaines visent le même objet d'étude, l'humain en interaction avec d'autres. Les rôles de l'agent et de l'humain dans la société pourront être amenés à évoluer à terme. L'agent ou robot va pouvoir devenir plus autonome et aura peut-être la capacité d'établir des relations socio-affectives avec des humains. Actuellement cantonné à un rôle servile, d'assistantat, l'agent pourra apprendre et s'autonomiser. Les domaines de l'éducation, du travail, de la santé et la société tout entière seront concernés dans des champs d'application très vastes.

La faisabilité technique de tels dispositifs ne préjuge pas de leur acceptabilité, qui peut s'avérer délicate, à commencer par la confiance dans les agents virtuels en tant qu'entités autonomes. Plus encore, au-delà de l'acceptabilité, des questions éthiques sont posées :

- **Protection de la vie privée.** Si l'agent est capable d'apprendre dans sa relation avec l'humain et donc d'apprendre sur l'autre, quels types d'information pourra-t-il conserver ? Ces questions classiques sont mises à l'épreuve d'agents intégrés à nos vies quotidiennes et à nos relations et dotées d'une puissance d'acquisition et de traitement importante.

- **Responsabilité.** Pour le moment, l'agent est dans une relation dyadique avec l'humain. À terme, les agents seront intégrés dans un tissu social. Un groupe de personnes ou une société devrait être responsable de ces agents virtuels. Qui rendra des comptes ? Son créateur, celui qui l'a acheté, la société dans son ensemble ?

- **Contrôle.** "Pour le moment les agents autonomes sont très encadrés dans des situations très précises. À terme ces agents vont apprendre des choses sans qu'on soit là. Est-ce qu'ils peuvent prendre des décisions sans nous, est-ce qu'on peut contrôler l'apprentissage ?¹. "

Parmi les ACA, mentionnons les agents "persuasifs", dont le rôle sera d'amener l'humain à faire quelque chose : par exemple, dans une relation d'assistantat, persuader de faire ses exercices, persuader d'aller voter car c'est le droit de tout citoyen. Les dérives possibles sont nombreuses. Il sera important de garder la possibilité de les éteindre.

- **Sur la nature humaine.** Et finalement, cela amènera à des questions plus philosophiques sur la nature humaine, avec l'établissement de dépendances ou de liens affectifs pouvant aller jusqu'à des formes amoureuses.

- b.** L'évolution des relations interpersonnelles doit prendre en compte l'évolution des modes d'intermédiation, par exemple *mediaspace*, des objets de téléprésence, des environnements virtuels collaboratifs. Un défi est d'augmenter la visioconférence, augmenter les objets, augmenter les modes de contact physiques à travers le virtuel, avec la coprésence comme modèle sous-jacent.

Deux évolutions, en tension, sont possibles. D'une part, comme tendent déjà à le montrer les études sur la communication médiée (Détienne *et al.*, 2012), les cadres d'interaction sociale vont évoluer en intégrant à la fois des modes issus de la coprésence (dont les règles de positionnement spatial²) et de nouveaux modes

¹ Catherine Pelachaud.

² Un exemple est le positionnement spatial des avatars dans des mondes virtuels comme Second Life. Les utilisateurs ont tendance à utiliser les mêmes règles proxémiques qu'en coprésence : une distance rapprochée et en face à face pour la communication directe.

d'échanges (dont le découplage des modes d'échanges et des cadres participatifs¹). Que ces cadres interactionnels soient plus ou moins riches, ou bien qualitativement différents de nos cadres actuels ou non reste une question ouverte.

D'autre part, il peut y avoir un contre-phénomène de "retour au local", la proximité pouvant s'avérer plus propice à des coopérations riches. Alors que l'on insiste sur la possibilité de collaborer à grande distance, *via* l'internet, à l'échelle planétaire, il ne faut pas négliger le rôle de la communication médiée à plus petite échelle, au sein de communautés déjà constituées. Souvent, les interactions à distance ne sont pas amenées par la technologie, mais par d'autres facteurs, comme le besoin de mutualisation dans le monde de l'éducation (par exemple, le nombre insuffisant d'élèves pour une discipline conduit à partager un cours à distance) ou, dans le monde de l'entreprise, la distance entre les sites (mondialisation, entreprises en réseaux, travail à distance, etc.) et les coûts de déplacement (en termes financiers mais aussi de temps et d'empreinte écologique).

La question sera de trouver un équilibre entre ces deux extrêmes du tout médié à distance et du local en coprésence. En termes d'acquisition de compétence, les enjeux et les risques peuvent être importants. La motivation à collaborer en face à face, pour le pur plaisir de le faire, d'être ensemble, en dehors de toute considération instrumentale (question de l'efficacité) est une expérience particulièrement humaine. Mais l'échange en face à face est aussi l'espace de l'argumentation, de la négociation, de la discussion. Dans l'éducation, on insiste actuellement sur la nécessité d'acquérir des *21st century skills*, de communication, de travail en équipe, et des savoir-faire liés à l'internet, alors que dans le monde du travail, la capacité de mener à bien une conversation "réussie" ou "normale" est, et sera, sans doute plus importante que d'être doué sur internet : il y a probablement lieu de ne pas perdre les *skills* des siècles précédents.

Les risques d'une hypermédiation technologique des relations humaines sont importants. On insistera notamment sur une certaine "solitude collective". Malgré tous les outils qui sont utilisés pour dévoiler une présence, montrer une émotion par le biais de l'internet, il y a le danger de n'être ensemble nulle part : il y a une certaine co-aliénation (Schwarz, 2012) dans la communication médiatisée, l'"être seul collectivement". Un autre risque est de voir se développer des modes de communication et de collaboration plus superficiels, à bas débit, intermittents, là où internet promet pourtant des formes plus riches et plus constructives. Enfin, une question sera de savoir si les nouveaux cadres interactionnels, à base de liens faibles, qui émergent dans les interactions quotidiennes, notamment sur Facebook, seront transférés à des modes d'interaction en face à face.

- c. Vers une nouvelle éthique du dialogue.** À partir du moment où la connaissance est mise en relation avec "l'autre" (dans l'éducation : élève plus intelligent, imbécile, méchant ; dans les communautés en ligne épistémiques : des professionnels, des amateurs...), le problème de l'éthique se pose, non pas dans le sens "moral" mais plutôt dans celui d'une philosophie du dialogue.

Vers un certain relativisme. Dans le cadre d'une dialectique fonctionnelle – et non universelle, à la Hegel –, on va être obligé d'être convaincu par l'autre. Si quelque chose / quelqu'un est plus convaincant, cela doit être accepté. On arrive alors à

¹ Par exemple, la possibilité de fixer son avatar dans une posture de dialogue tout en faisant évoluer sa caméra pour explorer l'environnement et changer de point de vue.

une sorte de "relativisme". Le problème pourra se poser dans l'éducation, mais aussi dans une société où internet est un média pour la co-construction de connaissances (e.g. Wikipédia).

Vers un sujet conformiste. Internet apporte de la réflexivité et de la diversité. Deux risques sont identifiables. Celui du conformisme, de la tendance à se rallier à ce que tout le monde a dit ; et celui de la divergence, soit l'impossibilité de rester fixé sur un objet, et le risque de dispersion.

Éthique de la collaboration. Il y aura besoin d'une éthique du travail en groupe, d'une éthique de la collaboration. Par exemple, dans l'éducation, il sera important de former les élèves aux *social skills* et de former les maîtres aux pratiques de travail en groupe. Un enjeu sera notamment d'éviter que l'humain ne devienne un objet de manipulation par les autres.

Évaluation d'une activité de production collective. Cela va devenir un problème majeur dans l'éducation (Spada *et al.*, 2005), où l'accent est mis de plus en plus sur le travail collaboratif (par exemple, dans la pédagogie par projet). Cette question commence également à émerger dans les communautés épistémiques en ligne (par exemple, Wikipédia) où l'évaluation de la qualité du produit (les articles Wikipédia) va renvoyer à la qualité du processus de collaboration (Détienne *et al.*, 2012a et 2012b) (par exemple, le fait qu'il y ait eu ou non un débat).

Une troisième approche des interactions concerne les *médiations réflexives*, le rapport du sujet à lui-même, médiatisé par les instruments technologiques, et le développement des compétences et des connaissances. Cette réflexivité accrue est étudiée selon deux aspects : celui de la confrontation de l'humain réflexif à ses traces et celui de la construction qu'il fait, en ligne, du récit de soi.

a. L'humain réflexif. Les traces de l'activité enregistrées *via* internet et/ou *via* des capteurs et des technologies mobiles constituent des outils de réflexion sur l'action (sa propre action, l'action d'un collectif). Cette montée de l'humain réflexif est une tendance qui commence à être documentée (Cahour *et al.*, 2010). La question soulevée renvoie aux effets de la confrontation d'un (ou plusieurs) participant(s) à une formulation ou à une représentation de ses activités passées ou présentes (par exemple, vidéo de l'activité, visibilité en temps réel de certains indicateurs liés aux comportements des sujets).

L'un des enjeux est la capacité d'apprendre, de développer de nouvelles pratiques. La confrontation à ses propres pratiques individuelles ou collectives engage dans des activités réflexives (ou métafonctionnelles) qui peuvent notamment permettre de développer de meilleures pratiques, plus efficaces... Il y a des incidences sur la conduite et sur la régulation de l'action (par exemple, les sportifs équipés de capteurs). Un autre enjeu peut être celui de la prise de décisions : c'est ce qui peut se profiler avec le "*Quantified Self*", la mesure de soi, qui se répand dans les domaines de la santé et de la forme, des finances personnelles, de la consommation ; ou dans le domaine du VRM (Vendor Relationship Management, qui vise à inverser la proposition du CRM en rendant les usagers maîtres des données que leurs fournisseurs de services ont sur eux)¹.

¹ Ces champs sont explorés par la FING avec de nombreux partenaires publics, privés et académiques dans l'expérimentation MesInfos qui se met en place en 2013.

Ces outils réflexifs peuvent répondre à des visées stratégiques de la part de leurs concepteurs pour orienter la conduite humaine. Ce sont alors des "technologies persuasives" qui visent à "changer les attitudes et les croyances des personnes"¹. Elles peuvent être utilisées pour la "bonne cause", par exemple pour la santé ou le développement durable (par exemple, inciter au développement de bonnes pratiques de consommation d'énergie), mais aussi comme des outils de manipulation. Les hypothèses de contrôle et de manipulation soulèvent à nouveau la question de l'éthique.

- b. La culture du contrôle et le récit de soi.** Les pages web personnelles, les médias sociaux (Facebook, LinkedIn, Twitter) et les blogs témoignent de l'importance du phénomène de la présentation publique de soi dans une sphère virtuelle. Avec ce phénomène émerge le risque d'un décalage croissant entre la présentation de soi dans la vie quotidienne (Goffman, 1977) et la présence en ligne d'un individu. Chacun est amené à faire le marketing de sa propre identité, à être une marque - on enseigne même aux étudiants les techniques de promotion de leur image en ligne. Cela débouche sur la création d'une version purement instrumentale de son identité et de sa personne, visant à obtenir ce que l'on veut (travail ou autre), plutôt qu'à se montrer tel que l'on est²."

Dans la transition entre l'éducation et le travail, cette présentation de soi prend la forme des "e-portfolios", des CV étendus au-delà des connaissances et savoir-faire acquis à l'école et censés rapporter toute la vie de l'individu. Ceux-ci peuvent être vus comme une opportunité pour chacun de mieux valoriser ses activités extrascolaires, avec un bénéfice certain pour les individus (s'ils soignent leur présence sur le web) et pour les employeurs. Mais les e-portfolios peuvent également influencer sur la vie de chacun : autrement dit, on ne s'engage plus dans une activité de loisir (par exemple, l'équitation) dans un but purement ludique, mais parce qu'elle peut être rentabilisée dans son e-portfolio (par exemple, pour montrer que l'on était toujours destiné à devenir vétérinaire). "Les e-portfolios participent de la culture du contrôle, de l'obligation de garder trace de chaque chose que l'on fait et d'en rendre compte. C'est un impératif de se présenter de façon créative, quitte à faire fausse route, sous la pression des employeurs³. "

Cette tendance peut être accrue par la persistance de ses propres actions *via* les nouvelles technologies et internet, la possibilité de créer des caractéristiques d'une identité (à travers des avatars par exemple) et de sélectionner, mettre en scène... soit la possibilité de se créer un *narrative self*, un récit de soi, allant jusqu'à écrire autrement sous le regard des autres, voire à reconstruire son passé⁴.

On peut aussi redouter un recul de la créativité, de la spontanéité, de l'improvisation, dans la vie, compte tenu de la nécessité de "tout raconter et rentabiliser", en prenant le moins de risques possible et en s'adaptant aux attentes supposées des employeurs et des institutions.

¹ <http://captology.stanford.edu/>

² Charles Crook (entretien).

³ Charles Crook ; voir également Power M. (1999), "The Audit Society: Rituals of Verification," *OUP Catalogue*, Oxford University Press, number 9780198296034, mars.

⁴ Jean-Daniel Fekete.

Ce parcours dans les formes d'interaction conduit donc à formuler une série d'alertes qui concernent des risques inhérents aux *trois axes de médiation* structurant notre analyse.

- La médiation entre le sujet humain et l'objet de son activité
 - Problèmes d'acceptabilité des technologies se rapprochant du corps, respect de la vie privée, risques de dérive vers des instruments de contrôle.
 - Questionnements sur les changements de statut des connaissances liés à l'hégémonie de l'informatique, questions épistémologiques liées à la perte de valeur des connaissances.
- La médiation interpersonnelle
 - Problèmes de responsabilité et de contrôle liés à la redistribution des rôles sociaux dans une société d'humains et d'agent artificiels.
 - Questionnements sur une nouvelle éthique du dialogue et de la collaboration dans un monde où la connaissance est constamment mise en relation avec autrui (virtuel).
- La médiation entre le sujet humain et lui-même
 - Questionnements sur le contrôle et la manipulation liés à des technologies réflexives et persuasives qui visent à orienter la conduite humaine.

L'acteur public devra prendre en compte très sérieusement ces alertes et également renforcer la réflexion sur la question de l'éthique dans le domaine des sciences¹.

Les potentiels de codéveloppement des individus et des technologies sont énormes. Mais pour être au service du développement des individus, de leur insertion sociale et de la réduction des inégalités, il serait opportun de penser les nouvelles technologies comme des "environnements capacitants". Ce concept trouve sa source dans les travaux de Sen (1999) sur sa théorie des capacités. La capacité (*capability*) est définie en ergonomie² comme "l'ensemble des choix possibles à un individu donné, quel que soit l'usage qu'il en fait. C'est donc la latitude effective (et non théorique) d'une personne : ce n'est pas un droit abstrait. La latitude suppose que des conditions concrètes soient satisfaites dans l'environnement des individus". Les environnements capacitants selon Falzon (2005) sont "des environnements techniques, sociaux et organisationnels qui fournissent aux individus l'occasion de développer de nouveaux savoir-faire et de nouvelles compétences, d'élargir leurs possibilités d'action, leur degré de contrôle sur leur tâche et leurs modes opératoires, c'est-à-dire leur autonomie". Du point de vue développemental, un environnement capacitant serait "un environnement qui permet le développement de nouvelles compétences et de nouveaux savoirs, et l'élargissement des possibilités d'action et du degré de contrôle sur la tâche et sur l'activité. Un environnement capacitant est donc un environnement qui favorise l'autonomie et contribue au développement cognitif des individus et des collectifs, qui

¹ Voir : Levy-Leblond J.-M. (2012), "Pour une nouvelle politique scientifique", *Le Monde Science et techno*, 11.10.2012. "La mission des professionnels de la science ne se limite plus à la seule production de connaissances nouvelles et à la transmission des savoirs acquis. L'impact social et économique des découvertes scientifiques (clonage, OGM, nanotechnologies, etc.) confère aux chercheurs la responsabilité collective de contribuer au nécessaire débat citoyen sur les enjeux et les priorités de la politique scientifique."

² Pavageau P., Nascimento A. et Falzon P. (2007), "Les risques d'exclusion dans un contexte de transformation organisationnelle", *Pistes*, 9 (2).

favorise l'apprentissage. Accroissement de l'autonomie et développement des savoirs sont deux facteurs clés de l'extension du pouvoir d'agir."

L'acteur public pourrait se saisir de cette proposition d'environnements capacitants aussi bien en tant qu'acteur de l'intérêt général (protéger les plus faibles et développer les potentialités) qu'en tant qu'acteur de l'offre (éducation, santé, services publics en ligne) et employeur (outillage des agents publics).

1.4. Travail et activité : vers un brouillage des frontières

Les transformations de la "vie numérique" se combinent avec celles, nombreuses, de la vie au travail. Il serait abusif de surestimer la causalité numérique, qui n'est pas toujours déterminante parmi de nombreux autres facteurs. Les modalités actuelles et futures du travail, comme les transformations des organisations, influenceront sur les usages de l'internet par le bouleversement des tâches, de la localisation, des liens aux organisations, que choisissent ou subissent les individus au travail. Réciproquement, les possibilités numériques amplifient un ensemble de tensions entre les normes qu'elles imposent et les capacités qu'elles distribuent.

Les dispositifs numériques et leurs usages mettent en évidence le brouillage des frontières entre vie privée, vie sociale et vie professionnelle. L'exercice d'un travail est aujourd'hui la condition majeure d'appartenance sociale : c'est un facteur essentiel d'identité, de lien social, d'accès aux droits et à la protection. La démocratisation des technologies numériques a permis l'individualisation des équipements, des usages, et ce de manière concomitante à un processus d'individualisation des objectifs professionnels, des trajectoires. Cette individualisation est notamment caractérisée par l'injonction croissante à l'autonomie au travail faite aux individus. Celle-ci s'accompagne de pressions accrues : abstraction et complexité, productivité et contrôle, dépendance informatique...

a. Un travail de plus en plus abstrait, complexe et individualisé. L'usage des TIC contribue à changer la nature du travail et des compétences mises en œuvre pour l'exercer : la part d'abstraction (ne serait-ce que lecture, écriture) devient de plus en plus grande. "Le commercial ne voit plus le client, le vendeur ne voit plus le stock, l'opérateur ne touche plus la vanne... Il ne s'agit plus d'agir directement mais de recueillir, traiter et transformer des volumes d'information toujours plus importants¹. La surcharge informationnelle, due au traitement d'un nombre croissant d'informations morcelées, désordonnées, crée un stress qui se cumule à des problèmes de dispersion de l'attention au travail². Produire un travail de qualité nécessite de savoir/pouvoir se déconnecter.

Les TIC joueraient aussi sur la complexification et l'individualisation des tâches, les individus étant invités à organiser leur propre travail, à travailler en mode projet et sur plusieurs projets simultanés, à collaborer et être disponibles pour leurs clients et partenaires extérieurs. En définitive, de l'individualisation des tâches à l'individualisation des trajectoires, le pas est franchi.

¹ Benedetto-Meyer M. et Klein T., in CAS 2012.

² Datchary, 2004.

La part croissante d'immatériel dans le travail et la dématérialisation d'un nombre croissant d'activités font coexister au quotidien le travail et les centres d'intérêt personnels des individus, voire créent des ponts entre eux. Pour autant, tout le monde accède à un travail choisi et épanouissant, réunissant les deux polarités. Mais cette proximité engendre un niveau d'exigence plus élevé ou des frustrations plus grandes, participant du divorce entre les entreprises et leurs salariés.

Enfin, rappelons que les systèmes informatiques génèrent aussi un certain nombre d'emplois aux activités prescrites, basiques, peu abstraites. Les nouveaux ouvriers de l'informatique.

b. Intensification du travail et accroissement de la productivité individuelle.

Le travail est sous pression : de la recherche de productivité, de l'intensification du rythme, de la complexification des tâches, d'un univers marchand hyperconcurrentiel et interdépendant, d'une exigence d'hyperréactivité aux clients. Dans ce contexte, les TIC jouent un rôle d'équipement "des normes de productivité, des visées managériales, de la mise en concurrence et du volume de l'activité" et d'enrichissement de "la panoplie des outils de contrôle" (Chevallet *et al.*, 2012). Néanmoins, l'intensification du travail¹, observée durant les années 1990, semble s'être ralentie dans la deuxième moitié des années 2000 (Eurofound, 2011). Pour 67 % des travailleurs européens, le rythme du travail dépend en premier lieu des demandes des clients, des usagers, des patients. Or la communication par les TIC participe à créer une culture de l'immédiateté (se sentir obligé de répondre à un email dès réception). L'"ubiquité" permise par la portabilité des équipements participe à cette intensification et à l'accroissement de la productivité individuelle "grâce à la réduction des exigences spatiales et temporelles dans la réalisation du travail, l'accroissement de la flexibilité, la diminution des coûts de coordination, l'amélioration de la communication et de l'échange de connaissances, (...) l'immédiateté de l'accès à l'information, la hausse de la performance dans la prise de décision, l'accroissement de la réactivité face aux clients" (Besseyre des Horts, 2006).

c. Un contrôle accru mais inégalement réparti. Les TIC renforcent les mesures de contrôle du travail, et ce de plusieurs manières (Chevallet *et al.*, 2012) : la prescription visant à encadrer par des normes et des procédures de qualité le travail, le contrôle direct *via* la surveillance, la traçabilité, ou la remontée en temps réel des résultats, ou enfin le contrôle exercé par les pairs ou les clients. "Les TIC offrent ainsi des modalités de contrôle inédites et performantes qui s'ajoutent ou se substituent à celles qui existent déjà." La fréquence du contrôle dans les entreprises utilisant les TIC semble s'intensifier (Greenan *et al.*, 2012), sauf pour les utilisateurs de TIC avancés, qui "apparaissent comme un salariat de confiance". Le travail nomade équipé en TIC apparaît aussi moins contrôlé et plus autonome que les autres (Coutrot, 2004). Tandis que d'autres catégories de métiers ou d'entreprises (*voice-picking*, téléopérateurs) versent dans l'excès inverse, engendrant baisse de l'engagement au travail et risques psychosociaux.

Par la traçabilité et la mesure de soi qu'elles rendent possibles, les TIC participent aussi à des mécanismes de contrôle de l'individu sur lui-même : elles amplifient un

¹ Les indicateurs d'intensification sont la nécessité de travailler dans des délais serrés, à des rythmes rapides, sous des pressions externes ou en respectant des normes rigides.

phénomène de rétroaction : auto-évaluation, autorégulation, sentiment de responsabilité accru.

- d. Panne, incident, dysfonctionnement informatiques.** Les individus sont de plus en plus dépendants du bon fonctionnement des équipements informatiques et du système d'information des entreprises. Selon l'enquête COI 2006, la moitié des salariés déclare un rythme de travail perturbé par les pannes et les incidents informatiques. Ce qui est de l'ordre de la perturbation pour les salariés d'entreprise peut se révéler une véritable paralysie pour les travailleurs à domicile, indépendants ou télétravailleurs, ne pouvant compter que sur eux.

Si la tendance à l'individualisation se confirme, c'est parce que les cadres établis du travail sont, pour beaucoup, en voie d'éclatement : le lieu, le temps, la hiérarchie, jusqu'aux frontières mêmes de l'activité "travail".

- a. Éclatement de l'unité de temps et de lieu du travail.** Les TIC ont contribué de manière déterminante à l'éclatement de l'unité de temps et de lieu du travail. Les pratiques de travail en mobilité, à distance, les pratiques de "débordement" (travail en dehors des heures traditionnelles de bureau) ou d'extra-temporalité et l'émergence de nouveaux lieux de travail (espaces de *co-working*, cafés équipés de Wi-Fi, espaces Grands Voyageurs SNCF) font désormais partie du paysage. Le travail intellectuel est devenu ubiquitaire (Benedetto-Meyer *et al.*, 2012), s'affranchissant par là du bureau. Le temps perdu n'existe plus et la proximité relationnelle dans les interactions de travail est devenue aussi importante que la proximité physique.

L'éclatement spatio-temporel du travail tient aussi au caractère de plus en plus étendu de l'entreprise (externalisation, sous-traitance, partenariat). Les équipes "productives" de travail peuvent être éclatées sur plusieurs structures, dans différents lieux géographiques, faisant courir un risque d'affaiblissement du sentiment d'appartenance.

- b. Éclatement de la hiérarchie.** Les pratiques managériales sont modifiées en profondeur par la déspatialisation du travail, la prise d'autonomie des travailleurs, l'élargissement de l'écosystème des collaborateurs, étendu à un réseau de partenaires, fournisseurs, prestataires, etc. ; mais aussi par la complexification de la mesure du temps de travail productif, intimement mêlé à l'ensemble des temps sociaux.

Le mode projet tend aussi à remanier les équipes, à faire émerger des chefs d'équipe ponctuels qui doivent leur position moins à un statut hiérarchique qu'à des compétences spécifiques sur le projet en cours et à une reconnaissance ponctuelle par les pairs.

- c. Éclatement de l'étanchéité des sphères privée et professionnelle.** Une des évolutions les plus éprouvées par les individus est la porosité croissante des frontières entre les sphères privée et professionnelle. L'équipement personnel autorise les communications privées au bureau, de même que la mobilité du travail et l'accès au *cloud* de l'entreprise à distance favorisent le travail à domicile. L'interpénétration se joue dans les deux sens, requérant une véritable agilité

temporelle de la part des individus. Si les TIC imposent parfois une disponibilité à tout instant (en particulier dans le cadre du travail mobile, autonome), elles permettent également une vraie concordance des temps entre les heures de travail, l'accès à distance à différents services (administration, commerce), la joignabilité des réseaux de proximité. Le possible accomplissement de tâches en parallèle autorise alors la multiplicité des engagements.

"Utiliser les TIC au bureau à des fins personnelles semble renforcer l'agilité temporelle, non pas seulement dans une optique de rationalisation du temps de travail, mais aussi des autres temps sociaux dominants, comme la famille ou les loisirs" (Le Douarin, 2007). L'enquête de Laurence Le Douarin, portant sur l'usage des TIC dans l'articulation des temps sociaux par la population très spécifique des cadres, valide l'hypothèse du "*busyness*" : les plus occupés professionnellement se retrouvent également parmi les plus actifs au plan culturel.

- d. Éclatement des frontières entre travail et activité.** La rationalisation des temps par les TIC dépasse ainsi la sphère professionnelle et s'étend au non-travail. Il devient alors de plus en plus difficile de mesurer le temps de travail effectif, tant il est imbriqué – et dépendant – de la gestion des autres temps sociaux.

Certaines entreprises telles que Google ont bien compris cette évolution en proposant, en leur sein, des infrastructures et des services de loisirs. En plus de ses salles de sport, de musique, de cinéma, ses crèches intégrées, ses sas de décompression, Google autorise par exemple ses développeurs à consacrer un cinquième de leur temps de travail à des projets personnels. Ces projets, d'une manière ou d'une autre – ne serait-ce que par l'émulation forte qui règne et incite les salariés à être créatifs et innovants pour l'entreprise –, pourraient alimenter à l'avenir les projets de l'entreprise. L'exemple de Google est suivi par d'autres (LinkedIn) et est fréquemment cité dans les cursus de management dans le monde entier.

- e. De l'individualité à la subjectivité ?** Plus le salarié a le sentiment de s'accomplir au travail, plus il crée de la valeur, selon le concept de l'*empowerment* (Le Bossée *et al.*, 1993). Le travail a changé, passant du travail au sens d'opération au travail au sens d'événement, tel que le définit Philippe Zarifian (1995). Travailler, c'est prendre en charge des événements, à savoir y faire face avec succès lorsque ces événements sont subis, ou bien les conduire lorsqu'ils sont voulus, provoqués. Cela peut signifier que le travail est de nature subjective, qu'une part importante dépend du sujet, de son engagement, de ses choix. L'humain devient alors le nouveau capital et ses capacités d'apprentissage, d'innovation, d'adaptation continue, de formation sont centrales (Moulier Boutang, 2007).
- f. Quand l'agilité technique devient agilité sociale.** Apprendre les usages des TIC dans le cadre professionnel, c'est aussi apprendre de nouvelles relations aux collectifs de travail. "L'apprentissage des TIC renvoie également à des questions récurrentes : pourquoi être ensemble et comment s'associer ? Cela exige, de façon réitérée, d'apprendre à s'insérer dans de nouvelles organisations socioprofessionnelles, à en comprendre les fonctionnements formels et informels,

ainsi qu'à en maîtriser les modes d'évolution. L'habilité à se servir des TIC à son tour favorise la production de nouvelles connaissances sur ces organisations émergentes (...). TIC, réflexivité institutionnelle et apprentissages organisationnels s'entraînent ainsi mutuellement dans un mouvement permanent" (Saint Laurent-Kogan *et al.*, 2007).

- g. Éclatement de la structuration des temps sociaux : formation initiale, travail, retraite.** Si l'on considère que le capital humain est à la source de la production de richesse, c'est toute l'organisation des temps sociaux qui est à revoir. Le modèle de société se structurant schématiquement autour de trente ans d'apprentissage, trente ans d'activités, trente ans de retraite n'est ni individuellement satisfaisant, ni économiquement opératoire. La manière dont se dessinent les modes de vie à la retraite incite à reconsidérer l'ensemble de la période de vie active (Rivière *et al.*, 2010). Le temps libre est un temps formateur qu'il est nécessaire de mieux inclure dans les trajectoires professionnelles, de même que les temps de formation (Viard, 2004). Pour une meilleure adéquation entre aptitudes individuelles et marché du travail, il serait nécessaire de sécuriser la formation tout au long de la vie, et le droit temporaire au "répit" (Tavoillot, 2010). Or les TIC peuvent particulièrement favoriser l'articulation des différents temps sociaux et l'apprentissage tout au long de la vie.

Ces cadres bouleversés laissent émerger de nouvelles figures de travailleurs, conduits à une plus forte autonomie ; on pourra y trouver la trace de la philosophie d'auto-organisation présente depuis les origines d'internet, et qui a nourri des postures nouvelles de travail/activité : mouvement *open source*, mouvement *hacker*, génération "*slasher*", qui ne sont pas sans influence sur les évolutions de la relation au travail des jeunes générations comme des plus âgés.

- a. Le travail *open source*.** Les communautés du "logiciel libre" et de l'*open source* revendiquent le développement de logiciels ouverts et encouragent la liberté d'initiative. Leur production s'appuie sur le travail des communautés de développeurs "individuels" comme des entreprises, venant chacune améliorer, corriger, étendre le contenu serviciel d'un logiciel, voire le logiciel lui-même, considéré comme un bien commun. Là où leur philosophie diffère, c'est dans la nature des réutilisations. Avec les logiciels libres, les utilisateurs ont la liberté d'exécuter, copier, distribuer, étudier, modifier, améliorer le logiciel, et ce, gratuitement. Avec les logiciels *open source*, c'est essentiellement l'accès aux codes sources qui est gratuit, car des services payants s'appuyant sur ces logiciels peuvent être commercialisés. Les activités qui gravitent autour de ces mouvements peuvent être ainsi commerciales (plusieurs milliers d'informaticiens sont salariés grâce à ces modèles) comme non commerciales (bénévolat). Dans les deux cas, une part significative de la valeur est produite sur le temps libre des développeurs qui participent aux communautés de développement ; ce modèle s'étend au-delà du monde du logiciel. En cela ces communautés brouillent les frontières traditionnelles entre marchand et non marchand, productif et non productif.

Cette philosophie de l'autonomie et de la liberté se retrouve aussi dans la figure des hackers, mus par la satisfaction des aspirations personnelles, l'épanouissement

au travail et une forte culture du partage (rappelons que les hackers sont à l'origine de l'internet, des logiciels libres et de l'ordinateur personnel). "Heureux comme un hacker¹", titrait récemment l'Atelier de l'emploi, site éditorial du groupe Manpower, mettant en avant les valeurs de ces travailleurs : "*Do it your self*", liberté et refus de la hiérarchie.

Le texte culte d'Hakim Bey, *TAZ Zone autonome temporaire*, qui date de 1997, exprime cette philosophie inspirée de l'utopie pirate consistant à "s'exiler dans de micro-communautés apparaissant et disparaissant dans les interstices du pouvoir. (...) Il ne s'agit ni de faire la révolution, ni de transformer la société, mais de changer sa vie plutôt que de changer la vie" (Cardon, 2010).

- b. La figure du "slasher", le "multitasking"...** L'autonomie et la liberté dans le travail semblent être des aspirations majeures du nouveau monde du travail, et en particulier pour la génération dite "Y". Consciente de l'instabilité du marché de l'emploi et des besoins de changement de trajectoire, cette génération a intégré la flexibilité dans son parcours professionnel. Il en émerge une nouvelle catégorie de travailleurs trentenaires, au capital culturel fort, dénommés "*slashers*" (catégorie encore marginale, leur poids étant estimé à 2,5 % de la population active²), mixant volontairement des périodes de CDD, CDI, intérim, auto-entrepreneuriat, ou chômage. Que cette instabilité soit volontaire ou subie, les *slashers* militent pour le cumul d'emplois et le développement de multiples compétences, afin de ne pas être dépendant d'une entreprise ou d'un secteur professionnel. Cette catégorie de travailleurs reflète-t-elle un véritable "Don Juanisme professionnel"³ ou une vulnérabilité des travailleurs dont le désir individuel de réalisation de soi est instrumentalisé par le marché ? La question est posée...
- c. La figure du nomade coopératif.** Le secteur des TIC, par ses nouvelles formes d'organisation du travail, serait-il précurseur des entreprises de demain ? C'est la conviction de la chercheuse belge Patricia Vendramin, conviction fondée sur trois caractéristiques : une gestion des ressources humaines très individualisée, des modes organisationnels privilégiant réseaux et projets, et un personnel relativement jeune. Ces travailleurs recherchent de manière constante l'échange entre pairs, la satisfaction dans le travail et les conditions d'un apprentissage permanent. Mais "cette volonté ne suppose ni la préexistence, ni la pérennité des collectifs, ni leur inscription visible dans l'espace". D'où la notion de "nomadisme coopératif"⁴. Si ces nouveaux travailleurs aspirent autant qu'autrefois à la solidarité et au collectif, ils l'envisagent sur le modèle du *projet* (partager des objectifs limités à court terme), dans lequel ils sont prêts à s'engager en *sujets* – sans délégation – avec des groupes provisoires composés de salariés appartenant à des métiers et des entreprises divers. Les individus ont toujours le souhait d'intégrer un collectif, mais en étant acteurs des transformations de celui-ci (Metzger, 2005).
- d. La figure du "jeune retraité".** L'allongement de la durée de la vie en bonne santé modifie le profil de la population active, accroissant la part des travailleurs

¹ <http://www.manpowergroup.fr/heureux-comme-un-hacker/>

² http://www.lexpress.fr/emploi-carriere/emploi/ces-trentenaires-qui-cumulent-des-jobs_975929.html

³ http://www.lexpress.fr/emploi-carriere/emploi/ces-trentenaires-qui-cumulent-des-jobs_975929.html

⁴ Expression empruntée à Thuderoz, 1993.

plus âgés (même si ces derniers peuvent être majoritairement rejetés du marché de l'emploi). En effet les travailleurs plus âgés ont cumulé à la fois du capital et de l'expérience, et, sauf en situation de précarité économique, ils abordent le travail sous l'angle renforcé du sens et de la finalité de leurs actions. Les jeunes retraités profitent du revenu d'existence procuré par la retraite pour continuer à mener une vie active (Séve, 2010) pleine de "sens" et très fortement productrice de lien social : articulant des activités professionnelles (*via* le réseau professionnel), des activités associatives et militantes semi-professionnelles (la majorité des cadres des associations et une bonne part du personnel politique sont des retraités (Nowik *et al.*, 2006)), des activités de loisirs et de développement personnel, des activités de formation (reprise de cours, etc.), des activités familiales. Cette figure du "jeune retraité actif" pourrait bien caractériser les modes de vie pour tous demain.

1.5. Une vie plus ou moins numérique ?

L'expérience numérique de chacun aujourd'hui aboutit à un constat de fortes disparités, les uns vivant dans l'internet de 1995 dominé par le web et le mail, et faisant, encore aujourd'hui, l'apprentissage des fonctions de base de l'ordinateur ; les autres pratiquant une adaptation permanente à l'innovation et à son instabilité et s'emparant de toutes nouvelles propositions de fonctionnalités et de services. Il serait trop simple de lire ces différences sous le seul prisme de l'avance ou du retard des usagers (la "diffusion" des technologies étant une lecture trop univoque qui considère insuffisamment la logique de l'usage), comme de surestimer le facteur générationnel (de nombreux travaux montrent à la fois la croissance très forte des pratiques des seniors et l'existence de difficultés persistantes chez les jeunes). Les trajectoires d'appropriation individuelles continueront vraisemblablement de diverger en fonction des capacités et des pratiques de chacun, mais aussi des environnements qui leur seront proposés. S'agissant du simple usage d'internet en tant qu'"internauts", utilisant un ordinateur et bénéficiant d'un fournisseur d'accès, les usagers sont confrontés durablement à des différences significatives, aussi bien sur leur lieu de travail ou d'études (fréquence des limitations d'usage pour cause de sécurité ou de contrôle) qu'à leur domicile (grandes différences de qualité de réseau entre zones plus ou moins enclavées et plus ou moins rentables pour les opérateurs, différenciation des abonnements en fonction des offres tarifaires des opérateurs – le haut débit à 30 euros par mois semble une réalité très provisoire). Il en est de même pour les usages des "mobinautes", qui dépendront à la fois des contextes géographiques, industriels et commerciaux et de leurs propres capacités financières. À cela s'ajoute la différenciation croissante de l'âge et de la vétusté des équipements, entre les usagers qui peuvent renouveler régulièrement leur matériel et ceux qui se confrontent, avec un matériel ancien, à la pression de la nouveauté des plateformes. Ces divergences d'équipements vont au-delà de la puissance et du débit et créent d'importantes asymétries entre usagers : l'échange textuel entre internauts et mobinautes (courriels ou messagerie instantanée, par exemple) est marqué par la présence ou l'absence de clavier, donc souvent la longueur ou la brièveté des textes.

Parce que leur simplicité et leur design "démocratisent" l'accès à internet, le smartphone et la tablette deviennent souvent les seuls moyens d'accès à internet pour leurs usagers – par substitution au PC, pour ceux qui l'ont utilisé, ou par adoption initiale. Il semble aujourd'hui très prématuré d'annoncer comment vont s'articuler ces

usages très distincts. La disparition progressive du PC au profit de la tablette est envisagée par certains, un tel scénario renforcerait l'importance du *cloud* tout en réduisant relativement l'autonomie des usagers, leur capacité de production et de "bricolage".

Loin d'être simplement conduites par l'offre et les stratégies industrielles, ces mutations, et leurs incertitudes, sont largement l'affaire de l'utilisateur, ou plutôt des usagers et de leurs pratiques, et celles-ci ne sont pas des pratiques "d'internet" mais plutôt des pratiques personnelles et professionnelles.

Comme cela a été indiqué plus haut (Interactions et environnements numériques), notre expérience d'internet ne se limite et ne se limitera pas à notre expérience d'internaute ou de mobinaute : ce sont aussi nos environnements physiques qui seront, plus ou moins, connectés et peuplés d'objets, d'affichages, de compteurs et de robots. Nous avons tendance à imaginer cette réalité de 2030 comme étant celle d'un "toujours plus", d'un développement sans frein des dispositifs numériques qui nous environnent, des plus visibles aux plus invisibles.

Qu'il soit tout de même permis de suggérer qu'il n'est pas certain que les usagers domestiques souhaitent un domicile toujours plus connecté, comme le montrent les échecs répétés de la domotique, même si l'on suppose que les impératifs de l'environnement et du maintien à domicile des personnes dépendantes sont d'importants leviers¹. Il n'est pas sûr qu'ils parviennent à utiliser et à tirer parti du foisonnement des dispositifs, certains arrivant aujourd'hui déjà à saturation, d'autres pouvant connaître au fil des années une certaine lassitude face aux technologies. Il n'est pas non plus certain qu'ils soient disposés à payer pour l'acquisition de ces dispositifs, ni même pour leurs formes servicielles : confrontés à la complexité, aux pannes, aux contraintes nouvelles, à l'obsolescence rapide, certains choisiront, quand ils le peuvent, de se tenir à distance de la surcharge technologique. Les motivations des usagers dépendront de leurs trajectoires personnelle et professionnelle, mais aussi des formes de socialisation des dispositifs qui leur seront proposés. Enfin, il est plausible qu'une part significative de l'opinion publique, des consommateurs et des citoyens finisse par prendre en compte l'acuité des enjeux environnementaux et opère ses choix en fonction de ce qui lui paraîtra le plus acceptable pour la planète, privilégiant une certaine sobriété en matière d'équipements et d'usages.

Les prochaines décennies verront probablement la montée des questionnements éthiques, aujourd'hui assez répandus dans les sciences et technologies mais à peu près absents dans le champ d'internet. Ceux-ci sont à poser en termes de maîtrise, mais aussi de réversibilité. L'augmentation des possibilités techniques et des interactions, on l'a vu, concerne aussi bien les environnements connectés que le corps et la cognition. Vivant toujours davantage dans des environnements "intelligents", certains redoutent qu'il en résulte des formes de dépendance numérique et de régression. Les questions éthiques sont aujourd'hui fréquemment reliées à l'horizon de la convergence NBIC des technologies de l'information avec les sciences cognitives, les biotechnologies et les nanotechnologies ; horizon incertain qui fait parfois figure de repoussoir. Mais progressivement, les enjeux se situent au plus près de systèmes plus ordinaires qui en savent de plus en plus long sur nous : compteurs intelligents, décodeurs TV

¹ Voir à ce sujet l'expédition de la FING "Habitants connectés", 2011-2012.

apprenants, robots de compagnie, véhicules connectés, pour nous faciliter la vie, prennent comme matière calculable nos traces et nos comportements, pouvant aboutir à des situations abusives. Quant aux situations d'«apprenti sorcier», on pourrait considérer que certains apéros Facebook, la déréalisation des joueurs compulsifs ou certains suicides d'adolescents surexposés en tiennent lieu de signaux, mais de tels énoncés trop sommaires se verront contestés par des travaux contradictoires. Le fait est qu'aujourd'hui les débats éclairés en matière d'éthique des TIC font défaut.

2. Le défi social : Individu, réseaux et société

Internet a permis le développement d'un ensemble d'espaces sociaux et de pratiques sociales qui sont à la fois spécifiques (pratiques médiatées en réseaux) et entrelacés avec les pratiques sociales préexistantes (la littérature traitant des «réseaux sociaux» est largement antérieure aux réseaux sociaux numériques). La massification numérique et la large socialisation des pratiques en ligne semblent avoir progressivement réduit l'écart qui existait entre elles et les autres pratiques sociales. De nombreuses études ont montré les liens étroits entre les sociabilités pré-numériques et les pratiques en réseaux, qu'il s'agisse de constater que les blogs de collégiens s'ancrent dans les relations de cour de récréation, que les échanges par internet sont fortement corrélés à la proximité géographique ou que les communautés professionnelles en ligne prolongent et outillent des formes de communautés de pratiques et réseaux de métiers dont les formes pré-numériques abondent. La société en réseaux n'est donc pas une «autre» société, même si elle peut souvent être le terrain de pratiques qui étaient radicalement impossibles auparavant (jeux en réseaux massivement multijoueurs, échanges synchrones, micro-messagerie, sociabilités géolocalisées...).

Les relations de l'individu à la société changent-elles à l'ère des réseaux ? Nous choisissons de focaliser notre réflexion sur trois aspects : la question de l'identité numérique, qui est le pivot de ces relations depuis qu'elles existent et qui s'enrichit de l'abondance des traces actives ou involontaires de l'utilisateur ; la question des liens sociaux, vue à travers la taille, la densité et les équilibres des liens sociaux en réseaux ; et celle des disparités et segmentations associées au réseau.

2.1. Vie privée et identités numériques

Une enquête réalisée en octobre 2011 pour le *Journal du net* révèle que l'internaute utilise en moyenne 14 identités numériques, que ce soit pour les achats en ligne (4), la messagerie électronique (3), l'administration (2), les réseaux sociaux (2), la consultation de comptes bancaires en ligne, la messagerie instantanée, les forums. La majorité des internautes préfèrent des identifiants spécifiques à chaque usage. Les internautes gèrent un nombre croissant de mots de passe pour sécuriser leurs comptes, plus d'un tiers utilise plus de 5 mots de passe.

L'identité numérique serait la collection des traces que nous laissons derrière nous (ID, adresse IP, email, mots de passe, pseudo, données personnelles, administratives, bancaires, photos, avatars, tags, liens, publications) ainsi que le reflet de ces traces stockées et analysées par les moteurs de recherche et navigateurs web. L'identification (authentification), l'identité en ligne et les données à caractère personnel sont une condition d'accès aux différents services en ligne. Nous laissons des traces dès que

nous lançons un navigateur internet. Ces traces participent à nos différentes identités que nous gérons de manière plus ou moins active. Aux deux extrémités du spectre, on trouve l'anonymat complet qui permet la séparation des différentes pièces d'un puzzle de l'identité et l'impossibilité de reconstituer l'image complète ; ou bien le choix d'un grand nombre d'utilisateurs de réseaux sociaux tels que Facebook, qui décident de révéler leur nom réel ainsi que de nombreux éléments de leur vie privée.

Les utilisateurs révèlent leurs informations personnelles pour développer des relations étroites et significatives à travers des échanges réciproques. Ce désir de communiquer des renseignements personnels est contrebalancé par le risque de perdre l'anonymat. Cela peut conduire à des aléas en termes de protection de la vie privée, liés au fait que des inconnus bien informés peuvent s'immiscer dans la vie personnelle d'autrui. Il existe une connexion entre le virtuel et le monde matériel que certains cherchent à atténuer. Ceci peut conduire à la déception et à la stigmatisation (en raison de l'âge ou des handicaps physiques par exemple) et donc au mensonge. Le monde physique apparaît donc comme une contrainte pesant sur la gestion des identités numériques. La réputation peut conduire des personnes à jongler entre des identités multiples. Les gens élaborent leurs identités en tant que réponses à des demandes externes issues des contextes sociaux, comme à des motivations personnelles : la construction de soi, la maîtrise de l'information (contrôle), la commodité (personnalisation du service, rappel des mots de passe, bookmarks, etc.), la valorisation de soi.

La notion d'identité est étroitement liée à celle de la protection de la vie privée au sens où les gens tentent de contrôler l'information qui leur arrive et qu'ils émettent. Même si beaucoup d'informations ne sont pas *a priori* personnelles, elles peuvent le devenir *a posteriori* avec le *data mining* (exploitation de données pour chercher des régularités) et les *big data* (mise en relations de données publiques, privées, d'entreprise) qui permettent de les recouper. Par ailleurs, la notion d'identité numérique telle que définie plus haut est une notion objective, alors que la réputation est une notion subjective. Cependant, ces deux notions coexistent sur internet. L'identité numérique devient alors le plus petit commun dénominateur des traces et de leurs interprétations.

Deux visions des identités numériques s'opposent dans la littérature principalement sociologique et du marketing. La première suppose que les gens utilisent les outils internet pour construire leur identité, ils essaient donc des avatars et des comportements différents de leur personnalité réelle. Ainsi, selon Turkle (2006), ils utilisent des personnages différents de leur véritable identité. Ces identités sont fonction de la technologie, du contexte social (par exemple issu des normes sociales établies dans les communautés en ligne) et du contexte culturel. Les utilisateurs de technologies de communications peuvent être en situation de coprésence liée à la disponibilité de plusieurs technologies de communication simultanément ou de la présence de plusieurs identités simultanément. La seconde vision suppose, au contraire, que les internautes se représentent en ligne comme ils sont dans la vie réelle, mais qu'ils gèrent de manière active les informations qu'ils divulguent à des communautés cibles. Dans les deux cas, les internautes peuvent avoir des identités multiples.

- a. **Le laboratoire d'identité.** Turkle (2006) montre que les technologies de communication actuelles créent une nouvelle forme d'identité attachée à la technologie utilisée et au contexte social : téléphone portable, internet, messages

instantanés. Les utilisateurs "cyclent" de plus en plus entre ces différents outils et créent alors un état continu de coprésence. Ainsi, une personne en voyage peut vérifier les nouvelles et la météo dans la ville où elle habite tout en téléphonant à quelqu'un situé très loin géographiquement : on peut être quelque part et autre part au même moment. Les mondes virtuels comme Second Life offrent la possibilité de se renouveler dans des contextes sociaux différents et changeants. Le choix des avatars dans de tels mondes virtuels est souvent lié à des enjeux de sexualité ou d'intimité, car l'anonymat permet de générer son propre outil de construction d'identité. Ainsi, les réseaux sur internet représentent un nouveau filtre à travers lequel on peut se découvrir et explorer ses limites. Les identités en ligne peuvent prendre de nombreuses formes : le choix d'un avatar sur World Of Warcraft, la participation à des forums de discussion ou des communautés de connaissances, la construction de *playlists* de musique, etc. Ces outils permettent également de valider et d'être validé afin d'être reconnu et établi. Au final, l'utilisateur recherche à construire et à tester son identité.

La technologie possède un caractère absorbant et continu qui permet de construire et de détruire des identités multiples. Cependant, elle peut modifier les comportements et les identités si les utilisateurs participent à un concours de beauté par exemple, où les gens cherchent à savoir ce que les autres pensent avant de prendre leur décision. La recherche de la validation des autres peut créer un problème dans la construction de l'identité. De manière plus générale, les ordinateurs et les nouvelles technologies changent la manière dont nous réfléchissons, dont nous envisageons le droit de la protection de la vie privée, la manière d'interagir dans la vie réelle lorsque l'on est habitué à des rencontres virtuelles.

Selon Kaufmann (2004), l'identité est le résultat d'un travail où l'individu opte pour une image de lui-même. Kaufmann exploite les théories de Hazel Markus (en psychologie sociale) et de Sheldon Stryker (en sociologie). Il développe la notion d'identité narrative pour fonder l'identité Immédiate, contextualisée et opératoire (ICO). L'identité se développerait comme une double hélice : la première reflète les normes, les habitudes, la seconde est caractérisée par la subjectivité, les inventions et les ambitions.

Kafai (2010) illustre bien ce concept de laboratoire d'identités. Kafai et ses co-auteurs étudient la manière dont les jeunes adolescents construisent leurs avatars et leurs identités dans un jeu social virtuel appelé Whyville. Les utilisateurs peuvent acheter des parties de visage pour constituer une interface avec le reste de la communauté. Ils s'intéressent plus particulièrement aux ressources utilisées pour construire les visages ainsi qu'au choix des caractéristiques du visage et aux contraintes institutionnelles et sociales. Le statut social est établi par la "beauté" du visage. Les utilisateurs choisissent les caractéristiques de leurs avatars pour de nombreuses raisons qui diffèrent du simple désir d'avoir un avatar qui leur ressemble : préférence esthétique, envie de s'affilier à un groupe ou à une autre personne, caractéristiques que l'on peut avoir dans la vie réelle, par adhésion ou en signe de protestation contre une mode ou par goût du déguisement. Certains utilisateurs modifient fréquemment le visage de leur avatar ou créent même plusieurs avatars (*alts*). Les utilisateurs créent ces *alts* pour pouvoir collecter plus rapidement de la monnaie virtuelle. Les contraintes sociales semblent très fortes

dans Whyville : l'apparence de l'avatar est l'objet de nombreux fils de discussion, ce qui crée une norme sociale, même si de nombreuses possibilités de personnalisation sont offertes par l'interface.

En conclusion, les normes sociales structurent toujours les identités ; les gens tentent de reproduire leurs normes culturelles, mais ils sont contraints par les communautés auxquelles ils appartiennent.

b. Gestion active d'identités multiples, manifestations et projection de soi.

À l'opposé de la notion de laboratoire d'identités, la notion de projection de soi considère que les internautes cherchent à communiquer, partager, s'exposer, obtenir des services personnalisés et gèrent ainsi de manière active leur véritable identité en divulguant plus ou moins d'informations aux autres. Par exemple, Merzeau (2009) considère que la pratique de ciblage et de mise en adéquation entre l'offre et la demande évolue d'une phase d'identification d'un type (stable et reproductible) vers un modèle de "token" (idiosyncratique et contextuel). Les données personnelles ne représentent plus des probabilités mais des attestations de présence. On passe ainsi du modèle de cible au modèle de crible où ne sont retenues que les informations validées par les utilisateurs.

Selon Cardon (2008), les internautes divulguent beaucoup d'informations personnelles et explorent de nouvelles communautés. Cette extériorisation traduit la tension entre l'être (sexe, âge, statut matrimonial, etc.) et le faire (œuvres, projets, productions). L'expression de l'identité caractérise la tension entre la vie réelle (quotidienne, professionnelle, amicale) et une projection de soi.

Pour cet auteur, la visibilité peut prendre quatre formes : se cacher, se voir (site de rencontre) ; se voir caché (avatar) ; montrer caché (skyblog, Friendster) ; tout montrer, tout voir. Il existe donc un fort lien entre réel et virtuel : sites de rencontre et réseaux physiques existants se renforcent en ligne, les plateformes post-it où des éléments de géolocalisation sont souvent affichés suppriment la frontière entre le réel et le virtuel. Cependant, cette approche ignore le problème des identités multiples et surtout le choix endogène de fournir de l'information aux autres membres de la communauté.

Coutant et Stenger (2010) soulignent également que les frontières entre hors ligne et en ligne sont très poreuses : les individus reconnaissent que leur profil en ligne représente une version améliorée de soi qui n'est pas forcément en contradiction avec le monde réel. Ces auteurs critiquent l'analyse de Cardon. En premier lieu, l'axe réel/projeté traduit mal l'aspect interactif du processus identitaire et le fait que l'individu ne contrôle pas toujours ce processus. L'axe être/faire est en contradiction avec la littérature sur les techniques de soi et l'écriture de soi (rites de passage, actes extrêmes).

Les différentes manifestations de soi sont bien illustrées par le comportement des internautes sur les sites de rencontre. Ainsi, Chester et Bretherton (2007) montrent que sur ces sites les caractéristiques qui sont désirables en ligne sont similaires à celles qui le sont dans le monde physique. Les gens sont prêts à se présenter sous leur facette réelle. Les autres stratégies sont considérées comme malhonnêtes, ce qui n'empêche pas la plupart des membres de ces communautés de déguiser leur

identité. Selon Toma C. L., Hancock, J. T., Ellison N. B. (2008), 86 % des membres de sites de rencontre en ligne croient que les autres utilisateurs ne communiquent pas sur leur véritable apparence physique. Enfin, il existe des contraintes technologiques liées au fait que certains sites regroupent les utilisateurs par catégories d'âge. De nombreux utilisateurs essaient de contourner ces contraintes en se présentant plus jeunes qu'ils ne le sont vraiment. Au final, l'évaluation de l'identité d'autrui devient un processus complexe lié au décryptage de signaux parfois contradictoires. Dès lors, certains indices tels que les fautes d'orthographe et les références sexuelles ou non sont minutieusement analysés.

La présentation de soi traduit la tension entre l'envie de se présenter sous son meilleur jour et le besoin de révéler sa véritable identité afin d'attirer l'âme sœur. Le caractère asynchrone des sites de rencontre permet à un utilisateur de se présenter en fonction de ce que les autres attendent. Toutefois, l'anticipation des interactions futures réduit la tromperie. Au final, les utilisateurs sont relativement honnêtes et réalistes sur les sites de rencontre.

Un paradoxe apparaît alors. Les gens sont prêts à divulguer plus d'informations sur eux-mêmes lorsqu'ils sont en confiance et qu'ils sont dans des relations d'intimité et d'amitié, mais c'est alors qu'il devient plus difficile de partager des sentiments intimes avec des inconnus.

En conclusion, le monde des rencontres virtuelles ne correspondrait pas à la métaphore du laboratoire de l'identité décrit dans la section précédente. Au fond, le monde en ligne ne serait pas un monde si différent, mais simplement un nouvel outil de communication qui n'est pas si déconnecté de la vie réelle des internautes. L'utilisateur est alors incité à brouiller son identité : anonymat, pseudo, rétention d'informations, déclarations mensongères. L'internaute cultive son identité numérique. Sur ce point, la Fing préconise un droit à l'hétéronymat permettant à chacun de s'adjoindre des identités alternatives de longue durée.

- c. Boucle interactive entre la construction et la projection de soi.** Les deux approches décrites dans les sections précédentes ne sont pas nécessairement contradictoires, car les internautes passent de l'une à l'autre dans un processus dynamique impliquant la construction et la projection de soi. Ainsi, selon Stenger et Coutant (2010), les individus construisent leurs identités à travers un processus à la fois individuel et collectif.

Cette boucle interactive est clairement établie sur les mondes virtuels comme Second Life et sur les réseaux sociaux comme Facebook. Ainsi, McLeod et Lesehd (2011) étudient la manière dont les gens gèrent leurs identités dans Second Life : de l'anonymat à la divulgation complète de l'information sur leur vie réelle. Les membres de Second Life choisissent donc leur degré d'exposition. L'anonymat peut paradoxalement conduire à plus d'intimité qu'entre des personnes relativement proches. L'anonymat permet de réduire les aspects négatifs ou tabous de soi-même. Par ailleurs, les gens définissent leur identité en fonction du groupe social auquel ils appartiennent. Cependant, la participation active aux groupes sociaux peut réduire l'anonymat, car il devient plus facile d'identifier une personne. Le monde physique peut être une contrainte pesant sur ce que l'on est prêt à révéler sur soi. Les personnes se connectent à Second Life pour en rencontrer d'autres et

pour exprimer leurs idées et opinions tout en gérant leur réputation. Ainsi, les internautes cherchent à s'exprimer ; ils gèrent leur identité à travers les groupes auxquels ils appartiennent ; il existe une tension entre la réputation et la confiance, et entre l'anonymat et le désir de développer des relations sociales et de construire son identité par rapport aux autres ; le développement du monde virtuel dépend de la tolérance et de l'expérimentation, même si les gens se présentent souvent selon leurs normes socio-culturelles.

d. L'identité numérique à l'épreuve de l'exploitation de données personnelles : externalités négatives et montée des difficultés

Les usagers maîtrisent mal leurs identités numériques, ils subissent des conditions générales d'utilisation (CGU) peu compréhensibles et les contentieux liés aux abus des grandes plateformes sont déjà abondants. Les problèmes liés à la protection de la vie privée et à celle des données personnelles risquent de s'amplifier à mesure que celles-ci sont l'objet d'un marché très concurrentiel, ainsi que des changements de stratégie des opérateurs de plateformes (le gratuit devenant payant, l'hébergement permanent devenant temporaire, les données n'étant à peu près jamais protégeables ni déménageables).

D'abord limitées aux plateformes sociales en ligne, aujourd'hui étendues aux nombreux usages du *cloud*, les difficultés liées à la protection de l'identité numérique ne font que s'accroître à mesure que l'internet s'étend au monde physique (géolocalisation, réalité augmentée, capteurs, internet des objets), aux actions de tous les jours (RFID, paiement sans contact), aux systèmes de contrôle (reconnaissance faciale et orale, données biométriques). Chacun produit un nombre considérable de traces à son insu, en ayant une faible capacité à les contrôler. *La réversibilité de ce phénomène est très incertaine.* Il est fréquemment banalisé et marqué d'un certain fatalisme, en dépit des alertes de mouvements militants et de la vigilance des instances de protection des libertés et de la vie privée (CNIL).

2.2. Lien social : par-delà le mythe de la désocialisation

Le débat scientifique des trois dernières décennies a été marqué par une forte insistance sur les effets négatifs des usages numériques sur la socialisation, la connectivité sociale et le lien social en général. La caractérisation négative des technologies de l'information et de la communication en tant que vecteur d'isolement social, de diminution de la qualité de vie et de pathologies psychosociales multiples (dépression, aliénation, violence), a été nourrie par nombre de recherches à forte visibilité et à fort impact, provenant de différents domaines : biologie, sciences politiques, psychologie, sociologie. Pour Putnam (2000), l'informatisation de la société est à envisager comme une force destructrice s'inscrivant dans le lignage d'autres grandes dynamiques sociales (bureaucratisation, industrialisation, urbanisation) et provoquant un effondrement progressif de la participation sociale associative et politique. Sigman (2009) insiste sur les implications biologiques des pratiques de *networking* social assisté par ordinateur, en allant jusqu'à détecter une corrélation négative entre l'usage des médias électroniques et la propension à mobiliser des ressources matérielles et humaines pour faire face au stress, en cas de maladie ou de vieillissement. Le facteur central de "déconnexion sociale" des utilisateurs intensifs de

TIC est le temps : Nie et Hillygus (2002), en s'appuyant sur des journaux d'utilisation du web, arrivent à montrer que les usages parasitent le temps consacré à l'interaction en face à face – la seule reconnue comme authentiquement socialisante. Cela résonne avec les analyses de Kraut *et al.* qui, en 1998, avaient pointé du doigt le "paradoxe d'internet" : les usages provoquent un délaissement des liens forts de proximité (voisinage, famille, amitié) au profit d'une superfétation des liens faibles, lesquels sembleraient provoquer une diminution du capital social et une diminution généralisée de la qualité de vie.

Quoique bien présent dans l'imaginaire du grand public, ce point de vue a été remis en cause par les auteurs mêmes de certaines de ces études (Kraut *et al.*, 2002), ainsi que par d'autres chercheurs qui ont dénoncé les approximations et les erreurs d'analyse et de collecte de données empiriques ayant abouti à ces résultats (Paik et Shanchagrin, 2012).

Aujourd'hui, l'hypothèse de la rupture du lien social provoquée par les usages des TIC se découvre peu acceptable parce que basée sur une vision "hydraulique" et déterministe des contextes d'interaction humaine. Le modèle analytique sous-jacent à ces études est régi par une "hypothèse de déplacement" ou d'éviction des contacts humains en face à face par les interactions médiatisées (Valkenburg *et al.*, 2007), selon le principe des vases communicants : plus on s'investit dans des échanges et des relations en ligne, moins on a d'occasions de participation sociale non médiatisée.

Mais la vision d'un "internet désocialisateur" est difficile à extirper. En l'absence de contre-hypothèse indubitable, il est difficile de savoir comment et jusqu'à quel point les usages en sont venus à épouser (sans pour autant les épuiser) les formes et les rythmes des sociabilités. Nous nous proposons ici de clarifier en quoi les usages des TIC, loin de représenter une menace, constituent une opportunité de reconfiguration et de problématisation pour le lien social (Casilli, 2010a).

a. Augmentation de la taille des réseaux personnels. Le premier axe de développement des structures sociales sur lequel il convient de se pencher est représenté par la taille des réseaux personnels. Par réseau personnel (*ego network*), nous entendons l'ensemble des personnes (*alters*) auxquelles un individu (*ego*) est directement connecté par des *liens* (familiarité, affinité ou interaction). Ces connaissances peuvent être décrites comme les nœuds d'un graphe et peuvent être à leur tour mutuellement connectées. La taille, à savoir le nombre d'*alters* dans un réseau personnel, est un indicateur simple, mais parlant, du niveau de socialisation et de connectivité sociale des individus.

Selon l'anthropologue anglais Robin Dunbar (1992), les êtres humains ne peuvent pas gérer un réseau personnel qui dépasse la taille de 148 connaissances (*nombre de Dunbar*). Pour lui, la taille des connectivités serait fonction de la taille de la région du cerveau appelée néocortex et, en comparant plusieurs groupements d'hommes et d'autres grands primates à plusieurs époques, il propose ce chiffre qui, à son avis, serait en même temps la taille idéale des communautés humaines (l'échelle d'un petit village dans un pays préindustriel) et la seule qui puisse permettre aux individus de "remettre" chaque personne connue et de ne pas se sentir en fort décalage par rapport à leur propre environnement humain.

Cette estimation ainsi que l'approche strictement neurophysiologique adoptée par Dunbar laissent ouverte la question de l'impact des techniques humaines et des modes de vie sur ces valeurs de référence. Ainsi, l'anthropologue exclut que d'autres facteurs de nature culturelle puissent nuancer sa découverte (Pollet, Roberts et Dunbar, 2011). Mais, à la lumière de données empiriques tirées d'études plus récentes, le chiffre proposé par Dunbar semblerait devoir être revu à la hausse. A la suite des travaux de Peter Killworth et de son équipe en 2001, la taille d'un réseau personnel moyen comporterait 290 individus (McCarty *et al.*, 2001). Dix ans après, ce nombre double à nouveau, si l'on en croit les estimations du sociologue de Princeton Matthew Salganik, qui fixe à 610 le nombre de connaissances constituant un réseau personnel (Goel et Salganik, 2010).

Bien que ces études ne se concentrent pas exclusivement sur les réseaux socio-informatiques, une hypothèse peut être émise : puisque les connaissances superficielles comme les relations étroites s'articulent désormais à la fois par voie médiatisée et en face à face, les commodités fournies par les dispositifs de socialisation en ligne actuels ouvrent de nouveaux espaces pour notre tendance à la sociabilité humaine (Wellman, 2012).

Les individus vivant dans un environnement à forte densité technologique ont à leur disposition des méthodes toujours plus performantes pour identifier et garder en mémoire leurs amis et leurs familiers. La progression des estimations de la taille des réseaux sociaux des individus contemporains (*doublant* tous les dix ans approximativement) pourrait alors résonner avec d'autres indicateurs. L'étude de Wang et Wellman (2010) analysant le "nombre d'amis" (pour ne citer que ce type de lien), à partir de l'enquête National American Survey, semble indiquer que, entre 2002 et 2007, les réseaux personnels ont augmenté de 38 % pour les utilisateurs intensifs d'internet. Néanmoins, le régime de connectivité ambiante du contexte étatsunien fait que même les faibles utilisateurs ou les non-utilisateurs enregistrent une hausse significative (respectivement de 18 % et de 4,6 %) du nombre de liens d'amitié dans leurs réseaux personnels.

Les TIC agiraient alors comme des aides cognitives à utiliser pour "garder en mémoire", répertorier, gérer un nombre croissant de connaissances. Cela vaudrait autant pour les connaissances actives (amis récents, collègues avec qui on a des échanges quotidiens, voisins) que pour les relations dormantes (amis d'enfance, parents éloignés, ex-relations). De ce point de vue, les usages relationnels d'internet pourraient être cruciaux pour le maintien de relations qui rendent cumulative la constitution d'un réseau, à travers les âges et les lieux des trajectoires de vie.

La création et la popularisation, à partir de la moitié des années 2000, de services de maintien relationnel tels les médias sociaux basés sur "listes d'amis", "annuaires", groupes fortifient l'hypothèse de cette progression. La taille moyenne d'un réseau personnel sur Facebook est passée de 130 à 229 entre décembre 2010 et mai 2012 (Kehaulani Goo, 2012), sans doute à cause de la progression de la base d'utilisateurs, qui dépasse désormais un milliard, mais aussi du fait des possibilités qu'offrent les plateformes de capitaliser sur les relations humaines déjà existantes pour créer des passerelles vers des milieux sociaux éloignés. La taille des réseaux sociaux personnels est alors accrue par l'accès aux "amis d'amis". Le

dispositif de *networking* devient alors une aide cognitive et relationnelle pour assurer le juste équilibre entre conservation de liens existants et développement de nouvelles relations.

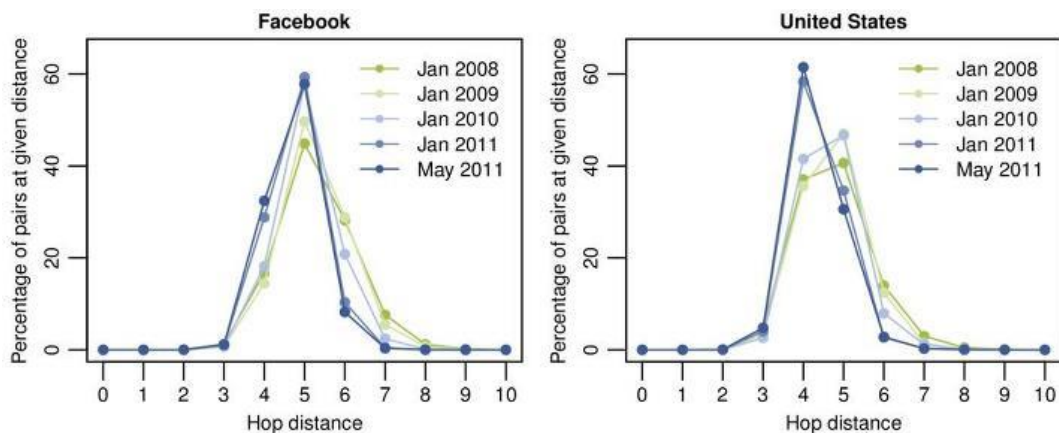
b. Un monde de plus en plus "petit". Les réseaux personnels d'une société à connectivité informatique diffuse se structureraient donc, au-delà du nombre de connaissances de chaque individu, à partir d'interconnexions fleurissant entre les différents réseaux personnels jusqu'à créer de fait une sphère de connaissance étendue à l'échelle de milliards d'individus. Cet "effet du petit monde" préexiste à l'essor d'internet. Le psychologue social Stanley Milgram l'a observé dès la fin des années 1960 dans l'échange par courrier postal aux États-Unis. En proposant à un individu choisi de manière aléatoire dans une ville quelconque de faire suivre un courrier à un inconnu résidant dans une ville à l'autre bout du pays, en passant la lettre de main en main à des membres de leurs réseaux personnels, il estima que la chaîne moyenne d'intermédiaires pour faire passer un message d'un réseau personnel à l'autre était à peine de six individus. Ce résultat, connu sous l'intitulé "six degrés de séparation", est devenu par la suite une expression commune, et plus d'un chercheur s'est efforcé de démontrer que l'expérience de Milgram était généralisable non seulement à d'autres pays, mais aussi à la passation de messages électroniques¹. Les études effectuées à partir de la moitié des années 2000 sur les utilisateurs de médias sociaux ou de dispositifs comparables dépassent les espoirs les plus optimistes : le nombre de degrés de séparation est en moyenne de 4, autant pour les petits réseaux spécialisés (Adamic *et al.*, 2003) que pour les grands réseaux généralistes comme Facebook².

En suivant cette hypothèse, la sociabilité qui se dessine à l'heure des communications numériques ambiantes encouragerait non seulement l'augmentation du nombre d'*alters* dans chaque réseau personnel (hypothèse de l'augmentation de la taille des réseaux), mais accroîtrait aussi la probabilité que n'importe quelle paire d'*egos* soit séparée par un nombre limité d'*alters* communs. Loin de l'atomisation et de l'isolement, la société façonnée par les dispositifs siconumériques s'élargit et s'interconnecte. Toute relation éloignée est en ultime instance activable, moyennant une brève recherche d'intermédiaires. Si l'on a ici un aspect plausible du fonctionnement des technologies communicantes qui traversent notre quotidien depuis plusieurs décennies, il reste à savoir quelle explication on peut y apporter pour comprendre les ressorts du fonctionnement d'une dynamique de type "petit monde".

¹ Barabási, 2002; Watts, 2003.

² Backstrom *et al.*, 2012; Ugander *et al.*, 2011.

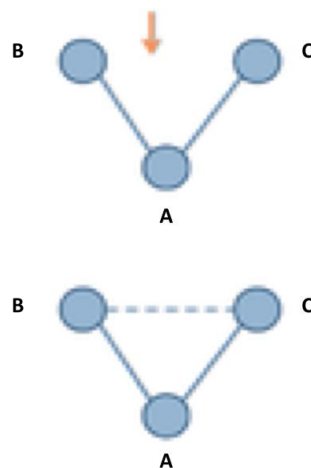
Figure 9 – 4 degrés de séparation dans Facebook



Source : Facebook data, 21 nov. 2012

Les deux modèles d'explication qui s'affrontent autour de cette question relèvent respectivement de la propriété de transitivité des réseaux socio-informatiques et de la présence de hubs hautement connectés. Pour le premier, la présence d'un effet de petit monde doit être imputée à l'architecture même des médias sociaux actuels qui favoriserait, à travers leurs algorithmes du type FoaF (*Friend of a Friend*), la formation de clusters locaux : à chaque fois que trois personnes se connaissent deux à deux, elles finissent par créer une triade (Figure 9).

Figure 10 – Transitivité : si A est lié à B et à C, la probabilité que B et C soient liés est plus haute



La deuxième explication se focalise plutôt sur la présence, dans le réseau global, d'individus dont la taille du réseau personnel dépasse amplement la moyenne. Une hiérarchie se mettrait alors en place entre quelques individus jouant le rôle de hubs et une majorité ayant un cercle de connaissances relativement moins développé. Mais, dans la mesure où aucun *ego* ne serait jamais loin d'un hub susceptible de le mettre en relation avec un autre *ego* quelconque, n'importe quelle ressource informationnelle passerait rapidement d'une partie à l'autre d'un réseau, même très

étendu, parce que les hubs joueraient le rôle non seulement de passeurs mais surtout de plaques tournantes.

Au total, au lieu d'opposer les deux explications du petit monde (hubs et clusters), il faut plutôt chercher à les combiner. Au premier abord, l'idée d'un réseau composé de groupes d'individus fortement connectés entre eux, avec seulement quelques liens faibles vers d'autres groupes, semble incompatible avec l'idée d'un modèle où un petit nombre de hubs irradient à travers tout le réseau. On peut cependant soutenir que ces deux structures sont loin d'être exclusives l'une de l'autre. Un réseau peut être à la fois hautement structuré en clusters et relever d'une certaine invariance d'échelle si des petits groupes de sommets fortement interconnectés sont reliés à des groupes plus larges et dont la cohésion est plus faible.

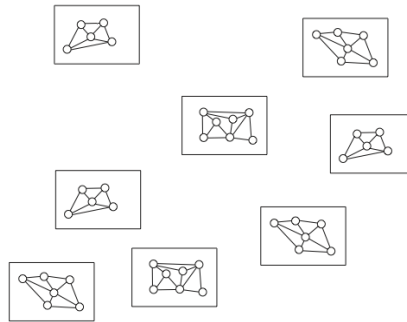
- c. Vers un individualisme en réseau ?** Comme nous l'avons vu plus haut, l'attention des sciences sociales s'est portée sur les risques de déstructuration du tissu social que représentaient de façon implicite les communications électroniques. Cette perspective théorique est héritée du XIX^e siècle. Les pères de la sociologie (Tönnies, Simmel, Weber) s'étaient intéressés particulièrement à la question de la préservation du "sens de la communauté" (lire : du lien social) face aux ruptures historiques du capitalisme industriel et de l'exode rural : la modernité était perçue comme une dynamique d'érosion des solidarités entre les hommes et du sentiment d'appartenance aux groupes locaux. Cette approche a façonné le débat autour de l'impact d'internet sur le lien social.

Mais il ne semble pas pertinent de réduire l'impact des technologies communicantes sur le lien social à une simple estimation quantitative (plus ou moins d'*alters* dans un réseau personnel, un nombre de degrés de séparation plus ou moins important dans une chaîne d'intermédiaires, etc.). L'idée même que le lien social ainsi que les notions liées d'intégration, de participation et de cohésion puissent être exprimés par une simple mesure est simpliste. La question est plutôt de savoir quel type de structures sociales les technologies de l'information et de la communication semblent encourager, soit quel aménagement des entités sociales (individus, groupes, et collectivités) reflète le mieux la société en réseau.

Le sociologue Barry Wellman propose un modèle théorique centré sur la transition en cours d'une société de "petites boîtes" (*small boxes*) vers une société d'"individualisme en réseau" (*networked individualism*)¹. Dans la première forme "pure" de société (fig. 10), tout individu est intégré dans des univers sociaux étanches – familles, communautés professionnelles, groupes locaux. À l'intérieur de chacun de ces univers, les individus affichent un haut degré d'homophilie, d'uniformité et d'adhésion à des valeurs culturelles partagées. Le lien social est alors tissé à partir de *liens forts*, relations interpersonnelles fondées sur la loyauté, la proximité émotionnelle et la fréquence d'interaction. Toute tentative de sortir métaphoriquement de ces boîtes coupe le lien social et installe l'atomisation et l'anomie.

¹ Wellman, 2000 ; Ranie et Wellman, 2012.

Figure 11 – Modèle des petites boîtes

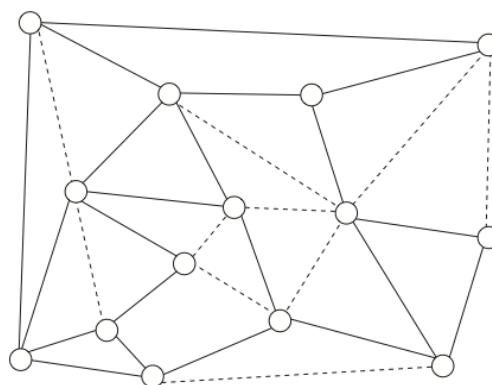


Source : Casilli 2010b

Face à la montée de la technologie communicationnelle ambiante, une autre structure sociale semble s'imposer : l'individualisme en réseau. Dans cet aménagement sociétal, le contexte d'interaction humaine serait représenté par un ensemble d'entités éparpillées, connectées par une multiplicité de relations interpersonnelles relevant autant des liens forts que des liens faibles, ces derniers désignant des relations interpersonnelles moins fréquentes ou moins intenses (fig. 11). On cesse alors de parler de "lien social" au singulier pour porter un regard sur les "liens sociaux" pluriels qui unissent les individus connectés en réseau, et qui diffèrent selon leur poids, leur nature et leur solidité¹.

Selon ce modèle, on serait alors en train de vivre une autre transition : d'une société faite d'agglomérations étroitement soudées, et exclusivement basées sur des interactions en face à face, à un entrelacement d'individus séparés mais tenus ensemble par les modalités de communication et d'interaction assistées par les TIC.

Figure 12 – Modèle d'individualisme en réseau



Source : Casilli, 2010b

¹ Casilli 2010b.

La transition vers l'individualisme en réseau, au plan théorique comme historique, reste solidement ancrée dans les catégories fondamentales de la sociologie : le processus d'individualisation de Norbert Elias ou la dichotomie Gemeinschaft/Gesellschaft de Toennies. La vision de Wellman ne cède pas pour autant à la tentation de caractériser négativement les évolutions possibles des structures sociales contemporaines. L'individualisme en réseau reste capable de rendre compte des sentiments d'appartenance réciproque ou des loyautés traditionnelles, ou bien de redonner de la force aux relations interpersonnelles. Pour voir comment la sociabilité assistée par les TIC peut permettre d'assouvir les besoins de proximité, d'acceptation de la part des autres et de réalisation personnelle, ainsi que de gérer le risque d'anomie et d'effacement des normes et des repères sociaux, il faut prendre en compte non seulement les liens unissant les individus, mais aussi la fréquence et l'intensité de leurs contacts réels.

L'articulation (non mutuellement exclusive) entre liens forts et liens faibles – doublée d'un effet de multiplicité relationnelle et médiatique¹ – a pour effet que les relations fortes demeurent extrêmement significatives : la famille, le voisinage, le lieu de travail, la communauté locale ne disparaissent pas. Cohérent avec l'hypothèse du "petit monde", le modèle de l'individualisme en réseau est un réseau dans lequel des agglomérations sont présentes. Mais, par rapport aux petites boîtes de la sociologie "pure", elles n'enferment plus les individus. Au contraire, elles permettent aux réseaux personnels de se développer en taille et en variété d'*alters* en permettant autant de continuer à bénéficier du support des groupes homogènes que de chercher des ressources (informations, aide, relations) dans des endroits distants du réseau.

Que ces nouveaux liens suivent des modalités d'alliance utilitariste ou d'amitié, cela ne change rien à la nouvelle donne. Le cercle de connaissances de chacun ne se concentre plus exclusivement au niveau local. Il touche aussi des personnes géographiquement ou socialement éloignées, pour devenir un "réseau glocal" (néologisme issu de l'union des termes global et local).

En faisant coexister ces deux dimensions de la sociabilité, le modèle de la glocalisation permet aussi de trouver le juste équilibre entre la cohésion sociale opérée à l'aide de liens très soudés et la connectivité sociale entre membres disparates de communautés parfois éloignées et diverses. Sans empêcher les liens d'affinité traditionnels, cet aménagement des structures de la sociabilité dans un contexte de technologies communicantes permet potentiellement d'activer davantage de liens, apparemment plus faibles. Un lien social fort n'est alors pas déterminé par le niveau de conformité des individus à leur environnement proche, ni par le nombre total de leurs amis. Il s'agit de faire coexister l'attachement au niveau de petits groupes (*bonding*) et la création de passerelles (*bridging*) entre ces mêmes groupes. Grâce aux effets de petit monde des réseaux socionumériques, la société façonnée par internet, loin d'éclater, se resserre. Le désir de cohésion qui anime les usagers de technologies communicantes est aussi un désir de maîtriser et de façonner leur environnement social, tout en respectant certaines contraintes qui leur viennent de la vie hors ligne. Cela conduit à ne pas sous-estimer l'effet spécifique des divers moyens technologiques mobilisés pour

¹ Haythornthwaite, 2005.

assouvir ces désirs de sociabilité. En effet, les usages informatiques ne sont pas neutres : dans une réalité façonnée par les TIC, les affinités entre les individus (ou leurs rivalités) s'expriment de manière plus idiosyncrasique, selon les divers cadres d'usage.

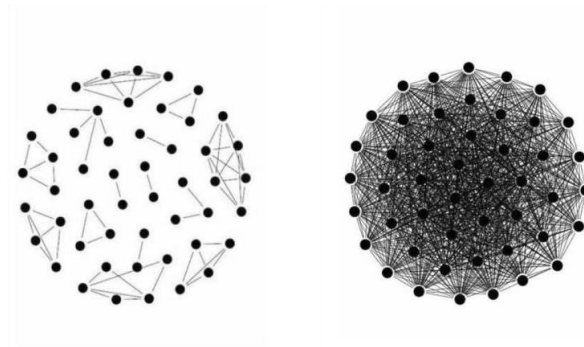
d. Un monde "dense" : questionner le petit monde et l'individualisme en réseau. Les tendances homophiles, pour lesquelles des liens seraient surtout formés entre des personnes qui se ressemblent selon des critères importants comme l'âge, la profession, la localisation géographique ou la langue, ne sont pas les seuls facteurs qui structurent la sociabilité dans un contexte d'interactions sociales médiatisées. Il faut aussi considérer l'influence sociale, à savoir la tendance des individus à modifier leurs connaissances, leurs croyances ou leurs comportements du fait de leurs relations à autrui : être ensemble rend plus plausible l'éventualité de penser et d'agir de façon similaire. L'influence se produisant pour des raisons variées – de la persuasion à l'imitation, au partage de normes et de valeurs communes –, en multipliant les opportunités de connexion et d'interaction les technologies communicantes exposent les individus à une large variété de stimulations qui, à terme, estompent l'effet de clôture des "petites boîtes", ou bien des clusters denses faiblement connectés entre eux dans une structure de "petit monde".

En s'appuyant sur un système de simulation multi-agents, Tubaro, Casilli & Sarabi (2012) proposent un modèle où les liens se forment par homophilie, mais avec différents degrés de préférence pour des relations de type *bonding* (liens forts venant renforcer la cohésion d'une communauté) et *bridging* (liens faibles de connectivité entre communautés séparées), et avec des degrés différents d'ouverture des individus à l'influence sociale par les autres. Seuls deux équilibres peuvent alors émerger :

- Le modèle reproduit la structure sociale des "petites boîtes" lorsque la préférence pour les liens de *bonding* est dominante, et l'homophilie regroupe tous les individus qui partagent des caractéristiques, idées ou valeurs, tout en les séparant des autres groupes.
- L'équilibre se présente comme un "monde dense" où tous les individus font partie d'un réseau très connecté, avec une multiplicité de liens et de très nombreuses connaissances communes entre un individu et l'autre : cet équilibre s'établit lorsque les individus sont prêts à se lier à des *alters* peu ou pas proches (propension élevée vers le *bridging*) et sont très ouverts à l'influence des autres, produisant une homogénéisation graduelle des comportements et des caractéristiques de tous.

En revanche, dans cette modélisation, aucun équilibre ne correspond aux cas de figure du petit monde. Ce dernier n'apparaîtrait que comme une étape transitoire (importante mais non durable) du processus de structuration progressive du système social. À terme, les sous-groupes à forte densité interne et reliés entre eux par quelques liens épars, caractérisant le petit monde, doivent – dans cette configuration théorique – laisser la place à une hausse de la densité qui s'étend à tout le réseau, favorisant une forme de cohésion sociale généralisée. Une telle évolution ne renie pas les principes fondamentaux de l'homophilie, de l'influence sociale et du *bonding* qui caractérisent aussi les petites boîtes, mais elle en étend la portée et l'applicabilité à l'intégralité du réseau.

Figure 13 – Les deux équilibres du système. À gauche : les petites boîtes ; à droite, le monde dense



Source : Tubaro, Casilli et Sarabi, 2012

Le monde dense est un résultat théorique qui n'est pas observé dans les réseaux en ligne tels qu'on les connaît aujourd'hui (et qui sont toujours épars : Ugander *et al.*, 2011). Il doit être interprété plutôt comme un aboutissement possible dans le long terme, si la formation de liens en ligne et l'agencement des comportements individuels en fonction des relations sociales maintiennent les caractéristiques essentielles que la recherche sur l'impact des technologies communicantes sur les interactions humaines a fait apparaître. C'est en ce sens que le monde dense constitue une alternative potentielle à l'individualisme en réseau, caractérisé par des structures de liens suivant une loi de probabilité que Wellman voit comme une perspective future plausible résultant de l'évolution potentielle du système de relations sur internet.

- e. Vie privée dans un monde dense.** Le cas du "monde dense" soulève d'autres questions sur les conditions dans lesquelles les individus se constituent des réseaux personnels larges et fortement entrelacés. Le partage de contenus est une motivation essentielle des utilisateurs des technologies communicantes actuelles. Ces contenus incluent, entre autres, de l'information sur l'utilisateur lui-même, des contenus qui incluent des informations sur leur émetteur, ses préférences et ses comportements, de sorte à attirer des choix homophiles. La constitution de structures de réseaux est donc inséparable de la question du dévoilement de soi et, par conséquent, de la négociation de la vie privée (Casilli, 2010a).

Tout au long de la dernière décennie, le débat public a été structuré autour d'une hypothèse forte de "fin de la vie privée" selon laquelle une érosion progressive mais incessante de la valeur de la *privacy* serait en passe de se réaliser à cause des usages socialisants des TIC. Les utilisateurs d'internet et, *a fortiori*, des médias sociaux auraient donc vécu un changement profond de leurs dispositions, en acceptant désormais automatiquement d'exposer leurs pratiques, préférences et comportements selon les diktats de la nouvelle "publicité"¹. Les prises de position visant à soutenir que "la publicité est la nouvelle norme" doivent être néanmoins nuancées. Nombre de recherches empiriques ont fait apparaître une variété de postures des utilisateurs d'internet par rapport à la vie privée, dépendant de

¹ *Publicness*, Jarvis, 2011.

caractéristiques personnelles telles que l'âge, le niveau socioéconomique et la compétence informatique¹.

Il apparaît (Tubaro *et al.*, 2012) que l'usage accru des médias sociaux ne conduit pas de façon déterministe à la "fin de la vie privée". Si l'incitation à se protéger est faible et tend à baisser dans les phases initiales de constitution d'un réseau, quand les individus ressentent le besoin de créer de nouveaux liens prioritaires au travers de pratiques de dévoilement et de partage, elle peut s'accroître à nouveau lorsque le système s'approche de l'équilibre. C'est surtout dans la configuration de "monde dense", lorsque la connectivité est à son maximum et que le partage de contenus est le plus répandu, que la majorité des agents ajustent leurs paramètres de confidentialité pour se protéger du regard des autres en faisant remonter drastiquement leurs niveaux de protection de la vie privée.

La raison de ce comportement est que le monde dense, qui se caractérise à la fois par des réseaux personnels très larges et par une très forte cohésion sociale, favorise le contrôle social par les pairs : l'individu est constamment observé par des nombreux contacts qui peuvent échanger entre eux à son sujet, une situation qui peut paraître comme oppressante. La redécouverte de la vie privée vise donc à minimiser les effets potentiellement désagréables ou même nocifs du contrôle social accru qui se produit dans le monde dense.

La capacité des individus à contrôler le cadre de leur présence en ligne est très grande : les tentatives des sociétés de fournisseurs d'accès ou des services de *networking* social de rendre les profils des utilisateurs ou leurs informations personnelles publiques par défaut n'ont que des effets temporaires. Il peut y avoir des "cycles de la vie privée", avec des phases où les utilisateurs protègent leurs renseignements personnels, qui sont interrompues par des interventions extérieures (par exemple, des changements de paramètres de confidentialité que le service propose par défaut), suivies de périodes d'adaptation pendant lesquelles les utilisateurs apprennent à gérer les nouvelles conditions, et reviennent ensuite aux conditions initiales dans lesquelles la vie privée est protégée.

Dans ce cas, le modèle se structure en trois phases : dans un premier temps, les usagers diminuent leur *privacy* pour attirer d'autres connexions ; ensuite, comme dans le cas de figure précédent, ils hypercompensent en faisant remonter leurs paramètres de confidentialité ; enfin, pour contrer la tendance à l'hypercompensation des usagers, les propriétaires de plateformes imposent une valeur de *privacy* égale à 0, ce qui engage une itération cyclique alternant hypercompensation et ouverture forcée des paramètres de vie privée.

2.3. Disparités, communautés et biens communs

Internet relie et segmente à la fois. Nous venons de voir qu'il favorisait l'extension et la densification de nos connexions ; différents travaux ont posé un ensemble de questions complémentaires, notamment relatives aux inégalités numériques. Celles-ci ont d'abord été traitées sous le seul prisme de la "fracture numérique" au sens du "retard" ou de l'exclusion des non-usagers ; cette terminologie a été largement

¹ Boyd et Hargittai, 2010; Hargittai, 2010.

invalidée depuis, comme trop marquée par une approche de diffusion mécaniste des technologies et d'extension du marché. La notion d'e-inclusion propose une approche moins centrée sur le numérique et qui se préoccupe des fractures économiques et sociales de la société avant de considérer les facteurs atténuants ou amplificateurs d'internet. Ainsi les non-usages ne sont pas nécessairement synonymes de difficultés sociales ; en revanche, les disparités d'usages numériques n'ont fait que s'accroître parmi les usagers connectés. On identifie sans peine d'autres fractures, cognitives (liées à l'abstraction, à la maîtrise de l'écrit), générationnelles, avant de se rendre compte de la grande diversité des difficultés à prendre en compte (illettrisme, handicaps). La perte d'emploi et le départ à la retraite ont longtemps fait partie des vecteurs principaux d'équipement et de connexion des particuliers : il s'agit notamment de maintenir les liens sociaux distendus par la perte du collectif de travail. Les réseaux sociaux jouent un rôle d'amortisseur, ils accompagnent de plus en plus les transitions professionnelles. Dans un monde où les trajectoires d'emploi sont discontinues, on attend du numérique qu'il porte la continuité.

Les facteurs territoriaux de disparités, quant à eux, sont loin d'être neutres, même si la généralisation des accès semble en bonne voie. Ainsi il est plausible qu'en 2030 les accès soient très différenciés sur le territoire français, entre zones denses et non denses, territoires solvables et territoires pauvres, et aussi entre les territoires ayant anticipé l'utilité d'une stratégie publique et les autres. Mais c'est probablement la qualité des liens sociaux territoriaux (de voisinage, de proximité, de culture commune) qui crée ou non les conditions de relations sociales numériques riches ; comme il est plausible que les autres dimensions du "capital social" soient amplifiées par le numérique sans qu'il parvienne à les bouleverser aujourd'hui : les personnes les moins "connectées" socialement auront davantage d'efforts à faire pour développer leur réseau et pour en tirer parti dans leur vie professionnelle ou personnelle.

De la même façon, il est à prévoir que la "culture numérique" – que l'on définira par un ensemble de savoirs, de pratiques et de capacités – sera très inégalement partagée selon l'existence de dispositifs de médiation vers le grand public, de parcours éducatifs, de communautés apprenantes dans les mondes professionnels.

Au-delà des disparités et des inégalités, il est plausible que deux pôles (au moins) s'articulent en tension : d'un côté, une extension significative des liens sociaux – en quantité mais aussi en continuités, synchronicité, proximité, diversité thématique (de la musique au troc et au covoiturage) – semble indiquer que l'internet n'est pas neutre et ne se contente pas de prolonger les liens existants ; et, dans la sphère professionnelle, des pratiques de réseaux recréent des continuités au-delà des structures et de la discontinuité des carrières (chômage, mobilité, retraite, etc.). De l'autre, un internet qui personnalise et "profile", favorise l'agrégation de communautés homogènes et partageant les mêmes goûts, centres d'intérêt, pratiques culturelles et caractéristiques sociales : c'est la reproduction, sans grand potentiel transformateur du capital social. Il est aujourd'hui délicat de savoir si internet favorisera les liens intergénérationnels ou renforcera les clivages et les encastrements actuels ; si internet pourra jouer le rôle d'"ascenseur social numérique" ; s'il permettra de désenclaver les personnes et les territoires les plus isolés et quelles ingénieries peuvent être mobilisées à cette fin.

L'une des clés de lecture de ces incertitudes réside dans le coût et la part du numérique dans les budgets des ménages. Si la part des équipements semble suivre

une trajectoire assez connue, avec une décorrélation entre les revenus et les achats (les équipements coûteux tentant de compenser le manque de capital social tout en nourrissant l'endettement des ménages les plus modestes), la question des abonnements mensuels et de leur poids dans les charges fixes d'un foyer¹ fait déjà l'objet d'alertes de la part d'acteurs du champ social (bailleurs sociaux notamment) dont certains poussent l'idée de service universel. Cette lecture par le pouvoir d'achat peut être complétée par l'usage massif d'internet pour payer moins cher les biens, les vacances et de nombreux besoins de la vie quotidienne. Il peut donc arriver que les usagers les plus aguerris du réseau en tirent un bien meilleur parti que ceux qui en auraient un plus grand besoin.

Une autre clé de lecture est probablement le caractère "agi" ou "subi" des transformations numériques et le clivage entre la montée très importante de pratiques amateurs, ascendantes, élaborées, dans de nombreux domaines et la montée aussi importante des désarrois numériques. Les pratiques actives ont aujourd'hui un caractère massif ; c'était déjà le cas avec l'abondante production de pages personnelles ou de blogs, mais les modalités de la "contribution" n'ont fait que s'enrichir au fil des années, les usagers s'étant emparés d'un grand nombre de propositions qui leur étaient faites ou de dispositifs dont ils étaient à l'initiative. Si les micro-contributions sont de loin les plus nombreuses (commentaires de blogs ou touristiques, photos mises en ligne, tweets), les contributions plus élaborées concernent un nombre croissant de personnes. Ces pratiques actives, inclusives pour ceux qui franchissent le pas, peuvent aussi s'avérer excluantes pour ceux qui restent à l'écart. Dans la plupart des environnements sociaux, ne pas exister en ligne, c'est ne pas exister : c'est aussi vrai pour les adolescents que pour la population active (désormais demandeuse d'emploi tout au long de la vie et conduite à des échanges en réseaux permanents), pour la vie associative, pour la présence territoriale ou pour maintenir le lien des retraités avec leurs proches et leurs anciens collègues. Il y a donc des raisons "défensives" aux usages en réseaux : on ne peut pas ne pas en être.

L'immense majorité des pratiques sociales numériques a lieu dans le contexte des grandes plateformes privées, soumises au régime des CGU (conditions générales d'utilisation) qui en fait potentiellement des communautés privées, théoriquement proches des *gated communities*, villes privées qui se soustraient à l'espace public : si pour l'heure elles font en sorte d'être le plus ouvertes possible, la migration d'une part significative du vivre-ensemble et du faire-société dans des espaces de droit privé pose question à l'acteur public, qui s'interroge de plus en plus souvent sur les formes adéquates que peut revêtir son rôle dans ces nouveaux espaces sociaux. Des villes et des territoires, des administrations et des organismes publics font régulièrement des tentatives en ce sens.

Mais internet est aussi le lieu de l'émergence de très nombreuses formes collectives fondées sur le partage, la coproduction et les échanges non marchands. Le développement de l'internet a reposé à la fois sur le développement significatif d'importants biens communs informationnels et logiciels (Apache, Wikipédia), de pratiques pair-à-pair (Sesamath) et en réseau (Tela botanica) conséquentes, et sur la

¹ Un signal faible, à ne pas surinterpréter, est la baisse continue des abonnements mobiles en Espagne au fil de l'année 2012.

<http://fr.reuters.com/article/technologyNews/idFRPAE8BG04Y20121217>

consolidation de très grands acteurs mondiaux en situation d'oligopole, qui sont les acteurs du *cloud*. Une tension mais aussi de nombreuses articulations existent entre ces pôles : les grands services du web 2.0 reposent largement sur les contenus générés par les utilisateurs (Youtube, etc.) ; Google fournit un important trafic à Wikipédia, etc.

La montée des pratiques amateurs peut continuer à contribuer aux grands modèles marchands et/ou à la coproduction de biens communs. Les cadres de publication et d'usage permettent aussi bien d'envisager une meilleure appropriation collective dans le sens de renforcement des biens communs, ou une plus forte appropriation par les acteurs du marché.

Cette transformation ambivalente va de pair avec d'autres transformations des relations à la propriété et des glissements de la possession à l'usage qui prennent place du fait de contraintes économiques (colocation, covoiturage), d'évolutions des pratiques sociales (consommation collaborative) et de nouvelles propositions de valeur économique (économie de la fonctionnalité) souvent légitimées par les enjeux du développement durable (véhicule partagé).

Il est possible que l'ensemble de ces transformations induise, plus largement, de nouveaux équilibres dans les relations de propriété ; que la puissance publique ait à jouer un rôle structurant ; que de nouveaux cadres légaux soient à inventer ; ou que des rapports de forces s'accroissent, comme on le voit régulièrement dans les champs de la propriété littéraire et artistique ou de la propriété industrielle.

La montée (sur fond d'austérité) des mouvements en faveur des biens communs matériels et immatériels mondiaux tels que les semences agricoles, l'eau et les ressources naturelles, ou les connaissances, mais aussi la contestation possible face aux excès des brevets (brevetabilité des gestes par les acteurs numériques, par exemple) peuvent conduire à faire de ces questions de propriété des questions politiques de premier rang en 2030.

3. Les défis organisationnels

Depuis les débuts d'internet, son apport aux entreprises et aux organisations a été constamment vanté. Les promesses étaient abondantes : une meilleure productivité, une relation renforcée aux clients, la connaissance et l'intelligence collective au cœur de l'entreprise. Symétriquement, les pires difficultés ont été annoncées aux entreprises qui ne prendraient pas le tournant d'internet, synonyme de modernité comme avant lui l'avait été l'informatique.

Loin de se contenter d'équiper les organisations existantes, il est possible qu'internet, en se combinant avec d'autres facteurs de changement, ait modifié les contours mêmes de ce qu'est une organisation humaine aujourd'hui, qu'il s'agisse d'une entreprise petite ou grande, d'une administration ou d'une organisation collective (association, syndicat, parti politique). Ces bouleversements ont fragilisé et continueront de fragiliser de nombreuses organisations classiques, tout en leur permettant de se réinventer. Ils favorisent l'émergence de formes nouvelles, dont la

capacité de diffusion et la pérennité est encore inconnue. Au-delà des organisations, ils affectent les écosystèmes, les filières, les chaînes de valeur.

3.1. Vertical et horizontal, ordre et désordre

L'une des transformations les plus fortes qu'internet et les technologies de l'information ont favorisées est le renforcement de pratiques sociales et d'organisations "horizontales". Elles sont à l'œuvre dans les relations à l'autorité et aux hiérarchies dans de nombreux domaines et voient la fragilisation progressive des formes les plus verticales. La relation à l'"autorité" est ainsi mise en question dans les champs de la connaissance, avec la floraison des ressources en ligne et de l'apprentissage entre pairs ; de la santé, avec le succès des forums et le déclin des formes plus institutionnelles d'information-santé ; du tourisme, avec la préférence qu'accordent les voyageurs aux avis de leurs pairs plutôt qu'aux guides et sites officiels ; du commerce, avec l'essor non démenti d'eBay ou du Bon Coin. Tous phénomènes qui peuvent être lus aussi bien dans la continuité de l'histoire des télécommunications, qui favorisent davantage l'échange que la diffusion (ce que transportent nos réseaux ressemble davantage au téléphone qu'à la télévision), ou au travers des nouveaux modèles économiques qui ont pu émerger, fondés sur les UGC (*User Generated Contents*), que sous l'angle de transformations sociales plus profondes, dont l'internet n'est pas toujours la cause mais souvent un important levier. Les pratiques participatives et non hiérarchiques ne sont pas récentes ; leur outillage numérique leur donne probablement de plus forts moyens d'existence et de développement.

Dans le même temps, les dispositifs numériques sont, plus que jamais, des outils de pouvoir et de contrôle, des outils de gestion, d'efficacité : les organisations les plus verticales ne peuvent plus s'en passer. Il n'y a donc pas substitution, mais tension, entre le vertical et l'horizontal. Les MOOC, cours d'université massifs en ligne, articulent les deux modalités, l'enseignant-vedette de Stanford ou du MIT et la fertilité des forums étudiants. Et de grands groupes numériques mondiaux centralisés tirent parti de la décentralisation de la production tout en concentrant leurs moyens techniques.

Dans la recomposition des organisations, l'ambivalence de l'informatique et de l'internet s'exerce à plein : facteurs d'ordre et de désordre à la fois, les ordinateurs permettent de simplifier et de gérer la complexité, d'optimiser et de vivre avec le chaos. Plus les PC, les smartphones et les objets connectés se diffusent et sont puissants, plus les capacités de contrôle augmentent et plus les facteurs d'imprévu se multiplient. Cette deuxième tension, entre ordre et désordre, est présente à chaque échelle du réseau.

3.2. Organisations transformées

Les entreprises et les organisations n'ont pas attendu l'internet pour voir émerger des formes horizontales : les organisations matricielles et par projets sont devenues la norme, souvent bien maîtrisées par le management. En revanche les dispositifs numériques sont au cœur de plusieurs tensions, entre le formel et l'informel, l'interne et l'externe, le personnel et le collectif.

Beaucoup de signaux peuvent conduire à penser à un assouplissement général des frontières de l'entreprise, de son système d'information délégué au *cloud*, de son parc informatique, de ses espaces et de ses temps, voire de ses salariés, de ses partenaires et de ses clients ; et laisser augurer d'une nouvelle disposition en nombreuses structures autonomes qui s'ajustent avec souplesse et sont portées par des réseaux mi-formels, mi-informels.

Pourtant les signaux inverses existent également : le numérique peut aussi renforcer les systèmes les plus normatifs et les organisations productives les plus "procédurales" et rendre possibles le fonctionnement et le pilotage de très grandes organisations mondialisées.

Une hypothèse forte induirait la caractérisation de ces deux mondes du travail outillés par le numérique, reflétant deux grandes structures poussées à leur aboutissement : très réticulaire d'une part, très normatif d'autre part, les deux mondes n'étant pas étanches mais décrivant des relations sociales, des cadres juridiques et des paysages techniques opposés.

Les entreprises subissent de nombreuses pressions issues du numérique : éclatement de l'unité de temps et de lieu par la mobilité des équipements et l'accroissement du travail immatériel, effacement des frontières entre vie privée et vie professionnelle, processus d'innovation ouverte, intensification du travail, accroissement des contrôles et de la surveillance, risques de sécurité, pannes, dysfonctionnements, inégalité de compétences d'usages entre jeunes et vieux, etc., mais aussi hausse de productivité et diminution du nombre d'emplois, effacement des frontières entre travail et activité.

Le travail et l'entreprise sont aux prises avec le progrès technique sous trois dimensions imbriquées :

- l'évolution des pratiques de travail dites productives ou non productives, dans leur rapport au temps, à l'espace, aux collectifs ;
- l'évolution des interactions individuelles et des collectifs de travail : émergence, cadre, organisation, finalité, valorisation, redistribution de la valeur, etc. ;
- l'évolution du système productif : la production de la valeur et sa mesure, la redistribution des richesses en revenus, en droit de protection et en droit de formation.

Or l'ensemble de ces dimensions est traversé par le numérique, mettant en crise le travail et l'entreprise.

L'entreprise, forgée par la technique et dépassée par elle ? Les conceptions modernes du travail et de l'entreprise se sont forgées à la fin de la première révolution industrielle dans un lien étroit avec le progrès technique. Selon B. Ségrestin et A. Hatchuel (2012), le développement de la science et des technologies de l'époque – électricité, chimie, mécanique – a joué un rôle central dans l'émergence de l'entreprise. Pour savoir exploiter et accélérer le progrès technique, domestiquer l'innovation, il a fallu organiser l'activité inventive. Or les compétences nécessaires ne préexistent pas, c'est le collectif qui les détermine et les fait naître. L'entreprise se construit alors autour

de l'innovation et de la création collective¹. La relation de travail ne se réduit pas à une relation marchande, c'est aussi une relation de coopération et d'apprentissage collectif sur le long terme. Les individus engagés dans l'action doivent accepter, pour innover, de se conformer aux règles collectives et de voir leurs potentiels transformés en fonction des orientations communes.

Le travail s'est ainsi structuré dans le cadre même de l'entreprise et dans un rapport étroit à la technique. Au cours des XIX^e et XX^e siècles, il est devenu un fait total, sédimentant trois caractéristiques centrales (Meda, 1995) : la production de richesse et l'obtention d'un revenu, la liberté de création et d'épanouissement personnel, l'obtention de droits et de protection.

Selon Ségrestin et Hatchuel, la nature profonde de l'entreprise moderne (exploiter et accélérer le progrès technologique, en organisant l'activité collective, inventive) a été dévoyée par la financiarisation accrue de l'économie². Or à partir des années 2000, une autre évolution déstabilise la nature même de l'entreprise : la démocratisation des technologies et leur diffusion vers le grand public. Cette dynamique a eu des impacts forts sur l'organisation du travail (éclatement de l'unité de temps, de lieu), sur les interactions entre l'entreprise et ses partenaires/fournisseurs (des collaborations productives se tissent en dehors de l'entreprise), sur les espaces d'émergence de l'innovation. L'entreprise n'est plus le lieu privilégié de développement et d'usages des technologies, ni le lieu privilégié de l'innovation.

a. Jusqu'en 2000 l'entreprise est le lieu privilégié des technologies de pointe. Les années 1970-1990 ont connu l'informatisation massive des entreprises, avec des dynamiques successives de centralisation et de décentralisation. La littérature académique abonde sur les processus d'implémentation et l'impact de l'automatisation, sur les solutions de gestion intégrée (EDI, puis PGI, ERP³), sur les systèmes d'information internes (intranet, extranet), de l'informatique individuelle et du développement du réseau internet.

L'équipement informatique des entreprises s'est effectué de manière progressive jusqu'au début 2000. Le changement complet des parcs informatiques pour le passage à l'an 2000 et le passage à l'euro ont été une aubaine pour les SSII. Mais l'éclatement de la bulle internet a marqué le ralentissement de l'investissement des entreprises dans l'outil de travail.

Aujourd'hui 94 % des entreprises sont connectées à internet, même si ce chiffre cache des disparités importantes en matière d'équipement (en fonction de la taille et du secteur d'activité) comme des usages (en fonction des métiers, du niveau de diplôme, etc.). D'après Yves Lasfargues (CAS, 2012), on peut estimer qu'environ 64 % des salariés en France travaillent sur écran et que plus de 30 % disposent d'un outil de mobilité.

¹ Les auteurs avancent pour preuve le nombre croissant d'ingénieurs et de dépôts de brevets depuis la fin du XIX^e siècle.

² Selon les auteurs, à partir des années 1970 et le premier choc pétrolier, les managers sont incités, par un mécanisme d'intéressement financier, à gérer la société de capitaux (corporate governance / maximisation de la *shareholder value*) plutôt que l'activité même de l'entreprise.

³ EDI échange de données informatisées, ERP Enterprise Resource Planning.

Jusqu'au tournant de l'an 2000, l'entreprise représentait le lieu privilégié de la captation de l'innovation technologique issue de la R&D et le lieu par excellence des technologies de pointe. Or, sur la dernière décennie, un important mouvement de démocratisation des technologies numériques et des technologies de pointe a modifié les équilibres.

b. Après 2000, une démocratisation des technologies plus rapide dans la société que dans les entreprises. *"La baisse du coût des technologies est une constante depuis cent vingt ans"* (Colin *et al.*, 2012). Dans les années 2000, cela a permis la démocratisation des outils informatiques et l'équipement personnel (ordinateur, téléphone portable, imprimante). Celui-ci s'est développé plus vite dans le grand public que dans les entreprises. Aujourd'hui 86 % des actifs français ont accès à internet depuis leur domicile, contre 54 % sur leur lieu de travail (pour les ouvriers : 78 % au domicile contre 25 % au travail) (Lasfargues, in CAS, 2012). Les loisirs ont stimulé les usages. Et c'est au sein du foyer que l'apprentissage et l'appropriation des TIC sont les plus fortes. "(...) L'entreprise n'est plus le lieu de l'innovation des TIC. Les entreprises, mais aussi toutes les institutions (administrations, hôpitaux, etc.) vivent plus ou moins bien ce décalage technologique qui semble indiquer qu'elles sont moins bien équipées que les foyers. Elles doivent aussi apprendre à gérer le fait que les mêmes outils puissent donner lieu à des utilisations "loisirs" et à des utilisations "professionnelles". (...) D'autre part, les utilisateurs, plus formés donc plus critiques que par le passé, deviennent plus exigeants et comparent l'ergonomie intuitive et ludique des logiciels "grand public" à l'ergonomie austère et complexe des logiciels d'entreprise. Ils ont aussi souvent tendance à s'étonner que le matériel professionnel soit moins performant que le matériel personnel." De grandes firmes comme Apple ont compris cette évolution en ne proposant plus d'offres commerciales à destination des entreprises.

c. "Mobilité" et "informatique dans les nuages" : vers un éclatement de l'unité de lieu et de temps de l'entreprise. À partir des années 2000, la part d'investissement des entreprises dans l'outil de travail s'est focalisée sur la portabilité des équipements (ordinateurs, téléphones, tablettes, smartphones) et de "l'informatique dans les nuages" (l'accessibilité hors les murs de l'entreprises des contenus, des applications, des services). "L'informatique dans les nuages, ou *'cloud computing'*, permet à l'entreprise de disposer à distance et à la demande de ressources informatiques, qu'il s'agisse d'infrastructures, de plateformes ou de logiciels d'application" (Klein, in CAS, 2012).

Entre l'équipement individuel mobile et l'accès à distance au système d'information, les conditions sont réunies pour qu'un grand nombre de collaborations de travail se déroulent aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'entreprise, dans le cadre des heures officielles de travail ou en dehors. L'unité de temps et de lieu éclate. Des pratiques nouvelles se développent : le télétravail, le *free seating* ou *desk sharing* (partager ou ne plus avoir de bureau dans l'entreprise) et même le *nearshoring* (externalisation de l'activité vers des personnes travaillant depuis chez elles, pour faire baisser les coûts).

Pour les travailleurs du savoir, le travail à distance se banalise. Les TIC permettent de travailler n'importe où, n'importe quand, rendant ainsi le travail intellectuel "ubiquitaire"¹.

- d. Systèmes d'information en tension et risques sécuritaires.** Une culture du travail mobile, hors les murs, et de l'équipement personnel s'est développée au point qu'aujourd'hui 70 % des étudiants universitaires² pensent que le bureau est dépassé et qu'il n'est pas nécessaire de s'y rendre régulièrement. Trois étudiants sur cinq considèrent que le télétravail et la souplesse des horaires sont des droits. Et 80 % d'entre eux veulent pouvoir choisir leur propre matériel de travail.

Les pratiques de BYOD (*Bring your own device*) deviennent courantes³. D'ailleurs les individus sont de plus en plus nombreux à hybrider leurs outils : à venir au bureau avec leur propre équipement (souvent plus performant que celui de l'entreprise), à contourner les systèmes d'information trop rigides en ayant recours à leur smartphone et à leur ordinateur personnel. D'un côté, les systèmes d'information focalisent les tensions en étant vécus comme des systèmes contraignants, accroissant la charge, la complexité, la lenteur du travail, particulièrement en cas de dysfonctionnements⁴, de l'autre, ils deviennent centraux dans la relation du travailleur à l'entreprise, particulièrement en situation de travail "hors les murs"; ils en constituent le "système nerveux" et le nœud d'appartenance.

Ces pratiques deviennent très problématiques pour les entreprises qui ont du mal à assurer la sécurité informatique des échanges, la traçabilité multiple : perte de confidentialité des informations stratégiques, attaques malveillantes du système d'informations, dysfonctionnements et ruptures accidentelles.

- e. Vers une démocratisation des capacités de production : les "Labs".** La double dynamique de démocratisation des outils technologiques et de travail collaboratif a donné naissance à des dispositifs d'un genre nouveau : les FabLabs / Biolab⁵ / Robolab / Brainlab. Ces dispositifs, de nature plutôt associative, mutualisent des outils technologiques de pointe afin de les rendre accessibles à un plus grand nombre de personnes, capables d'en imaginer des usages ou des projets nouveaux, par le biais de l'intelligence collective. Les FabLabs sont ainsi "des plateformes de prototypage rapide d'objets physiques, s'adressant aux entrepreneurs, designers, artistes, étudiants" (Eychenne F., 2012), et qui se caractérisent par :

- leur ouverture : accessibles gratuitement ou à un tarif très modeste ;
- leur communauté : la communauté des utilisateurs anime le lieu, apporte ses savoir-faire, ses compétences – et ses moyens matériels ;
- la dynamique de démocratisation de la fabrication : la fabrication personnelle, le *Do-It-Your-Self* prévalent et font baisser les barrières à l'innovation.

¹ Benedetto-Meyer M. et Klein T., in CAS, 2012.

² Cisco (2012), étude menée dans 14 pays du monde, auprès de 1 400 étudiants universitaires.

³ 73 % des entreprises seraient concernées <http://www.lefigaro.fr/vie-bureau/2012/06/01/09008-20120601ARTWWW00411-le-phenomene-bring-your-own-device-opportunite-ou-risque.php>

⁴ Voir l'étude Technologica 2010.

⁵ Voir le site du premier Biolab français : <http://www.lapaillasse.org>, qui s'est ouvert à Ivry.

Si la propriété des outils change, ceux-ci n'étant plus l'apanage des entreprises ou des laboratoires institutionnels de recherche, les capacités de production qui en découlent se transforment aussi.

3.3. L'entreprise : lieu majeur de l'activité inventive ?

Dans le monde industriel classique, le progrès scientifique était réincorporé dans l'entreprise et l'innovation prenait corps dans le travail des équipes de R&D en son sein. Avec la baisse du coût des technologies, leur diffusion massive dans la société et la part croissante de la dimension immatérielle du travail, les choses changent : les processus d'innovation s'ouvrent. Des activités inventives, productives se développent dans l'entreprise comme au-dehors. Les réseaux deviennent le support comme le moyen de l'intelligence collective.

a. L'entreprise étendue aux collaborateurs/partenaires/fournisseurs. Sur les vingt dernières années de contexte économique tendu, les entreprises ont cherché à développer des interactions de travail d'une grande adaptabilité avec leurs salariés comme avec leurs partenaires (fournisseurs, prestataires, etc.). L'informatisation rend possible le "saucissonnage" (*unbundling*) de la quasi-totalité des maillons de la chaîne de valeur, leur recomposition sous d'autres formes, mais aussi l'émergence d'acteurs spécialisés sur chacun de ces maillons. Beaucoup de fonctions ont ainsi été externalisées. Des intermédiaires ont disparu, d'autres sont (ré) apparus. L'entreprise (re)compose ses équipes au gré des besoins des "projets", sur un mode horizontal. Des partenaires et fournisseurs sont associés de manière presque organique à la conduite de projets, à la conception d'innovation, à la production "juste à temps".

Si la souplesse de ce mode de collaboration, quand il fonctionne, permet une productivité plus grande, elle peut créer en revanche une moindre fidélité des collaborateurs et engendrer des réseaux éphémères. *In fine*, par le besoin d'animer constamment l'écosystème de collaborateurs, les "coûts de transaction" augmentent.

b. Affaiblissement et transformation des liens de subordination. D'un côté la rationalisation des process et la traçabilité des actions rendues possibles par l'informatique tendent à offrir des outils d'organisation et de contrôle du travail aux managers. Mais de l'autre la déspatialisation, l'individualisation et les pratiques de contournement bousculent le management classique, nécessitant de renforcer les échanges avec les collaborateurs, l'écosystème de partenaires – et de leur laisser une plus grande part d'autonomie et une souplesse d'organisation. Elle modifie et rend plus difficile la comptabilisation du temps de travail.

Le management de l'écosystème de partenaires est lui aussi complexe. Ceux-ci souhaitent être considérés comme des maillons essentiels de la chaîne, et non plus comme de simples sous-traitants. Pour s'assurer de leur disponibilité, de leur fidélité, de leur implication, le manager doit constamment animer le réseau, dans un rôle de *community manager*.

Pour conduire les employés comme les prestataires au niveau d'autonomie et de responsabilisation souhaitée, un management de la subsidiarité se met en place : les individus ne reçoivent plus des ordres mais des "pouvoirs d'agir".

- c. Manager les connaissances ou créer les conditions du travail collaboratif ?** Pour faire face aux nouveaux besoins de management des connaissances en entreprises, le *knowledge management* (KM) a tenté de fournir, au tournant du XXI^e siècle, des outils et des méthodes. L'objectif est à la fois de gérer le patrimoine immatériel de l'entreprise (ses méthodes, sa culture, ses mémoires, ses valeurs, ses brevets, ses documents de travail) et de capter, faire circuler, transmettre les savoirs et les savoir-faire des individus qui la composent. "Le KM est une approche qui tente de manager des items aussi divers que pensées, idées, intuitions, pratiques, expériences, émis par des gens dans l'exercice de leur profession" (Prax, 2000). Il sous-tend l'intelligence économique de l'entreprise, c'est-à-dire sa capacité à identifier, manier, partager les informations stratégiques pour elle.

Si les différents projets de KM ont connu, sur les deux décennies passées, des succès parfois mitigés, ils n'en ont pas moins servi de phase d'essai. Plus que le stockage et la catégorisation des savoirs, l'enjeu est aujourd'hui de mettre facilement en relation les individus, *via* des réseaux sociaux, et de favoriser le travail collaboratif. Au-delà des réseaux sociaux d'entreprise, d'autres outils de partage et de travail collaboratif voient le jour, le plus durable d'entre eux étant le "wiki"¹.

- d. Absence de corps intermédiaires : la régulation sociale des collectifs en question.** Les syndicats et les corps intermédiaires sont eux aussi touchés par l'impact des TIC, à commencer par les modes de communication aux salariés (pas tous présents sur les lieux de travail, pas tous équipés d'ordinateurs ou d'adresses mail), que la dématérialisation a complexifiés : l'utilisation des systèmes d'information internes ou de la messagerie professionnelle ne fait pas l'objet d'un encadrement juridique clair². L'exercice de communication dépend du bon fonctionnement du réseau informatique de l'entreprise et de l'absence d'entrave à l'accomplissement du travail. Par ailleurs la traçabilité des échanges remet en question leur confidentialité interne (risque d'interception par la direction) comme externe : si les échanges se déroulent à l'extérieur de l'entreprise, de son SI, les informations relevant de la gestion du personnel ou des relations sociales peuvent aussi être plus facilement interceptées par la concurrence.

Par ailleurs, les nouveaux outils de communication sont parfois mal maîtrisés par les organisations syndicales par manque de moyens, d'expertise ou de familiarité (vieillesse des militants), ce qui nuit à la visibilité ou à la présence des corps intermédiaires sur les réseaux. Ces outils remettent aussi en cause les frontières entre militants, adhérents et non-adhérents.

¹ <http://www.bluekiwi-software.com/fr/>

² La loi du 4 mai 2004 relative à la formation professionnelle tout au long de la vie et au dialogue social stipule seulement le besoin d'un accord de l'employeur comme condition préalable à toute communication *via* l'intranet ou les mails.

Les mouvements syndicaux se sont structurés en regard de l'ancienne organisation du travail (unité de temps / lieu / collectif). Cela les empêche peut-être aujourd'hui d'être présents au sein des dynamiques collaboratives qui se développent aux frontières des organisations ou entre collectifs d'indépendants.

Mais si l'on constate une déstabilisation, voire une faiblesse des corps intermédiaires traditionnels, cela ne veut pas dire que les revendications et le mode d'organisation sociale soient complètement paralysés. De nouvelles formes d'expression sociale voient le jour, utilisant les potentialités des TIC pour diffuser l'information stratégique, fédérer les acteurs, accompagner le dialogue social – à l'image du blog lafusionpourlesnuls.com (Dressen, 2011). Spontanées, éparpillées, et parfois éphémères, ces dynamiques ne constituent pas – encore – de contre-pouvoir institutionnel durable, mais elles jouent un rôle de régulateur des relations sociales.

e. L'innovation ouverte, permanente, ascendante : le nouveau paradigme ?

Réseaux étendus de collaborateurs, management des connaissances, démocratisation des outils, développement du travail collaboratif, petit à petit la compétitivité d'une entreprise se joue dans sa capacité à innover en continu, à susciter l'innovation de la part d'autres acteurs de son écosystème et à capter une part de la valeur créée dans un système d'innovation ouverte ("pollinisation"). Entre la fin des années 1990 et le milieu des années 2000 sont théorisés les concepts d'innovation par l'usage (Eric Von Hippel) et d'innovation ouverte (Henry Chesbrough), deux volets complémentaires (ou antagonistes) de l'idée d'innovation distribuée¹. "Le paradigme de l'innovation ouverte forme l'antithèse du modèle traditionnel d'intégration verticale, où la recherche-développement interne débouche sur des produits développés en interne que la firme commercialise ensuite elle-même. (...) L'innovation ouverte est un paradigme qui considère qu'en cherchant à faire progresser leurs produits, les firmes peuvent et doivent utiliser des idées externes autant qu'internes, et des chemins internes et externes vers le marché." (Chesbrough, 2005)

L'innovation émerge des interactions et collaborations de travail, qui peuvent se situer aux frontières de l'entreprise.

f. La force de la "multitude" : captation de la valeur vs production *open source*

Les principaux géants de l'internet (Google, Amazon, Twitter, Youtube, Flickr) ont compris cette dynamique d'innovation ouverte et ont poussé le modèle à l'extrême. Plutôt que de produire et de fournir des contenus, ils se sont construits essentiellement sur la captation de la valeur produite par les internautes : contenus, annotations, évaluations, soit toutes traces d'activités. "La principale dimension de la révolution numérique est la puissance désormais à l'œuvre à l'extérieur des organisations, la puissance des individus éduqués, outillés, connectés, la puissance de ce que nous appelons la multitude" (Colin *et al.*, 2012). Ce qui est au cœur de la production de valeur, c'est ici la créativité de la multitude, à savoir le résultat de "l'activité cognitive de centaines de millions d'utilisateurs d'applications et de l'infinité d'interactions entre ces centaines de millions

¹ À ce sujet, voir. Schroll A. (2011), *About the dispute between Open and User Innovation* <http://www.open-innovation.net/blog/79.html>

d'utilisateurs". Ce capital humain demeure en dehors de l'organisation et non accessible dans le cas d'une relation entre un client et son fournisseur.

Si ce modèle de la captation de la "contribution des internautes" fonctionne aujourd'hui, il n'est pas sans soulever pourtant d'importantes questions politiques sur la récupération des données à des fins de services marchands, et plus globalement sur la valorisation des contributions.

À l'opposé de ces exemples, des communautés d'internautes participent sciemment et bénévolement à la production collaborative de connaissances tout en veillant au format de circulation de cette information (licence libre, biens communs informationnels). L'exemple le plus connu est Wikipédia. Or ce modèle, restreint jusqu'à présent à la production de connaissances, est en train de s'étendre à la production de biens tangibles, d'objets. Ainsi l'expérience de l'ingénieur américain Joe Justice autour de Wikispeed¹ (un projet de construction de voiture peu chère, peu consommatrice d'essence, rapide, et répondant aux normes de sécurité) montre de nouvelles façons de travailler et de produire collectivement, hors de tout cadre organisationnel classique. Pour conceptualiser, développer et produire le véhicule, l'équipe a engagé une méthode de fabrication extrême², s'appuyant sur des méthodes de Lean (utiliser le moins de choses possible), méthodes agiles (réduire le coût des itérations), *scrum* (découpages des tâches), XP (*extreme programming*: travail des équipes en binôme pour la capitalisation des connaissances). Les membres de l'équipe sont tous "volontaires" (bénévoles), et proviennent du monde entier. Cette initiative nouvelle démontre en tout cas les capacités d'émergence de collectifs de travail productifs *via* la mise en réseau du net et de nouvelles formes de management.

3.4. Questionnements et bifurcations

L'ensemble de ces évolutions, façonnées par les TIC, marquent-elles des tensions passagères ou une implosion du modèle traditionnel de l'entreprise ? Plusieurs questions persistent :

- La démocratisation des outils technologiques et leur accès et usage par un plus grand nombre représentent-ils un mouvement passager avant une nouvelle vague de complexification des outils, ou une tendance durable ?
- L'innovation ouverte et permanente constitue-t-elle un nouveau paradigme dû à la démocratisation des outils technologiques, ou une exigence/conséquence de la financiarisation de l'économie et de sa régulation lacunaire ?
- À quels rapports de force la firme horizontale et l'affaiblissement des liens de subordination laissent-ils place ? De nouveaux corps intermédiaires vont-ils émerger ?
- L'économie actuelle de la contribution sera-t-elle contrainte à une "mue", basée sur de nouvelles redistributions de la valeur ? Quel statut donner au travail "contributif" ?

Ces questions laissent penser en tout cas que l'organisation professionnelle est un objet social à réinventer.

¹ <http://www.wikispeed.com>

² <http://www.wikispeed.com/wikispeed-team-blog/extreme-manufacturing-in-5-minutes>

Pour éclairer ces incertitudes, nous identifions quelques bifurcations possibles :

a. Nouvelle géographie des entreprises. La portabilité des équipements, l'informatique dans les nuages, la dimension immatérielle croissante du travail et la hausse du coût de l'énergie continuent à faire littéralement éclater l'unité de temps et de lieu du travail. De nouvelles organisations se mettent en place autour d'une multitude d'espaces de *co-working* situés dans les bassins de vie, les centres villes, très équipés en outils de téléconférence et en salles de réunion. Les grands centres d'affaires sont en voie de disparition, le marché immobilier des particuliers se transforme car le travail à domicile devient pratique courante. L'accès au système d'informations et au réseau social de l'entreprise (écosystème étendu) constitue les nouveaux points d'attache au collectif de travail, les nouveaux "privilèges". L'activité économique se décentralise. La pluriactivité se développe.

b. Tous entrepreneurs. La pression au travail dans les entreprises et la précarité des emplois sont telles que la majorité des travailleurs (au moins parmi les plus jeunes) cherche délibérément à privilégier le statut d'indépendant, sans forcément en avoir la possibilité. Le CDI devient tellement illusoire et peu épanouissant qu'il vaut mieux multiplier les temps partiels et la multi-activité, voire les petits boulots, pour augmenter ses revenus et étaler les risques. La pluriactivité se développe rapidement dans toutes les catégories sociales, depuis les "travailleurs pauvres" contraints de cumuler plusieurs jobs jusqu'aux cadres qui développent en autoentrepreneurs des activités complémentaires.

De leur côté, les entreprises se réorganisent autour de noyaux restreints de salariés stables, aux côtés desquels une multitude de collaborateurs viennent prendre place pour des missions spécifiques. Chaque individu porte la responsabilité de développer et de valoriser ses compétences et son "employabilité". Si cette tendance convient bien aux "travailleurs du savoir", son extension aux travailleurs plus âgés et moins qualifiés pose en revanche des problèmes majeurs. Il faut inventer un nouveau filet de sécurité.

c. Entreprise étendue. Plusieurs fonctions de l'entreprise sont externalisées auprès des consommateurs : les internautes participent activement à la création de produits, à la communication sur des marques, à la vente des produits d'une entreprise par marketing viral. De nouveaux modes de rétribution et de rémunération apparaissent.

d. L'open data des entreprises. La coexistence au travail de l'équipement personnel et des systèmes d'information professionnels fait peser d'énormes risques sur la sécurité des entreprises. Les informations stratégiques sont captées au travers d'échanges de convivialité sur les réseaux. Les réseaux sociaux professionnels (de type LinkedIn, Viadeo) deviennent officieusement des organismes d'intelligence économique, tant l'analyse des cartographies des réseaux sociaux en disent long sur les projets en cours, les interactions, les plans de carrière. Le cœur stratégique des entreprises est aussi mis en danger par des détournements d'informations, pratiqués par les salariés militants revendiquant une réciprocité de la transparence : si les données des administrations doivent être ouvertes, si les

données des usagers sont sans cesse captées, alors les entreprises ne peuvent plus être opaques. Elles doivent assumer et mener leur propre dynamique *open data*.

- e. **La place Tahrir dans les entreprises.** À la suite de la crise économique de 2008-2012, qui a été l'occasion de nouvelles pressions sur le travail (dégraissage, blocage des salaires, retour d'un management autoritaire, tyrannie de l'urgence et de l'adaptation, focalisation sur le court terme), les entreprises font face à de nouvelles crises, internes. Les salariés n'ont plus confiance en elles. Des pratiques de sabotage, de fuite d'informations stratégiques se répandent. Les individus échangent sur les réseaux, des colères grondent de manière éparses et spontanées et échappent complètement aux forces syndicales. Par l'intermédiaire des réseaux sociaux et par effet de contagion, les révoltes deviennent révolutions et plusieurs directions d'entreprises sont renversées en même temps. Les salariés veulent autodéterminer et auto-organiser leur travail pour que celui-ci ait du sens. Les organisations se démocratisent et se moralisent (dans le sens d'une responsabilité sociale et environnementale).
- f. **Nouvelle maladie professionnelle : le *burn out*.** L'identité numérique, rendue publique sur les réseaux, prime de plus en plus sur l'identité réelle des personnes. La réflexivité sur soi est constante : rien des faits, des écrits n'est oublié, les réseaux relationnels professionnels s'accumulent au fil des années, sans que la page des expériences passées puisse être tournée. Les CV / e-portfolio sont nourris par les réseaux eux-mêmes : l'individu, son évolution de carrière, son identité numérique dépendent toujours davantage des autres. Cette perte de contrôle de l'image publique conduit de plus en plus à des *burn out* identitaires.
- g. **Les *big data* : point fort du revenu universel d'existence.** La réutilisation des données personnelles, symbolisée par les *big data*, fait l'objet de luttes sociales et politiques importantes. Les entreprises pratiquant l'analyse et la réutilisation des données personnelles sont peu à peu contraintes à payer des droits de réutilisation aux usagers (façon CNIL / SACEM). Un revenu universel d'existence se met en place petit à petit, autour de cette rétribution par le secteur privé et d'une allocation versée par les États. Les pratiques de travail se transforment.
- h. **Le travailleur nomade et sa musette d'outils numériques.** Comme les ouvriers qualifiés d'avant la révolution industrielle, les individus rejoignent les organisations munis de leur propre "musette" numérique : des équipements, des environnements de travail, des réseaux professionnels actifs, mais aussi des expériences, des acquis professionnels, des méthodes. Grâce à une professionnalisation des outils grand public, les individus au travail capitalisent sur leurs expériences, se forgent des savoir-faire.

4. Les défis publics

L'État, en tant que puissance publique, est intensément questionné par le numérique, et ce à de multiples titres. Le premier est celui de la puissance administrative, à travers la mise en place de services d'e-administration (*e-gov*), qui sont censés faciliter l'accès,

rendre plus efficaces et moins coûteuses les administrations. Mais les États sont également des puissances politiques qui régissent, voire contrôlent la communication sociale et démocratique. Enfin, les États exercent une souveraineté nationale dans le cadre de frontières que le numérique tend à rendre plus ou moins évanescentes, limitant de ce fait les pouvoirs régaliens. La montée en capacité des citoyens et usagers, l'émergence de nouvelles formes collectives d'action, le foisonnement d'initiatives numériques des pouvoirs locaux ainsi que le double mouvement de la mondialisation et de la communication généralisée qui appelle de nouveaux équilibres internationaux, tout cela implique une transformation sensible de l'exercice de la puissance publique prise en étau entre le local et le global.

Ces incertitudes croisent d'autres questions prospectives relatives à l'action publique non numérique : celle-ci est aujourd'hui confrontée à des finances publiques affaiblies qui ne permettent plus d'interventions vigoureuses dans des champs sur lesquels la prise est faible et qui remettent globalement en question toute politique de "guichet" et de subvention ; à une articulation complexe de l'acteur national avec les cadres internationaux (Europe, OMC, etc.) et ceux de la décentralisation ; à l'allongement de la durée de la vie qui doit conduire à prendre en compte, en toute chose, une plus grande amplitude des générations actives et le poids annoncé de la dépendance des personnes âgées ; à la tension entre les impératifs de la croissance et de l'emploi et ceux du développement durable.

4.1. Les États au défi d'internet

Internet s'est largement développé sans les États et en dehors d'eux, si l'on excepte la paternité américaine de l'Arpanet. La puissance publique s'est donc invitée tardivement sur le réseau, elle ne le régit pas, elle ne le maîtrise pas. D'un côté, l'esprit libertaire ou coopératif des pionniers s'est prolongé au travers de nombreuses initiatives et contributions techniques, académiques ou politiques et se fonde davantage sur la notion revisitée de biens communs que sur la tradition des biens publics. D'autre part, le réseau est devenu un immense espace marchand, régi par les règles libérales de l'économie mondiale, terrain de nouveaux rapports de forces transnationaux – y compris la contestation de l'ordre établi. À l'échelle la plus locale comme à l'échelle mondiale, ce sont de nouvelles articulations public-privé-collectif qui sont à l'œuvre.

La capacité des États à faire exister pour internet un cadre légal et réglementaire, une gouvernance, une régulation, voire un cadre de confiance est mise en question. Les limites de cette capacité peuvent aller dans le sens du non-droit et de la petite et grande (cyber)délinquance ; mais elles peuvent aussi engendrer des formes d'autorégulation (la netiquette, les codes de conduite des développeurs de logiciel libre et des contributeurs de Wikipédia) ; ou encore le transfert du contrôle aux grands acteurs économiques (généralement nord-américains), voire à des oligopoles (les CGU, conditions générales d'utilisation des grandes plateformes de service, tenant lieu de règles). On se trouve alors dans le cadre d'une concurrence de type managérial.

Dans le même temps, la souveraineté des États et l'exercice de la puissance publique sont défiés par la porosité des frontières. Si des efforts significatifs sont faits pour la persistance des pouvoirs régaliens (notamment dans les champs de la sécurité et de la défense), si les questions de souveraineté juridictionnelle (le champ d'application des lois propres à tel ou tel ensemble politique) sont régulièrement abordées par les

législateurs, une incertitude de taille semble exister sur la nature des actions à mener dans le champ de la souveraineté technique, tant dans le domaine des infrastructures et infostructures que dans une approche de dépendance numérique, technologique, applicative et servicielle.

La déréglementation des réseaux a retiré aux États la maîtrise des infrastructures de télécommunications, à la différence des scénarios qui ont prévalu dans les secteurs énergétique et ferroviaire (et même autoroutier). La fin des politiques industrielles des années 1980-1990 a estompé les questions de souveraineté au profit d'approches de développement économique (productivité, compétitivité, développement de l'économie numérique et de ses usages). Les accords entre de grands acteurs mondiaux comme Microsoft et des acteurs publics français (Ville de Lyon, Inria, Centre Pompidou, etc.) n'ont guère rencontré d'objections et Bill Gates a été reçu à diverses reprises en France à l'égal d'un chef d'État ami, tandis que l'emprise de Google sur la numérisation du livre, depuis quelques années, et plus récemment sur la fréquentation des sites de presse français, a fait réagir les plus hautes autorités de l'État. C'est ici l'assiette de la fiscalité qui est la principale source de controverses. La soumission des entreprises des États-Unis au *Patriot Act*, soit l'obligation qui leur est faite de livrer aux autorités américaines toutes données et informations sur les usagers du net, n'a guère fait l'objet de protestations publiques ni de mesures protectrices des droits des internautes français. Mais le développement du *cloud computing* (voir *supra* les développements sur les réseaux et données) fait revenir en force une préoccupation d'indépendance technologique, qui aboutit à un fort soutien public à des projets portés par des industriels "français".

À mesure qu'il se diffuse, internet reflète et amplifie tous les rapports de pouvoir et tous les enjeux géopolitiques. La diplomatie américaine promeut désormais un droit à la connexion, "c'est-à-dire la possibilité non seulement de recevoir des informations par les réseaux mais aussi, réciproquement, de communiquer sa pensée, considéré comme un nouveau droit fondamental. Ce droit à la connexion accompagne un mouvement de mise en relation et d'échange des idées indissociable de l'exercice de la liberté¹", selon Padis (2011), qui ajoute, en citant les exemples de la Syrie et de la Chine, "symétriquement, les réseaux donnent un moyen de contrôle puissant sur les internautes ou les citoyens et les consommateurs". Ainsi, "à la vision libertaire d'un espace numérique sans Dieu ni maître s'oppose celle d'un État qui parviendrait à réguler par la censure, ou encore celle du Big Brother qui sait tout de chacun et piste nos faits et gestes et jusqu'à nos pensées. Entre ces trois postures s'immiscent les deux figures plus rassurantes de l'autorégulation et de la coopération²".

Pour certains, la persistance des États-nations va de pair avec leur capacité à maintenir une certaine fermeture, un certain contrôle³. Cette vision n'est pas seulement le fait des pays les moins démocratiques, où des moyens techniques sont utilisés pour censurer l'expression de l'opinion publique ou les pratiques non conformes à la vision du régime, jusqu'à la coupure des réseaux ; dans de nombreux pays occidentaux, les législations antiterroristes ont, depuis 2001, souvent donné aux États des pouvoirs policiers étendus, renforcés par la puissance des moyens techniques de traitement des

¹ Padis M.-O. (2011), *Esprit*, n° 376, juillet, p. 80.

² Benhamou F. (2011), *Esprit*, n° 376, juillet.

³ Régis Debray.

données. Ce pouvoir des États démocratiques, encadré par les lois, est un sujet de vigilance pour les organisations de défense des droits de l'homme, même si beaucoup considèrent que dans les pays occidentaux les atteintes aux libertés peuvent plus sûrement être le fait d'acteurs privés.

Certains pointent l'importance décisive de la maîtrise de l'identité numérique dans la position des États et dans leur responsabilité à l'égard des citoyens, ainsi la contribution de l'OISTE et de Wieskey au Sommet mondial de la société de l'information (SMSI) de 2005 : "Dans leur course souvent désordonnée pour entrer dans l'ère numérique, les gouvernements ont perdu de vue qu'étendre leur souveraineté dans la sphère digitale était à la fois une responsabilité principale et un défi majeur, l'un des éléments clés de la souveraineté d'un État étant, au-delà de son territoire, son peuple, ses citoyens. (...) On constate l'incapacité qu'ont eue, et qu'ont toujours, les États à donner une identité numérique à leurs citoyens. Cette absence d'identification forte a comme corollaire la majorité des problèmes de cybersécurité actuels. Dans un monde où tout un chacun peut se cacher derrière une forme d'anonymat, toutes les dérives ont pu être observées." Cette approche littérale, à défaut d'ouvrir vers des solutions crédibles (imposer aux usagers une identité numérique liée à leur nationalité ?), souligne une position stratégique affaiblie : les internautes ne se posent guère la question du pays d'origine des dispositifs qu'ils utilisent, qu'il s'agisse de Facebook, de Google, d'Amazon, de Paypal ; les éditeurs de sites web français privilégient largement le .com sur le .fr.

Une approche minimale de la stratégie des États, souvent à l'œuvre, se contentera de prendre acte de cette position faible : il s'agira, dès lors, de veiller à la régulation des réseaux et de la concurrence, de légiférer pour éviter que se développent des espaces de non-droit et de criminalité, d'aider à résoudre les difficultés et déséquilibres, de soutenir l'innovation et la recherche. Si, au fil des années passées, de nombreux États ont adopté des stratégies plus offensives, il se peut que la parenthèse se referme : on pourra croire que la généralisation d'internet a lieu quelles que soient les politiques publiques, qu'il suffit que le marché fasse son œuvre. La faible prise en compte d'internet par les politiques publiques "principales", comme par la prospective publique, laisse parfois supposer que pour les décideurs publics il y a là une question d'hier (déjà réglée), de demain (qui se traitera en temps voulu), d'ailleurs (cantonnée au cyberspace) ou réservée aux spécialistes¹.

Redéfinir les bases d'une stratégie publique en matière numérique, c'est sans doute à la fois se demander si des préoccupations d'intérêt général majeures sont en jeu, impliquant une meilleure maîtrise publique, et comprendre ce qui, à travers internet, modifie les États au-delà du seul champ numérique.

4.2. Politiques publiques numériques

Depuis la fin des années 1990, les politiques publiques "numériques" ont fait l'objet de programmes nationaux dans tous les pays de l'OCDE, et d'une stratégie à l'échelle européenne. Elles se sont structurées autour de deux pôles, Technologies de l'information et Société de l'information.

¹ Marchandise J. F. (2007), "Les questions numériques sont-elles politiques ? ", in Paul C. (ed.), *Le Défi numérique des territoires*, Autrement.

En matière de *technologies de l'information*, il s'agit à la fois de politiques infrastructurelles (haut débit, couverture mobile, TNT, très haut débit), industrielles (télécoms, informatique, médias numériques), de recherche et développement (informatique, réseaux, images, transactions...).

En matière de *société de l'information*, il s'agit de politiques thématiques d'accès et de services, notamment dans les champs de l'éducation, de la santé, de l'aménagement du territoire ; ainsi que de politiques orientées "usages". D'abord focalisée sur la multiplication des lieux d'accès public à l'internet (Espaces publics numériques, Cyberbases de la Caisse des dépôts, puis charte Net Public de la DUI), cette action publique devient progressivement une politique de l'offre dont les principaux efforts se focalisent sur l'équipement des personnes (portables étudiants) et les actions de communication en matière de sécurité (entre autres vis-à-vis des plus jeunes), ainsi que sur le développement de services mobiles (portail Proxima Mobile). Les démarches d'e-inclusion mises en place dans le cadre de la stratégie européenne à Riga (2006) sont peu prises en compte par l'État : elles sont assumées régionalement ou localement par les acteurs territoriaux, de façon dispersée, ainsi que par de nombreux réseaux associatifs souvent liés à l'éducation populaire.

Pilotée par le Premier ministre de 1997 à 2005 (sous les gouvernements Jospin et Raffarin), la politique numérique nationale a fait l'objet d'une moindre attention de 2005 à 2008 (Fillon 2), date à laquelle l'économie numérique est ajoutée au portefeuille du secrétaire d'État à la prospective (Eric Besson, puis Nathalie Kosciusko-Morizet), avant d'être rattachée au ministre de l'Industrie (Fillon 3, fin 2010) puis à la ministre déléguée aux PME, à l'Innovation et à l'Économie numérique (Ayrault, 2012).

À compter de 2008, c'est donc *l'économie numérique*, censée apporter croissance, emploi et compétitivité, qui est au cœur du pilotage de la stratégie publique en matière d'internet. Le plan France numérique 2012 incarne cette approche en pas moins de 154 mesures, focalisées sur quatre priorités : l'accès de tous aux réseaux et services numériques, le développement des contenus numériques, le développement des usages et services dans les entreprises, les administrations et chez les particuliers, la modernisation de la gouvernance. Le récent rapport de l'Inspection des Finances porte principalement sur le financement de l'innovation et le soutien au développement des entreprises, et les axes d'amélioration proposés couvrent l'ensemble de la chaîne d'innovation, à partir de la recherche-développement jusqu'à la commercialisation.

La dénomination "économie numérique" semble à la fois plus large (la fracture numérique est ainsi caractérisée par l'accès ou non à la TNT) et plus étroite (l'économie devient la préoccupation dominante). Toutefois l'action publique ne perd pas de vue les pratiques de l'internet, avec la loi Hadopi de prévention du piratage, la défense du droit à l'oubli, la consultation publique sur la neutralité du net, la loi Loppsi 2 sur la sécurité intérieure, la tentative de mise en place d'Idenum, identifiant électronique universel, et de la CNIE, carte nationale d'identité électronique dont les dispositifs clés (base de données, certificat) sont toutefois censurés par le Conseil constitutionnel au début 2012.

Par ailleurs, la création des pôles de compétitivité a vu émerger plusieurs pôles dédiés au numérique et prolongeant l'action publique industrielle (FUI) et de recherche (ANR) ; il s'agit notamment de Cap Digital (Île-de-France), Systematic (Île-de-France), SCS (PACA), Images et Réseaux (Bretagne), TES (Basse-Normandie).

Le programme "Investissements d'avenir" incarne une part significative de la stratégie publique française à partir de 2009, avec la mise en place du Fonds national pour la société numérique, prévoyant d'engager 3 600 millions d'euros sous forme d'investissements, en fonds propres ou quasi-fonds propres, et de subventions et avances remboursables en direction des opérateurs très haut débit, des collectivités territoriales et des acteurs de l'économie numérique. Outre le déploiement du très haut débit, la sécurité des réseaux, le *cloud computing*, la numérisation du patrimoine, les *smart grids*, la nanoélectronique, les systèmes embarqués, les services mobiles sans contact NFC et les *big data* sont parmi les priorités du FSN, à côté de la santé, de l'éducation et de la ville numérique.

Le gouvernement Valls (2014) voit apparaître une secrétaire d'État "chargée du Numérique" qui, si elle est rattachée au ministre "de l'Économie, du Redressement productif et du Numérique", accorde d'emblée une place importante à d'autres aspects que l'économie, tels l'inclusion et les usages numériques ou la modernisation de l'action publique, et envisage la mise en place d'une Agence du numérique, rassemblant plusieurs aspects de l'action publique en matière numérique, notamment le développement du très haut débit, le label French Tech, la Délégation aux usages de l'internet.

Enfin on ne saurait omettre les initiatives et investissements propres au ministère de la Défense, dont les agents sont souvent les plus au fait des derniers développements technologiques.

Une part importante des politiques publiques numériques est le fait des acteurs publics territoriaux, aussi bien dans le domaine de l'"aménagement numérique du territoire" (infrastructures), qui concerne les investissements les plus importants, notamment dans les réseaux d'initiative publique, que dans de nombreux autres domaines comme l'éducation, la formation, le tourisme, la santé, l'administration, la solidarité (e-inclusion) et l'innovation. Dans tous ces domaines, les fonds structurels européens ont permis, et vont continuer de permettre pour la programmation 2014-2020, une action volontariste dans la plupart des régions, le plus souvent copilotée par la région et l'État (préfectures de région). Les Schémas directeurs territoriaux d'aménagement numérique (SDTAN), la plupart du temps élaborés à échelle départementale (mais reliés au cadre stratégique régional, SCORAN), font une place plus ou moins importante aux services et usages numériques – ces importantes différences de pilotage, d'animation et d'investissement étant le reflet de priorités politiques et stratégiques très inégales selon les territoires. Certains considèrent le numérique comme une question de survie et de désenclavement, et investissent avec constance et détermination (Limousin, Manche, par exemple), d'autres y voient un facteur différenciant (c'est le cas de beaucoup d'acteurs métropolitains), ou un élément structurant de leurs politiques d'aménagement et de développement du territoire (PACA). Dans d'autres territoires, probablement les plus nombreux, les politiques publiques numériques font l'objet d'un portage plus faible ou moins constant. Le rapport *Les Territoires numériques dans la France de demain*, rédigé par Claudy Lebreton, président de l'Assemblée des départements de France, et remis en septembre 2013 à la ministre de l'Égalité des territoires, Cécile Duflot, diagnostique l'état des politiques numériques territoriales et des transformations numériques des territoires et propose un ensemble de recommandations fortes, qui frappent par leur

transversalité : travail, mobilité, démocratie, solidarité, proximité, données, investissements... Si certaines de ces recommandations présentent un caractère d'urgence, il est probable qu'elles soient aujourd'hui dépourvues de destinataires capables d'en conduire la mise en œuvre : l'atomisation de l'action publique territoriale n'est en effet pas résolue par le projet de réforme territoriale, qui ne semble pas s'emparer des atouts du numérique pour proposer une autre approche des organisations publiques. Il y a probablement lieu de relire ces recommandations du rapport Lebreton en les dramatisant davantage : que se passe-t-il si on n'agit pas ?

4.3. L'acteur public en ligne

Outre les politiques générales de "développement numérique", les acteurs publics se préoccupent de leur présence en ligne, mais de façon assez disparate : il a fallu plusieurs années pour que ce sujet soit partie intégrante des missions de la communication publique, de l'information publique et progressivement des services publics eux-mêmes. Cette présence en ligne n'est plus aujourd'hui un simple prolongement du fonctionnement hors ligne : il est possible qu'elle prélude à d'importantes transformations de l'action publique, ou qu'elle entre en tension avec les modalités plus classiques de cette action.

Dès l'arrivée du web, certains gouvernements font de leur présence en ligne un gage de modernité. Ce que l'on appellera progressivement "e-gouvernement" combine communication publique, administration électronique et démocratie électronique, dans des proportions diverses selon les pays. Certains pays "jeunes" comme l'Estonie, indépendante depuis 1991 et entrée dans l'Union européenne en 2003, ont fortement développé ces trois dimensions : conseil des ministres numérique, e-vote, débats et mobilisations en ligne, et un site unique d'administration en ligne, e-estonia.com, rassemblant toutes les démarches vers les administrations publiques et privées et accessible par une e-ID card possédée par 87 % des Estoniens (en 2011). L'Islande, quant à elle, a engagé une refonte de sa constitution en mode wiki dans une démarche de concertation qui repose largement sur les moyens numériques, enrichissant des dispositifs présents (l'aboutissement de cette démarche, en cours, se heurte néanmoins à la contestation de certains acteurs politiques). Aujourd'hui, l'immense majorité des pays de la planète, même les moins avancés, dispose d'une politique "e-gov" plus ou moins développée. Des comparatifs internationaux ont été créés, notamment au sein de l'OCDE et de l'Union européenne, selon des critères qui ne font cependant pas l'unanimité.

Le développement de ces initiatives est souvent lié à plusieurs facteurs :

- La centralisation/la décentralisation des États. Dans les pays les plus "fédéraux", le niveau régional est souvent le niveau structurant de la présence en ligne (c'est notamment le cas en Espagne, en Allemagne ou en Italie). Dans les pays centralisés comme le Portugal, l'Islande, l'Estonie, le niveau national est fort (ajoutons que la taille de ces pays est souvent plus petite, ce qui permet une meilleure gestion des services à l'utilisateur). La France combine les écueils de la centralisation (absence d'échelons régionaux structurants) et de la décentralisation (un grand nombre de communes, une autonomie croissante des collectivités territoriales, la coexistence d'acteurs publics concurrents sur les mêmes thèmes). Une réelle opposition entre États et collectivités territoriales a notamment abouti à

ce que les trois référentiels définis depuis 2005 (interopérabilité : RGI, accessibilité : RGAA, sécurité : RGS) butent sur le principe de libre administration des collectivités territoriales, celles-ci étant peu désireuses de se conformer à des règles édictées par l'État.

- La relation à la protection des libertés, de la vie privée et des données personnelles. Les pays pour lesquels l'identifiant unique ne pose pas de difficulté juridique sont assurément dans une situation différente que les pays dont la législation est plus protectrice, comme la France, qui a opté pour un système de fédération d'identifiants. Dans certains pays comme la Grande-Bretagne (programme *Identity Assurance*), le recours à des identifiants privés comme ceux de Facebook pour se connecter aux services publics est considéré comme acceptable. C'est toute la difficulté du manque de clarté dans la conception et le périmètre des partenariats public-privé.

On pourra comprendre la trajectoire de ces initiatives au travers de deux processus : le web public et l'e-administration.

- a. Le développement du web public.** Le nommage internet est probablement emblématique de la coexistence de la sphère commerciale (qui représente aujourd'hui une vingtaine de domaines de premier niveau génériques et la grande majorité des adresses) et des États-nations (260 domaines de premier niveau nationaux – qui ne sont pas toujours des nations, si l'on prend les exemples de La Réunion et de Saint-Pierre-et-Miquelon). En 1993, avec l'ouverture des sites web culture.fr et diplomatie.fr, les ministères français mettent un pied dans la toile. Deux ans plus tard, le préfixe .gouv.fr s'impose à tous les sites ministériels et crée un premier semblant d'unité du web public, que caractérise en 1996 la mise en place d'Admifrance, "bouquet" de sites web officiels. C'est tout un ensemble de sites d'informations et de services, parfois hérités du Minitel, qui se développent. Le PAGSI de 1997 enjoint à chaque ministère de créer son site web et de communiquer en ligne ; progressivement, chaque organisation publique, y compris les services déconcentrés de l'État, va se doter de son ou de ses sites web.

En 2000 ouvre service-public.fr, portail de l'administration française. Au fil des années, plusieurs centaines de sites nationaux, plusieurs milliers de sites publics (notamment territoriaux) sont créés, à l'initiative de chaque acteur public, sans véritable cadre d'ensemble, l'inscription dans l'annuaire des sites publics étant facultative – par exemple pour les sites territoriaux en vertu de l'autonomie des collectivités territoriales, renforcée par la décentralisation. Le nommage des sites publics hors sphère gouvernementale est loin d'être conforme aux règles établies (le .com n'est pas rare) ; le maillage de ces sites entre eux, au sein d'un même territoire ou d'un même champ thématique, laisse souvent à désirer. Cette profusion, révélatrice d'une dynamique d'initiative et d'innovation, se combine avec de premières difficultés de qualité et de cohérence et s'avère perturbante pour les usagers, au point qu'en 2010 le rapport Riester, portant sur l'amélioration de la relation numérique à l'utilisateur, engage un processus de diminution du nombre de sites publics : il propose de diviser par dix le nombre de sites de l'État, alors au nombre de 564 ; le rapport 2011 indique que 160 sites ont été regroupés ou supprimés et maintient l'objectif d'une soixantaine de sites au total fin 2012. Après

une première charte ergonomique publiée en 2008, la Charte internet de l'État est publiée en mars 2012, les sites ayant eu jusqu'à la fin 2013 pour s'y conformer.

Mais l'État est loin d'être l'organisateur du web public : les collectivités territoriales sont éditrices de très nombreux sites web qui ont souvent une audience bien supérieure aux sites de l'État sur leur territoire, à mesure que les élus locaux y voient un bon vecteur de communication avec les citoyens. Le succès du label "Villes internet", appliquant au numérique la logique du palmarès des villages fleuris, illustre cette implication progressive et parfois très forte des communes. La couverture territoriale du web public reste cependant très partielle, et certaines régions (comme l'Auvergne, ou la Bourgogne au travers du GIP e-Bourgogne) et certains départements (comme les Landes) prennent l'initiative de proposer aux communes et intercommunalités un soutien à la création de sites web sur des plateformes mutualisées.

Cette dynamique de présence territoriale est faiblement articulée avec l'information publique nationale, si l'on excepte le "co-marquage" entre service-public.fr et de nombreux sites locaux. Posant des problèmes de cohérence et de qualité, elle est, en revanche, redynamisée par les approches de services en ligne, la géolocalisation et la poussée de la cartographie, ainsi que par la montée de l'*open data*.

- b. **L'administration électronique.** Au-delà des sites web publics, l'enjeu depuis le début de la décennie 2000 est le développement de services publics en ligne, visant à la fois à apporter un meilleur service à l'utilisateur et à moderniser les administrations. Les rapports officiels se succèdent à un rythme accéléré (Lasserre, De la Coste, Carcenac, etc.). D'abord marquée par la numérisation des formulaires et se contentant de prolonger en ligne l'administration telle qu'elle est, avec ses complexités, l'administration électronique se préoccupe surtout de déclarations et de paiements ; elle parvient progressivement à "mettre l'utilisateur au centre", les grandes administrations intégrant l'internet dans une stratégie multicanal (accueil, mail, téléphone) très proche de la gestion de la relation client existant dans le monde des services privés. En France, la déclaration d'impôts en ligne est emblématique de cette évolution, devenant progressivement, avec Impôts Service (téléphone), le cœur d'une nouvelle approche. Le compte fiscal permet aujourd'hui de fédérer déclarations, paiements et autres documents, et relations entre les administrations fiscales et les particuliers. Le portail Net-entreprises permet, quant à lui, d'effectuer un ensemble de déclarations sociales au travers d'un même compte entreprise.

L'administration électronique "réelle" comprend, en 2012, plusieurs dizaines de services opérationnels, comportant une gestion de compte personnel, des possibilités de transaction, voire un suivi dans le temps. Citons entre autres le paiement d'amendes en ligne, les démarches de cession de véhicule, le suivi des points de permis de conduire, les inscriptions étudiantes (admissions postbac) et le dépôt de dossiers à la Caisse d'allocations familiales, le dossier professionnel des enseignants (i-prof), la gestion des chèques emploi-services (CESU), le suivi de dossier de sécurité sociale (Ameli), la reconstitution de carrière proposée par le GIP Infos-retraites, les démarches de changement d'adresse. Ces services aujourd'hui disjointes sont, pour certains, connectables à "Mon service-public", fédération d'identifiants, qui ne dispense pas l'utilisateur de s'inscrire à chacun et de

gérer chacun de ses comptes séparément. À mesure que les services deviennent plus nombreux, et que leurs usages se développent (adoption par les usagers ou prescription par les administrations), ils peuvent contribuer à simplifier ou à compliquer la relation aux administrations et la gestion par chacun de sa vie administrative désormais numérisée.

La gestion de pièces dématérialisées voit l'émergence de coffres-forts numériques publics ou privés. Le développement des smartphones et des usages mobiles fait émerger la question des services publics mobiles ; non seulement par souci de modernité, mais parce qu'un nombre important d'utilisateurs n'ont accès à internet que par leur mobile ; et parce que certaines fonctions du mobile (géolocalisation, portativité, scan de QR codes ou NFC) permettent des interactions supplémentaires.

Une part significative des services publics en ligne est portée, du fait de la décentralisation mais aussi de la proximité, par les collectivités territoriales. Pour certains, ces services sont rendus possibles par l'ouverture au web des applications informatiques : de nombreuses collectivités ont investi, séparément, dans des achats d'applications et de prestations parfois identiques (la plupart des fournisseurs de l'informatique territoriale, éditeurs et SSII, mais aussi agences de communication, ayant bâti leur modèle sur la vente multiple), ou totalement spécifiques. Beaucoup proposent, comme les services nationaux, des ouvertures de comptes qui peuvent être spécifiques à chaque application ou unifiées à l'échelle d'une ville. En revanche, la coexistence d'échelons territoriaux sur un même espace géographique ne génère guère de synergies, ni pour l'utilisateur ni pour le contribuable. Ainsi la dématérialisation de l'achat public, engagée en 2004, a parfois vu plusieurs villes d'une même agglomération, l'agglomération elle-même, voire le département et la région, choisir jusqu'à cinq solutions différentes. Les cohérences territoriales sont rares, hormis les exemples de la Bourgogne (GIP e-Bourgogne) ou de la Bretagne (syndicat mixte e-Mégalis), et le paysage français est très morcelé, avec une offre de bonne qualité dans certaines grandes villes et une recherche de cohérence à l'échelle de certains départements (Tarn, Manche, etc.). Dans le même temps, les petites collectivités, ne disposant souvent pas de systèmes d'information, bénéficient parfois d'une mutualisation intercommunale, voire départementale (SMIC17, syndicat mixte en Charente-Maritime). L'orchestration nationale de ces chantiers, qui a fait l'objet de tentatives au milieu des années 2000, est à nouveau à l'ordre du jour depuis la mise en place d'une instance partenariale État-Territoires animée par la DIMAP et les associations d'élus. Mais les deux imposants programmes de dématérialisation portés par l'État en direction des collectivités ont été des chantiers longs, douloureux et coûteux. Il s'agit d'Actes (ministère de l'Intérieur : contrôle de légalité des délibérations, arrêtés, contrats et autres actes des collectivités locales) et de Helios (Direction générale de la comptabilité publique : gestion comptable et financière). De nouvelles étapes en la matière sont imminentes (2015) comme la dématérialisation des échanges de données d'état civil entre administrations et l'obligation de télétransmission des données comptables au Trésor.

L'administration électronique, outil de modernisation, est vue comme une opportunité de réduction de coûts, par substitution (fermeture de guichets, préfiguration de regroupement de services), ou par suppression de tâches devenues

superflues (la carte vitale automatise la saisie de la majeure partie des remboursements) ou déportées vers l'utilisateur (qui remplit ses formulaires, gère ses dossiers en ligne, édite au besoin sur sa propre imprimante). La lourdeur et le coût de ces chantiers informatiques, leur efficacité discutable sont souvent contestés au regard des attentes de proximité que relaient aussi bien les acteurs territoriaux que les acteurs de la médiation sociale : dans les deux cas, l'e-administration semble pourtant pouvoir apporter des formes de proximité, par réinvention des lieux, des services et des médiations.

La feuille de route numérique présentée par le gouvernement en décembre 2012¹ oriente l'action publique vers davantage de cohérence, tant sur le plan informatique que pour l'usager. Elle affirme une recherche de complémentarité physique-numérique. Le gouvernement incite par ailleurs les services de l'État comme les collectivités territoriales à recourir davantage aux logiciels libres². Ces nouvelles orientations, très récentes, n'en sont encore qu'aux déclarations d'intention. Elles supposent d'importantes transformations dans les modalités d'achat des acteurs publics (le code des marchés publics ne favorisant pas la mutualisation), dans la conduite des projets (les grands projets-tunnels, peu modulaires, étant peu propices à la souplesse, à l'innovation et aux partenariats), dans les capacités de maîtrise d'ouvrage (parfois insuffisantes face à la complexité technique, juridique, économique ou sociétale des projets). La mission de mutualisation des investissements en matière de services numériques, menée par la Caisse des dépôts pendant plusieurs années, n'est pratiquement plus remplie aujourd'hui. Il y a probablement là une piste à explorer à nouveau. Une autre piste à l'étude est celle des "magasins d'applications" publics, à l'image de l'App Store britannique, visant à partager un nombre croissant d'applications entre administrations, afin de permettre une plus grande cohérence et une qualité de service mieux répartie.

4.4. "Ouvrir" l'action publique : vers l'*open gov* ?

Les deux décennies passées ont vu une évolution globale du rôle de l'État³, qui doit composer avec d'autres acteurs privés et publics, nationaux et internationaux, avec une demande croissante de "partage du pouvoir" venant d'acteurs de la société civile, avec une accélération du monde souvent peu compatible avec les temps de la délibération, de la décision et de l'action publique. Internet agit comme un levier dans ces trois domaines : la puissance des acteurs numériques interfère constamment avec les champs de l'action publique ; l'expression des internautes enrichit le débat politique en le faisant sortir des cadres institutionnels classiques ; et les pouvoirs publics se trouvent souvent dépassés par le rythme des transformations techniques, économiques et sociales charriées par l'innovation numérique permanente. Supposé "fermé" (bureaucratique, opaque, dominant sans partage), l'acteur public national ou local est aujourd'hui convié, dans de nombreux pays, à "s'ouvrir", à mettre en place des cadres de gouvernance, à coopérer avec des acteurs tiers. Les terminologies de "ville comme plateforme d'innovation ouverte" et de "gouvernement comme plateforme" illustrent

¹ Comité interministériel pour la modernisation de l'action publique, 18/12/2012
<http://www.modernisation.gouv.fr>

² Circulaire du 19 septembre 2012.

³ Sur les composantes non numériques de ces évolutions et de la perte de vision stratégique, voir Sauvé J.M., *Enjeux et défis de l'administration en 2012*. <http://www.conseil-etat.fr/fr/discours-et-interventions/enjeux-et-d-kgf.html>

deux volets de cette évolution conduite par des facteurs disjoints. L'*open data* en est un élément emblématique, la confrontation des institutions publiques aux questions d'innovation en est un autre.

a. De l'information publique à l'*open data*. Dès 1997, en France, le PAGSI¹ indiquait que "pour répondre à l'exigence démocratique de transparence de l'État, un accès plus aisé à l'information publique [était] indispensable. (...) Les données publiques essentielles doivent désormais pouvoir être accessibles à tous gratuitement sur internet". Le rapport Mandelkern (1999) précise la richesse des nouvelles opportunités, tout en pointant les questions économiques et juridiques qui ne manqueront pas de survenir, notamment dans les champs de l'information géographique (IGN, entre autres), des données publiques juridiques (concession ORT), de l'information économique et financière sur les entreprises (Inpi, greffes des tribunaux de commerce, Bodacc, Insee). L'Europe (DGXIII) mène des réflexions analogues à la même période (Livre Vert, 1999) et aboutira quelques années plus tard à la directive PSI (2003), puis à la directive Inspire (2007) émise par la Direction générale de l'environnement mais dont la portée dépasse les données géographiques et environnementales. En décembre 2011, la stratégie européenne *open data* est publiée : l'*open data* devient la norme. Aux États-Unis, le mouvement a émergé en 2007, dans la mouvance de la Sunlight Foundation, avant que Barack Obama, dès le début de son premier mandat (2009), ne l'intègre dans son Open Gov Initiative. En France, le mouvement est venu de la société civile (FING, Regards citoyens, Libertic) et des collectivités territoriales (Rennes Métropole début 2010, Communauté urbaine de Bordeaux), car l'État demeurait dans un premier temps incertain sur les questions de commercialisation (l'APIE étant prioritairement chargée de "valoriser" le patrimoine immatériel de l'État). Puis fut lancé ÉtatLab, mission chargée en 2011 de mettre en place le portail interministériel data.gouv.fr et rattachée à la fin 2012 au secrétariat général à la Modernisation de l'action publique.

Cette ouverture des données publiques est mise en œuvre dans de nombreux pays et territoires, les acteurs publics "ouvrant" de nombreux jeux de données de qualité diverse, souvent géolocalisées, parfois nationales. Une communauté active se préoccupe d'enrichir ces jeux de données par d'autres données produites par les utilisateurs eux-mêmes (par exemple, Le prix de l'eau), et il arrive que des acteurs privés entrent dans des démarches d'*open data*, en tant que déléguaires de l'action publique, ou parce qu'ils y gagnent sur le plan commercial ou stratégique. Les réutilisations sont déjà nombreuses, l'une des plus visibles étant la "datavisualisation". D'ores et déjà, l'*open data* augmente la valeur d'usage des données publiques et contribue à ce que l'État repense l'approche économique de ses opérateurs en affirmant le principe de la gratuité².

L'ouverture des données publiques reste cependant fragile, partielle, lente. Certains acteurs publics découvrent à cette occasion que leurs fournisseurs, déléguaires, concessionnaires ou autres partenaires de service public ne sont pas prêts à jouer gratuitement le jeu de l'ouverture ; ils se trouvent dès lors sans

¹ Programme d'action gouvernemental pour la société de l'information. Cette position prolongeait la logique de la loi CADA de 1978.

² CIMAP du 18/12/12, décisions 32 et 33.

moyen d'action jusqu'à expiration du partenariat. D'autres tirent directement parti de l'ouverture : ainsi Brest Métropole Océane a versé ses données géographiques à Open Street Map et bénéficie ainsi des enrichissements collaboratifs des usagers, tout en nouant divers partenariats avec des coproducteurs ou des réutilisateurs privés. D'autres encore ne s'accommodent pas si bien de leur perte d'exclusivité, comme le montre l'exemple de Fourmisanté, site web prenant appui, entre autres, sur les données publiques des tarifs de soins médicaux, et contraint à y renoncer par la CNAMTS à l'automne 2012. La réutilisation, quant à elle, ne trouve pas toujours ses modèles économiques (la plupart des projets du premier concours rennais n'ont pas survécu un an) ; elle est à la fois le fait de petits innovateurs, de grands acteurs privés (des services urbains, des services numériques), de collectifs citoyens ou de médias. Mais parmi les premiers réutilisateurs des données ouvertes par les administrations publiques, on trouve l'administration elle-même.

"L'ouverture des données publiques semble suivre plusieurs objectifs à la fois : le programme Transparency and Open Government de Barack Obama associe la transparence à la nécessité pour les représentants de devoir rendre des comptes sur leurs actions (*accountability*) tout en promouvant la participation des citoyens (...). Un tel programme s'appuie notamment sur un ensemble de réflexions (...) qui soulignent la complexification des processus décisionnels dans un contexte où l'action politique est radicalement placée sous le sceau de l'incertitude", selon Stéphanie Wojcik¹. Le même auteur pointe néanmoins la poursuite d'une logique néo-libérale de management public visant à la prise en charge par des prestataires privés de la fourniture de services aux publics. Par ailleurs, en France, les dynamiques démocratiques sont plutôt portées par les acteurs non gouvernementaux (Owni, Regards citoyens, Open Street Map, Libertic, etc.) et l'usage de l'*open data* dans des processus de concertation et de débat public reste plus que modeste, sans même parler des mécanismes décisionnels.

b. Le gouvernement comme plateforme ? Dans l'*open data* comme dans l'*open gov*, "ouvert" peut donc signifier à la fois transparent et rendant des comptes, ouvert à la démocratie, au sens de l'Open Society de Karl Popper, décloisonné entre administrations, ouvert au sens de l'*openness* technique (standards ouverts et interopérabilité) et au sens de "l'innovation ouverte" (à la contribution des usagers-citoyens et des innovateurs de services, entreprises ou associations, par exemple).

Cette piste de l'ouverture, que de nombreux acteurs non gouvernementaux proposent et que de nombreux pays semblent en passe d'adopter, pose à nouveau la question de ce que l'acteur public fait ou ne fait pas, de ce qu'il laisse faire et permet de faire (en approche libérale), de ce qu'il doit maîtriser (en État-stratège), de ce qu'il doit ouvrir à la participation démocratique.

L'acteur public est aujourd'hui souvent en situation de concurrence ; c'est le cas entre les services municipaux en régie et la délégation, sur des thèmes où la puissance publique reste néanmoins le financeur et le service public le cadre. Mais s'agissant d'information en ligne (économique, culturelle, touristique, de santé...) comme de services mobiles, il est plausible que d'autres acteurs, petits et grands,

¹ Wojcik S., 2011.

agissent sans lui s'il ne joue pas ce nouveau rôle que certains baptisent plateforme : créer les conditions pour que d'autres produisent les informations et les services numériques, pour que les usagers et citoyens accèdent facilement aux services, aient le choix entre les différentes propositions, puissent en changer et déménager leurs données. Les conditions techniques s'appellent interopérabilité, portabilité, API publiques. Les conditions juridiques s'appellent "conditions générales". Deux exemples permettent d'illustrer cette position inconfortable de concurrence et les pistes de coopération qui semblent s'amorcer.

Pôle Emploi est de plus en plus fortement concurrencé dans le domaine des annonces d'emploi en ligne, d'abord par les *job boards* (Monster, Régionsjob, etc.) et les agrégateurs et métamoteurs (Indeed), et maintenant par le Bon Coin, en tête des sites privés en la matière¹. Le plan stratégique adopté en 2012 permet d'engager des partenariats avec les sites privés pour présenter leurs offres d'emploi et non seulement celles de l'opérateur public. Dans le cas présent, il s'agit d'un simple partenariat web, mais il montre la prise de conscience par les acteurs publics de leur perte d'exclusivité.

Le portail national Mon service public, initialement dédié à la fédération d'identifiants, a choisi d'ouvrir un ensemble de services à ses usagers, parmi lesquels un coffre-fort numérique. Relativement peu utilisé, il se trouve aujourd'hui en concurrence avec de grands acteurs (La Poste avec son offre Digiposte, un certain nombre de banques et de compagnies d'assurance), ainsi qu'avec de petits acteurs innovants et très partenariaux (Home Bubble, Adminium). En la matière, le rôle de l'État devient à la fois un rôle de subsidiarité mais aussi potentiellement un rôle plus fertile d'interopérabilité permettant de garantir, entre un ensemble d'offres concurrentes, la possibilité de déménager ses données, l'utilisateur pouvant ainsi accorder ou retirer sa confiance aux acteurs de son choix.

L'ouverture d'API publiques, quant à elle, est à l'étude dans de nombreuses organisations publiques comme dans plusieurs métropoles, considérant qu'il est parfois plus fertile, plus réaliste et moins coûteux pour l'acteur public de faire émerger un écosystème d'innovateurs produisant les applications et services en ligne, pour le web comme pour les mobiles, que d'essayer de tout faire lui-même. De telles pistes sont examinées avec prudence, compte tenu des questions de responsabilité et de qualité qu'elles ne manqueront pas de poser ; mais elles ne peuvent plus aujourd'hui être laissées de côté.

Dans la lecture américaine de l'*open gov*, vu comme "gouvernement 2.0", pour reprendre l'expression de Tim O'Reilly², ouverture à l'innovation commerciale, service public et démocratie font bon ménage. Il n'est pas dit qu'en contexte français les frontières soient aussi aisées à franchir.

L'entrée de la France, en avril 2014, dans l'Open Government Partnership, puis à son comité de direction, à l'initiative des ministres Marylise Lebranchu et Thierry Mandon, semble affirmer un renforcement de l'engagement français dans la voie

¹ Source Médiamétrie–Netratings, novembre 2012.

² À propos du livre de Tim O'Reilly *Open Government* et de la réponse d'Andrea Dimaio *Why Government is not a platform*, lire <http://www.internetactu.net/2010/06/24/du-gouvernement-comme-plate-forme-ou-linverse/>

du "gouvernement ouvert", défini par Henri Verdier, directeur d'Etalab, comme un moyen de renforcer la responsabilité de l'acteur public et la participation des citoyens et des acteurs de la société¹.

4.5. Questions démocratiques

Les États et les autorités locales sauront-ils prendre en compte les formes politiques et sociales qui leur échappent, les mettre à contribution, construire avec elles les modalités d'ouverture évoquées plus haut ? Jusqu'où peuvent aller les notions de transparence, de participation et de coproduction qui sont affichées en la matière ? La réalité de 2012 ne dépasse pas l'horizon de la transparence, les formes de démocratie participative ou délibérative étant toujours très marginales et vues avec méfiance par la plupart des acteurs de la démocratie représentative. La relation des citoyens à leurs représentants et des usagers aux administrations est néanmoins une préoccupation croissante, nourrie par des facteurs très hétérogènes, outillée par les dispositifs numériques.

Plusieurs évolutions sont à observer dans ce registre, et qui interfèrent entre elles :

- a. Une citoyenneté augmentée ?** La relation des citoyens à l'État et aux organisations politiques se modifie. De nouvelles gouvernances deviennent possibles, dont les citoyens et de nouveaux collectifs seraient partie prenante. L'émergence des formes numériques d'expression, de pétition, de mobilisation collective et d'activisme a marqué l'époque récente, au point qu'on prête aux réseaux numériques un rôle exorbitant dans le "printemps arabe" ou dans les transformations annoncées de certains régimes autoritaires (Chine, Iran, Corée du Nord, etc.). Les transformations des démocraties représentatives, en revanche, se font attendre.

En France, les tentatives de "e-démocratie" ont été jusqu'ici peu transformatrices à l'échelle nationale (forums gouvernementaux en ligne). Des tentatives plus ambitieuses ont été entreprises à l'échelle locale, comme le programme Dream+ de la région Nord-Pas-de-Calais (soutien à l'usage de dispositifs numériques dans le cadre d'une trentaine de projets de démocratie locale) ou le programme Démocratie en réseaux de la région Ile-de-France (cycle de réflexion, formations et expérimentations conduit avec des acteurs associatifs du territoire francilien). Les acteurs de la démocratie participative commencent à intégrer les dispositifs numériques dans leur ingénierie, les élus commencent à prendre en compte le fait internet dans leurs relations avec leurs électeurs. Même si la plupart de ces formes restent aujourd'hui très "descendantes", certaines initiatives vont dans le sens de la "capacitation" (*empowerment*) des citoyens.

L'approche de la transparence évoquée plus haut se réfère explicitement à la critique récurrente de l'opacité du pouvoir, le dualisme transparence-opacité étant selon certains auteurs (Philippe Breton, Magali Bessone) issu de la philosophie politique américaine (Emerson, Thoreau) qui leur paraît fondatrice à la fois de la contre-culture californienne, du culte de l'internet et d'une approche de *self-government* qui s'affranchit des États. Pour de nombreux auteurs et acteurs,

¹ Cette position d'Henri Verdier, exprimée dans *Rue 89*, vient en réponse à la sociologue britannique Evelyne Ruppert qui écrivait dans *MyScienceWork* : "L'*open data* est-il un leurre politique ?".

l'internet existe et se développe en dehors des États. Ses premiers temps furent marqués par l'esprit de la contre-culture américaine diffusé *via* des publications comme la "déclaration d'indépendance du cyberspace" de John Perry Barlow ou "TAZ" (Temporary Autonomous Zone) de Hakim Bey. Les travaux de Patrice Flichy ou Dominique Cardon ont pointé l'imaginaire des pionniers, les composantes de l'esprit hacker, la "république des informaticiens" des débuts de l'internet, valorisant une culture de l'échange et de la coopération entre égaux prolongée aujourd'hui par le succès des pratiques *peer-to-peer*, des formes coopératives, des échanges horizontaux.

Internet est ainsi devenu, entre autres, le champ de nouvelles formes d'expression qui s'affranchissent des *gate keepers* politiques et médiatiques (Cardon, 2010). Des formes inédites de mobilisation utilisent les forums, les blogs, les réseaux sociaux, et l'on voit apparaître des collectifs informels qui ne déposent pas forcément des statuts en préfecture mais visent explicitement un renouveau démocratique.

Dans ces domaines, les incertitudes sont de plusieurs ordres :

- Les organisations politiques et syndicales, ainsi que les grandes fédérations associatives, ont pour l'heure échoué à prendre en compte les fonctionnements des réseaux numériques. Comment peut évoluer leur rôle, seront-elles mises en danger et verra-t-on progressivement se déliter l'engagement "affilié", ou peut-il y avoir un tuilage entre formes anciennes et nouvelles ?
- Si ces articulations ne se font pas, en contexte de crises et d'incertitudes, va-t-on vers des formes de "contre-démocratie" plus fortes et plus construites ? L'hypothèse de voir s'étendre les formes les plus radicales est-elle plausible ? Les États démocratiques seront-ils amenés à se poser la question d'un contrôle plus serré des réseaux ?

La question de la complémentarité ou de la concurrence entre ces mouvements "numériques" parfois volatiles et les cadres politiques, associatifs ou syndicaux existants se pose depuis quelques années ; des complémentarités se font jour, des trajectoires d'appropriation émergent ; pour l'heure, le nombre de créations d'associations n'a pas diminué et les réseaux s'avèrent souvent complémentaires des formes plus classiques de manifestation ou d'expression publiques.

Le renforcement de ces formes collectives est aujourd'hui à l'état de question, comme l'est celui de la mise en place de formes démocratiques plus participatives, aujourd'hui proposées de façon très limitée.

- b. Un "quatrième pouvoir" en crise ou en recomposition.** En lien avec ces transformations, la reconfiguration du paysage des médias modifie les champs d'exposition et d'interaction du politique. Devenue un produit d'appel des grandes plateformes, l'information journalistique est plus que jamais soumise à l'obligation d'accrocher et de séduire les publics, et les industriels peuvent en contrôler les effets en temps réel, accentuant la pression commerciale que les modèles publicitaires classiques avaient déjà installée et la faisant porter aux journalistes pigistes eux-mêmes, souvent payés selon l'audience de leurs articles. L'autocensure et les choix éditoriaux qui en résultent ne pouvant guère produire un journalisme de qualité, la démocratie s'en trouve affaiblie. Depuis plusieurs années, la floraison des

blogs a, de plus, introduit une concurrence "gratuite" à la presse. En quelques années, de nombreux blogueurs citoyens se sont engagés en politique ou se sont professionnalisés dans le web ; mais Agoravox (2005), le premier média participatif français, a vu la qualité de ses contenus se dégrader progressivement, délaissé par des auteurs qui ont trouvé d'autres espaces et infiltré par des contributions extrémistes, conspirationnistes ou simplement médiocres.

Dans le même temps, la domination de formes courtes et instantanées semble s'établir, en même temps qu'internet donne accès à une information plus raffinée et plus élaborée (jusqu'aux capacités que donne l'*open data* de mener des analyses approfondies et combinées sur la base de données accessibles, dont s'empare le data-journalisme). Ces deux pôles sont en tension, avec de part et d'autre un rôle très important des usagers qui twittent, commentent les blogs ou les écrivent.

- c. Une nouvelle relation aux usagers.** À mesure que les services publics nationaux ou locaux deviennent aussi des services numériques, ils transforment de plusieurs manières la relation des acteurs publics aux usagers. La première transformation est normative : l'internet est obligatoire dans certains pays pour certaines démarches, c'est notamment le cas dans plusieurs pays scandinaves et baltes, allant jusqu'à la création d'identifiants e-ID à la naissance ; en France les inscriptions universitaires doivent se faire en ligne, les annonces de Pôle Emploi sont dématérialisées.

D'autre part, les relations numériques entre gouvernants et gouvernés vont dans le sens d'une servicialisation (État et pouvoirs publics sont les acteurs de l'offre, les usagers des "clients") : cette évolution est caractérisée par l'ouverture et la tenue de "comptes" sur les plateformes publiques nationales ou locales, la montée de préoccupations de qualité de service, d'environnement de services, de confiance ; ainsi que par l'intégration par de nombreux acteurs publics des logiques du CRM, rebaptisé "GRC" (Gestion de la relation citoyen)¹, prenant généralement des précautions importantes en matière de protection des données personnelles et de respect de la vie privée. Face à cette logique servicielle se développent des démarches consuméristes de la part des usagers des services publics (classements, comparateurs).

Enfin, il arrive désormais fréquemment que les acteurs nationaux ou locaux fassent appel au savoir d'expérience des usagers pour améliorer les services publics, soit par simple consultation ou appel à contribution, soit dans des formes plus construites de coproduction, comme celles qu'encadre la Commission nationale du débat public : chargée de promouvoir la participation du public de proximité à l'élaboration des projets d'aménagement ou d'équipement ayant une incidence importante sur l'environnement ou l'aménagement du territoire, elle s'appuie en partie sur des dispositifs numériques d'information et d'échanges.

¹ Cf. Massit-Folléa F. et Méadel C. (2006), "Consumer Models in the Encounter between Supply and Demand of Electronic Administration", in *Social Informatics: An Information Society for all ?*, IFIP - International Federation for Information Processing, volume 223, pp 209-217.

4.6. Rébellions, déconnexions

La généralisation de l'internet ne signifie pas que son adoption se passe dans de bonnes conditions, et de nombreux signaux montrent l'existence de fortes résistances aux technologies numériques, qui passent par la non-adoption (de l'ordinateur, de l'internet, du mobile), souvent par les seniors ; ou le rejet, parfois par les actifs, ou un usage méfiant, ou encore un usage malheureux (stress personnel ou professionnel). La diversité de ces trajectoires de rejet, voire de déconnexion, fait l'objet de différents travaux de recherche en France et dans le monde. L'impérialisme du numérique y joue un rôle, de même que la saturation cognitive, ou le nouveau rapport au travail marqué par l'interpénétration des espaces et temps privé et professionnel. La surexposition sur les réseaux sociaux entre également en jeu. Si en 2012 ces phénomènes sont encore peu visibles, une "bifurcation" possible serait, à l'échéance de 2030, leur renforcement.

Au-delà des facteurs personnels, une hypothèse crédible consiste à voir les technologies numériques devenir un sujet de contestation politique, du fait de leur participation à des modes de croissance contestés : l'obsolescence programmée des matériels comme la consommation considérable des *data centers* et du *cloud computing* conduisent à une empreinte écologique excessive. L'utilisation de "terres rares" comme de matériaux polluants a des conséquences écologiques et sociales considérables. Les gains de productivité engendrés par le numérique ont pour conséquence première, dans de nombreux domaines, de supprimer des emplois et de les remplacer par des machines, tout en augmentant la pression sur les travailleurs. Les systèmes intelligents urbains et ubiquitaires dépossèdent l'homme de certaines de ses capacités, de même que la sophistication technique de nos équipements quotidiens les rend non réparables par le profane. Tous ces facteurs, et bien d'autres, étayent un argumentaire technophobe prônant la décroissance, qui pourrait se développer à mesure que les bénéfices des technologies apparaîtront comme incertains et que leurs conséquences négatives seront visibles. Si les "néo-luddites" sont aujourd'hui relativement rares, les formes de rébellion face au numérique seront à prendre en considération, comme le sont les formes de rébellion et de contestation sociale *via* le numérique évoquées plus haut. En contexte de crises sociales et environnementales fortes, elles ne pourront que gagner en vigueur.

4.7. Libertés et sécurité

L'affaire Snowden et ses rebondissements ont révélé, en 2013-2014, l'ampleur des pratiques d'espionnage numérique pratiquées par les États-Unis et d'autres pays. Pour certains observateurs, cette découverte ne constituait pas à proprement parler une nouveauté, de telles pratiques étant connues depuis la révélation d'Echelon au milieu des années 1970. L'espionnage entre alliés a frappé les esprits, de même que le sort réservé aux lanceurs d'alerte comme Edward Snowden, contraint à l'exil et accueilli par la Russie. Une tension durable est installée entre liberté et sécurité.

De nombreux États ont renforcé leurs moyens d'espionnage et de contre-espionnage numérique, sur le plan technique (avec le renfort volontaire ou contraint des opérateurs privés, ou à leur insu) comme sur le plan juridique (la lutte contre le terrorisme a justifié une importante extension des pouvoirs de police – et semble dépasser fréquemment ce cadre élargi). Les extensions numériques des conflits mondiaux (recrutement de jeunes Européens partant combattre en Syrie,

cyberattaques liées à la situation en Ukraine ou à Gaza...) conduisent les services de police et militaires à renforcer leurs compétences et leurs capacités d'intervention et d'investigation. Elles génèrent des coûts sans cesse plus importants, tout en instaurant une porosité croissante entre les populations civiles de toute la planète (résidents, mais aussi diasporas et populations déplacées) et les zones de conflit.

De nombreux défenseurs des libertés considèrent que l'alibi du terrorisme est utilisé à tort et à travers, qu'il y a lieu de protéger les lanceurs d'alertes, d'appeler les États à respecter l'état de droit et qu'un cadre international, ou au moins européen, de libertés numériques est à réinventer.

Cette affaire, si elle a provoqué un réveil des consciences de nombreux citoyens et usagers, n'a pourtant pas découragé les usages massifs du *cloud* américain par les particuliers comme par les entreprises. Dans une communauté plus experte, en revanche, elle a renforcé ceux qui plaident pour une décentralisation de l'internet et qui développent des solutions techniques permettant d'échapper à la surveillance des réseaux et des données ; de tels moyens techniques, déjà utilisés par des mouvements militants en contextes dictatoriaux, ne font que se répandre, permettant aux usagers les plus avertis d'échapper à l'espionnage massif.

Si elle ravive et actualise la tension classique entre sécurité et liberté, l'affaire Snowden renforce également la conscience partagée des enjeux économiques de la protection des réseaux et des données, ainsi que les enjeux liés à la dépendance numérique des États, des territoires et des entreprises à l'égard d'hébergements et services *cloud* situés aux États-Unis ou dans d'autres pays dont les législations et les garanties techniques représentent un risque en matière de libertés, de sécurité et d'intelligence économique.

Chapitre 4

Enseignements et action publique

Internet influence aujourd'hui l'ensemble des dimensions économiques et sociales et ce, à l'échelle du globe. La façon dont il s'est développé jusqu'à présent va perdurer sur certains axes où internet est désormais doté d'un héritage qui fait inertie. Néanmoins, ce développement continu et toujours massif conduit à des changements d'échelle qui forment autant de ruptures, du fait du franchissement de seuils en termes d'accès, d'usage, de valeur. Sur d'autres axes, de véritables tensions grossissent, sur lesquelles la société aura à faire des choix. A l'instar de tout réseau de communication, internet apparaît de plus en plus comme le champ de bataille mondial de la création et du partage de la valeur économique ainsi que des valeurs sociales. Les enjeux sont donc colossaux, pour les individus et leurs communautés, les agents économiques, mais aussi les nations.

Internet s'est fréquemment situé hors du champ d'intervention des États, comme nous l'avons évoqué. Penser l'intervention de l'État sur le futur de l'internet est donc quelque peu iconoclaste. Et pourtant, les mutations et les impacts sont tels que les États ne peuvent rester indifférents. Les internautes eux-mêmes sont extrêmement partagés, souhaitant à la fois qu'internet reste une véritable "zone franche" et qu'il respecte *a minima* certaines règles de droit dès lors que leur intimité, leur sécurité ou leur identité sont fragilisées.

Cette ambivalence conduit à penser internet d'abord comme un sujet de la politique publique avant de le considérer comme un objet de la politique. Comment mobiliser internet pour créer de la croissance, de la compétitivité, mais aussi de la concurrence, du développement durable, de l'accès au savoir, de la sociabilité, etc. ? Au vu de toutes ces attentes, internet se développe si vite que les politiques publiques ont du mal à suivre le mouvement, et plus encore à le précéder. Bien souvent, ce développement ne passe pas par les sentiers qui avaient été anticipés, emprunte d'autres chemins qui s'avèrent plus pertinents. Ainsi, internet est apparu comme un lieu d'innovation spontanée permettant de résoudre certains problèmes auxquels son développement était confronté, sans aucune intervention étatique. La création des licences Creative Commons est à cet égard exemplaire et leur contribution soulignée.

Enfin, il est très difficile de tirer des leçons claires des échecs ou des succès en matière d'internet. De nombreux "échecs" sont associés à une technologie ou un usage

immature, mais le futur peut transformer un échec en succès¹, et inversement. Certains "succès", en revanche, se révèlent *a posteriori* des effets de mode sans suite².

D'une certaine façon, internet progresse donc tout seul, du fait des "lois" qui régissent son développement technologique (loi de Moore...) et de l'engagement des acteurs pour qu'il en soit ainsi, du fait du dynamisme de son écosystème industriel, de l'appropriation rapide de certaines de ses propositions de service par ses usagers ou de ses propres innovations technologiques, mais au prix d'une sélection darwinienne importante.

La question n'est donc pas tant de savoir comment soutenir son développement que de savoir si ce développement va dans la bonne direction, et s'il faut ou non des mesures que nous pourrions qualifier de "correctrices". Or, nous l'avons vu, ce développement est fait de tensions, parfois fortes et radicales, qui forment autant d'options de nature "sociétale" sur lesquelles c'est donc à la société de se prononcer.

1. Limites et potentiels de l'action publique

Si l'on prend en considération les évolutions prévues d'internet, la tentation est forte de formuler un constat d'impuissance publique, pour de nombreuses raisons. Nous tentons ici d'identifier ces raisons, analysées au fil du rapport, et de les relier à des pistes d'actions génériques :

Internationalisation. Le caractère mondial du réseau affaiblit les actions nationales, sur le plan du droit, de la fiscalité, de la sécurité, etc.

- De nombreux champs de spécificité du droit national nécessitent un effort permanent de compréhension des transformations et d'aménagement législatif, comme le droit du travail, de la consommation, les droits d'auteur, etc.
- Dans les champs des libertés individuelles et publiques, les cadres existants, bien que constamment mis à l'épreuve, apportent aujourd'hui de réelles protections. Ils nécessitent cependant un soin constant.
- L'acteur public est actuellement actif dans les champs de la cybercriminalité, de la sécurité publique et des atteintes aux droits des personnes et des entreprises. Dans ce domaine de la sécurité, comme dans d'autres, les limites sont d'une part celles des coopérations policières et judiciaires internationales, d'autre part celles des inégales garanties du respect des libertés. Les compétences technologiques sont, quant à elles, constamment mises à l'épreuve et semblent devoir nécessiter toujours plus de soin en matière de recrutement et de formation.

Libre concurrence. La libéralisation a conduit les États à se retirer de la maîtrise des réseaux ; ils se limitent donc à réguler les ressources rares et à faire respecter la concurrence.

¹ Ainsi en fut-il des tablettes introduites au début des années 2000, qui se révéleront un échec cuisant avant de connaître un succès foudroyant avec l'iPad d'Apple. En sera-t-il de même des "google glass" ?

² Par exemple, Second Life, Métavers créé en 2003, ayant connu un succès important dont le pic peut être estimé à 2007 avant une sévère décrue.

- Les autorités de régulation, en jouant ce rôle, ont déjà permis à de nouveaux acteurs d'émerger dans le champ des télécommunications, à échelle nationale ou locale, comme dans celui des médias.
- Dans les champs du commerce et des services, les associations de consommateurs sont confrontées à une montée des abus de la part des fournisseurs. Les autorités de contrôle peuvent probablement renforcer leur action en l'articulant délibérément avec celle des acteurs associatifs.
- Pour certains territoires, est généralement reconnu le bien-fondé de services publics d'intérêt local, c'est le cas en Europe. Dans l'hypothèse plausible d'un accroissement des disparités territoriales, l'acteur public retrouve ici des moyens juridiques d'intervention, tout en ne bénéficiant pas suffisamment de moyens financiers.

Ouverture et foisonnement. Les normes et standards ouverts, du réseau comme du web, ont dessiné un paysage d'innovation multipolaire et très foisonnant, peuplé de millions d'innovateurs, semblant rendre impossible une politique industrielle planifiée et rendant complexe toute gouvernance.

- Cette ouverture est une chance pour les innovateurs de notre pays ; elle a permis et permet à de nombreux petits acteurs d'émerger, à des écosystèmes d'innovation de se développer. Les acteurs publics peuvent les soutenir selon des logiques territoriales ou thématiques. Mais il y a là une situation fragile, comme en témoignent les menaces récurrentes sur la neutralité de l'internet, sur la brevetabilité des logiciels, ou la position dominante que peuvent prendre certains acteurs (standards propriétaires, plateformes oligopolistiques...).
- Les acteurs publics peuvent y concourir en jouant résolument le jeu de l'ouverture (*open data*, innovation publique ouverte), en la favorisant dans les cahiers des charges publics (commande publique, délégation et concession, notamment dans les domaines de la *smart city* et du "gouvernement ouvert")

Géants mondiaux. De très grands acteurs mondiaux (GAFA) se sont constitués en plateformes, acquérant ainsi une puissance qui fragilise le pouvoir régalién de la plupart des États.

- Sur le plan économique, les acteurs publics ont à veiller à ce que les situations de domination ainsi créées (dans l'accès aux clients, la maîtrise des flux de transactions, la position de pouvoir vis-à-vis des petits innovateurs, etc.) ne créent pas de déséquilibre insupportable ; et à ce que ces périmètres économiques n'échappent pas à la fiscalité et aux règles commerciales.
- Les États ont à protéger leurs citoyens, leurs habitants, leurs consommateurs d'un ensemble d'abus auxquels ils sont exposés dans un contexte régi par des "conditions générales" de droit privé. Ils peuvent le faire en imaginant des lois et des normes ayant vocation à rééquilibrer les pouvoirs de l'utilisateur face à la plateforme (dans la version française de Google Street View, les plaques d'immatriculation sont rendues illisibles par Google), en concevant des labels qui aident aux choix des usagers, etc.
- Ces grands acteurs empiètent sur les champs de l'action publique : identité, espace public, lien social ou services d'intérêt général (dans le champ urbain). L'acteur public n'a rien à gagner à tenter de concurrencer des acteurs mondiaux puissants. En revanche, il peut et doit développer une innovation publique ouverte qui contrecarre les situations d'oligopole dans les champs d'intérêt général.

Autonomie des usagers. Le développement d'internet a doté les usagers de capacités d'action, de production, d'expression qui ont limité dans certains domaines leur dépendance à la puissance publique.

- Ce nouveau pouvoir des individus et des collectifs est d'ores et déjà fertile dans les champs de l'innovation numérique, sociale, de services, puisqu'une grande partie des entreprises et projets innovants émerge de ce contexte informel.
- Il peut être une chance pour la démocratie, dans la mesure où celle-ci souffre aujourd'hui d'une désaffection, liée à l'écart croissant entre les citoyens et les enjeux publics, et a beaucoup à gagner d'une revitalisation des débats et des engagements. Cela suppose un acteur public plus ouvert aux formes participatives.
- Il peut permettre de nouvelles approches des questions d'intérêt général (solidarités, connaissances, cadre de vie) mettant activement à contribution citoyens et usagers. Cela suppose une approche moins exclusivement gestionnaire, plus prospective et plus partagée, de questions sur lesquelles l'État et la population peuvent se mobiliser ensemble.

Ces cinq contraintes font que l'acteur public ne peut plus, dans le monde d'internet, intervenir comme il le faisait auparavant. Elles décrivent une nouvelle répartition des rôles, qui conserve à l'État une place importante à condition de construire une stratégie publique qui tire avantage de cette nouvelle donne "tendancielle" et veille à ne pas appliquer au monde de demain les recettes d'hier.

2. Le renouvellement des mythes

Depuis vingt ans, de nombreux mythes qui ont fondé internet ont été désacralisés :

- Internet devait ouvrir l'ère d'une **nouvelle économie** ; ce mythe, qui a généré dans les quotidiens économiques de la fin des années 1990 des suppléments réguliers, était assis sur l'idée que l'immatériel modifierait les mécanismes économiques : au-delà de la bulle internet, cette transformation des mécanismes économiques est restée marginale. Internet n'a pas apporté un sursaut important de productivité à l'économie permettant de débrider sa croissance, même si localement le bénéfice économique d'internet peut être considérable.
- Internet devait être la source d'un **développement durable** assuré : l'empreinte matérielle, et donc carbone, d'internet s'avère de jour en jour bien plus importante qu'anticipée. Le problème des déchets se pose à nouveaux frais.
- Internet devait **faire disparaître les intermédiaires**, et promouvoir un marketing *one-to-one* : si une transformation substantielle de l'intermédiation a bien eu lieu, elle s'est accompagnée de l'émergence de nouveaux intermédiaires extrêmement puissants : on ne peut pas réellement parler de désintermédiation, mais de transformation considérable de l'intermédiation.
- Internet devait ouvrir, à côté de nos univers matériels, de **nouveaux univers virtuels** sans limites et sans foi ni loi : l'intrication de plus en plus forte, avec l'internet des objets, des univers matériel et virtuel rend caduque cette vision "antimatière" d'internet.
- Internet devait généraliser un accès libre et complet à l'information et à la connaissance : le nécessaire filtrage de l'accès à l'information, la multiplication des

algorithmes de transformation des informations en connaissance, les processus de labellisation des connaissances rendent cette vision relativement utopique, car sous le contrôle d'un petit nombre d'acteurs ayant acquis un énorme pouvoir sur l'information ; de plus, certaines formes d'illettrisme numérique se sont développées, créant des fractures sociales implicites.

- Internet devait soutenir la démocratie, être un lieu de participation à la vie sociale, culturelle et politique important, contribuer à la diffusion de la diversité culturelle (la longue traîne) : si les progrès constatés sont très appréciables, ils n'ont pas donné naissance au raz-de-marée anticipé.
- *A contrario*, sur le plan technique, internet était attendu au tournant du passage à l'échelle, qu'il a remarquablement franchi ; sur le plan de la sécurité (identification, paiements en ligne, etc.), la fiabilité d'internet était fréquemment mise en cause, alors que la confiance des internautes dans l'écosystème s'est peu à peu affirmée et n'a jamais été vraiment démentie.

C'est donc un bilan contrasté que nous présente internet en 2015. Les utopies qui ont présidé à son développement ont été faiblement vérifiées, les craintes peu éprouvées.

La pénétration d'internet reste toutefois remarquable, rapide et dense. Internet fait partie du quotidien de milliards d'individus : plus de 4 milliards d'adresses e-mail, 2,5 milliards d'utilisateurs, 200 milliards d'email quotidiens en 2013. Internet a changé la vie quotidienne de ses usagers fréquents, positivement et négativement, internet a modifié le fonctionnement de nombreuses entreprises et administrations, internet a accompagné les mutations géopolitiques du monde. Mais, sur les grands chantiers politiques, l'emploi, la croissance, l'innovation, le développement durable, le changement climatique, le niveau d'éducation, la démocratie, la paix dans le monde, le lien et la cohésion sociale, a-t-il bouleversé nos équilibres ? Sans doute pas encore. Le fera-t-il dans les vingt ans qui viennent : peut-être.

Existe-t-il de nouveaux mythes sur lesquels internet construirait aujourd'hui son imaginaire – et dans lesquels ce rapport pourrait avoir sombré ? Nous invitons le lecteur à avoir dans cette perspective une lecture critique de nos propos, pour faire émerger les nouvelles dimensions imaginaires d'internet dont nous pourrions ne pas avoir pris conscience. Sans doute faut-il avoir en tête, ce faisant, un mouvement de balancier assez naturel : autant les mythes fondateurs d'internet s'étaient exprimés sous la forme de promesses alléchantes, autant vraisemblablement nous sommes à une époque où les mythes refondateurs d'internet prennent la forme de désenchantements plus ou moins sévères, comme la destruction du lien social ou l'asservissement à la machine, la dé-labellisation de la connaissance ou la déconstruction des identités, la peur de l'intelligence artificielle ou la destruction de l'enseignement supérieur. Rien ne dit cependant que ce pessimisme contemporain trouvera une quelconque validation en 2030. La société finalement régule assez bien ses peurs et ses espoirs, surmontant les premières avec audace et cantonnant les seconds avec sagesse.

Internet est lancé sur sa trajectoire vers 2030, et au-delà. La maîtrise par l'humanité de ses processus informationnels, jusqu'ici lente (langage, écriture, imprimerie, télécommunications), s'est accélérée brutalement du fait des progrès des technologies de l'information et de la communication, et de l'irruption d'un réseau universel nommé internet au début des années 1990. Cette histoire est récente et sa trajectoire continue : en extraire les fondamentaux n'est guère aisé à ce stade, mais il est tout

simplement évident que le monde après internet ne pourra ressembler au monde avant internet.

Annexes

1. Liste d'acronymes et de termes

Acronyme	Signification	Lien vers un descriptif
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	http://fr.wikipedia.org/wiki/Adsl
Arpanet	Advanced Research Projects Agency Network	http://fr.wikipedia.org/wiki/Arpanet
AS	Autonomous Systems	http://en.wikipedia.org/wiki/Autonomous_system_(Internet)
bps	Bits par seconde	
CCN	Content Centric Networking	http://en.wikipedia.org/wiki/Content-centric_networking
CDN	Content Delivery Network	http://fr.wikipedia.org/wiki/Content_Delivery_Network
CNN	Conseil National du Numérique	http://fr.wikipedia.org/wiki/Conseil_national_du_numérique
CRM	Customer Relationship Management	http://fr.wikipedia.org/wiki/Gestion_de_la_relation_client
Crowdsourcing	Externalisation ouverte	http://fr.wikipedia.org/wiki/Crowdsourcing
D2D	Device to device	
DNS	Domain Name System	http://fr.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System
EB	Exabytes	
ERP	Enterprise Resources Planning	http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_resource_planning
fabless	Sans usine	http://fr.wikipedia.org/wiki/Fabless
femtocell	Cellule de taille très réduite	http://fr.wikipedia.org/wiki/Femtocell
freemium	Free (pre)mium	http://fr.wikipedia.org/wiki/Freemium
GAFA	Google Apple Facebook Amazon	
GSM	Global System for Mobile Communications	http://fr.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications
html	Hypertext Markup Language	http://fr.wikipedia.org/wiki/Html
http	Hypertext Transfer Protocol	http://fr.wikipedia.org/wiki/Http
IaaS	Infrastructure as a Service	http://fr.wikipedia.org/wiki/Infrastructure_as_a_service
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers	http://fr.wikipedia.org/wiki/ICANN
IdO	Internet des objets cf. IoT	http://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_des_objets
IETF	Internet Engineering Task Force	http://fr.wikipedia.org/wiki/IETF
IoT	Internet of Things cf. IdO	http://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_des_objets
IP	Internet Protocol	http://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol
ISOC	Internet Society	http://fr.wikipedia.org/wiki/Isoc
ISP	Internet Service Provider	http://fr.wikipedia.org/wiki/Fournisseur_d%27acc%C3%A8s_%C3%A0_Internet
MANET	Mobile AdHoc Network	http://fr.wikipedia.org/wiki/Mobile_Ad_hoc_NETWORKs
MCC	Mobile Cloud Computing	http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_cloud_computing
MIMO	Multi Input Multi Output	http://fr.wikipedia.org/wiki/MIMO_(télécommunications)
Nasdaq	National Association of Securities Dealers Automated Quotations	http://fr.wikipedia.org/wiki/NASDAQ
NFV	Network Function Virtualization	http://en.wikipedia.org/wiki/Network_Functions_Virtualization
NSFNet	National Science Foundation Network	http://fr.wikipedia.org/wiki/NSF
ONS	Object Naming Service	http://en.wikipedia.org/wiki/Object_Naming_Service
OTT	Over The Top	http://en.wikipedia.org/wiki/Over-the-top_content
PaaS	Platform as a Service	http://fr.wikipedia.org/wiki/PaaS
PIB	Produit Intérieur Brut	http://fr.wikipedia.org/wiki/Produit_int%C3%A9rieur_brut
RAN	Radio Access Network	http://fr.wikipedia.org/wiki/Radio_access_network
RDF	Resource Description Framework	http://fr.wikipedia.org/wiki/Resource_Description_Framework
RNIS	Réseau Numérique à Intégration de Services	http://fr.wikipedia.org/wiki/Rnis

Acronyme	Signification	Lien vers un descriptif
RPV	Réseau Privé Virtuel	http://fr.wikipedia.org/wiki/Réseau_privé_virtuel
SaaS	Software as a Service	http://fr.wikipedia.org/wiki/Software_as_a_service
SMS	Short Message Service	http://fr.wikipedia.org/wiki/Sms
SOA	Service Oriented Architecture	http://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_orientée_services
SON	Self-Organized Networks	http://fr.wikipedia.org/wiki/Self_Organizing_Network
TCP/IP	Transmission Control Protocol /IP	http://fr.wikipedia.org/wiki/Tcp/ip
TIC	Technologies d'information et de communication	
UGC	User Generated Content	http://fr.wikipedia.org/wiki/Contenu_généré_par_les_utilisateurs
URL	Uniform Resource Locator	http://fr.wikipedia.org/wiki/Url
VoD	Video on Demand	http://fr.wikipedia.org/wiki/VOD
W3C	World Wide Web Consortium	http://fr.wikipedia.org/wiki/W3c
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>	http://fr.wikipedia.org/wiki/Wifi
WSAN	Wireless Sensors and Actuators Networks	
XML	Extensible Markup Language	http://fr.wikipedia.org/wiki/XML

2. Références

Acquisti A. (2010), "The Economics and Behavioral Economics of Privacy: A Note", Proceedings of the Third International Conference on Ethics and Policy of Biometrics and International Data Sharing, Hong Kong, Springer LNCS Vol. 60059

Adamic L., O. Buyukkokten & E. Adar (2003), "A Social Network Caught in the Web". First Monday, 8 (6).

Akerlof G.A. & R.E. Kranton (2000), "Economics and Identity", Quarterly Journal of Economics, Vol. 115 (3), p. 715-753

Anderson C. (2006), The Long Tail: Why the Future of Business Is Selling Less of More. New York: Hyperion.

Anderson C. (2012), Makers, la nouvelle révolution industrielle, ed. Pearsons.

Andler D. & B. Guerry (2008), Apprendre demain. Sciences cognitives et éducation à l'ère numérique. Paris : Hatier.

Azais C., A. Corsani & P. Dieuaide (dir.) (2000), Vers un capitalisme cognitif. Mutations du travail et territoire, Ed. L'Harmattan

Backstrom L. (2011), Anatomy of Facebook, Facebook Data, https://www.facebook.com/note.php?note_id=10150388519243859

Backstrom L., P. Boldi, M. Rosa, J. Ugander & S. Vigna (2011), Four Degrees of Separation. arXiv:1111.4570.

Bacache-Beauvallet M., D. Bounie D. & A. François (2011), "Existe-t-il une fracture numérique dans l'usage de l'administration en ligne ?" Revue économique, mars 2011

Baker M. (2009), "Intersubjective and intrasubjective rationalities in pedagogical debates: realising what one thinks" n B. Schwarz, T. Dreyfus & R. Hershkowitz (Eds.), Transformation of Knowledge Through Classroom Interaction, pp. 145-158. London: Routledge.

Barabási A-L (2001), Linked: The New Science of Networks. Basic Books.

Bassanini A. & T. Manfredi (2012), Capital's Grabbing Hand? A cross country – cross industry analysis of the decline of the labour share, OCDE

Benkler Y. (2009), La richesse des réseaux. Marchés et libertés à l'heure du partage social, Lyon, PUL.

- Besseyre des Horts C.-H. & H. Isaac (2006), "L'impact des TIC mobiles sur les activités des professionnels en entreprise", *Revue française de gestion*, n°168-169
- Blum A. (2012), *Tubes, A Journey to the Center of the Internet*, HarperCollins
- Boltanski L. & E. Chiapello (1999), *Le Nouvel Esprit du capitalisme*, Ed. Gallimard
- Boyd D. & E. Hargittai (2010), "Facebook privacy settings: Who cares?" *First Monday*, 15 (8)
- Brian A. (2011), *The Second Economy*,
http://www.mckinseyquarterly.com/The_second_economy_2853
- Bridges W. (1995), *La conquête du travail*, Ed. Village mondial, cité par D. Méda 1995, *revue Esprit*.
- Broadbent S. (2011), *L'intimité au travail*, éditions Fyp
- Brynjolfsson E. (1993), "The productivity paradox of information technology". *Communications of the ACM* 36 (12): 66–77. doi:10.1145/163298.163309. ISSN 00010782
- Bureau International du Travail (2011), *Tendances mondiales de l'emploi, le défi d'une reprise de l'emploi*
- Bureau S., P.-J. Benghozi & F. Massit-Folléa (2009), *L'Internet des objets / The Internet of Things*, Editions de la MSH, Paris, coll. praTICs
- Cabral L. (2012), *Reputation on the Internet*, in: *Oxford Handbook of the Digital Economy* (Peitz et Waldfogel Eds.), Oxford University Press
- Cabral L. & A. Hortascu (2010), *The Dynamics of Seller Reputation: Theory and Evidence from eBay*, *Journal of Industrial Economics*, Vol. 58, p. 54-78
- Cahour B. & C. Licoppe (2010), *Confrontations aux traces de son activité*, in *REVUE D'ANTHROPOLOGIE DES CONNAISSANCES* 2/2010 (Vol 4, n° 2), p. 243-253.
www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2010-2-page-243.htm.
- CAIDA (The Cooperative Association for Internet Data Analysis), accessible à
<http://www.caida.org/>
- Cardon D. (2008), "Le design de la visibilité : Un essai de cartographie du web 2.0", *Réseaux*, 152, p. 93-137
- Cardon D. (2010), *La Démocratie Internet. Promesses et limites*, Ed. Le Seuil
- Carr N. (2008), *Is Google Making Us Stupid? What the Internet is doing to our brains*, The Atlantic, <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2008/07/is-google-making-us-stupid/306868/>
- Carr N. (2011), *The Shallows, What the Internet is doing to our Brains*, W. W. Norton & Cie
- Casilli A.A. (2010a), *Les liaisons numériques. Vers une nouvelle sociabilité ?* Seuil.
- Casilli A.A. (2010b), "'Petites boîtes' et individualisme en réseau Les usages socialisants du web en débat", *Annales de l'Ecole de Mines - Réalités Industrielles*, 216 (4)
- Castells M. (1996), *La Société en réseau, T1, L'ère de l'information*, Ed. Fayard
- Castells M. (2000), *The Rise of The Network Society: The Information Age: Economy, Society and Culture*. John Wiley & Sons.
- Castronova E. (2003), "Theory of the Avatar", CES Ifo Working paper 863
- Cette G., J. Mairesse & Y. Kocoglu (2001), *La contribution des technologies d'information et de communication à la croissance française*, in *Bulletin de la Banque de France* n°89, mais 2001,
http://www.banque-france.fr/fileadmin/user_upload/banque_de_france/archipel/publications/bdf_bm/etudes_bdf_b/bdf_bm_89_etu_1.pdf

- Chartier R. (2000), Du codex à l'écran : les trajectoires de l'écrit, In [:éc/art S]#2[00_01], p. 41–47.
- Chartron G. & F. Moreau (2011), Thématique "Culture-Médias & Numérique", in rapport de ARP-ANR, "Quelles innovations, quelles ruptures dans la société et l'économie numériques ?", <http://digital3prise.net/>
- Chesbrough H. (2005), "Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation", in Open Innovation: Researching a New Paradigm, Oxford University Press
- Chester A. & D. Bretherton (2007), "Impression management and identity online", In: Oxford handbook of internet psychology (Joinson, McKenna, Postmes, Reips Eds.), pp. 223-236, Oxford: Oxford University Press
- Cisco (2012), Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2011–2016, accessible à http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html
- CISCO (2012), Rapport Connected world technology, <http://www.cisco.com/en/US/netsol/ns1120/index.html>
- Clark A. (2008), Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension, Oxford University Press
- Clark A. (1998), Being There: Putting Brain, Body and World Together Again, MIT Press,
- Cohen D. (1999), Nos temps modernes, Paris, Flammarion, coll. "Champs"
- Colander *et al* (2009), The Financial Crisis and the Systemic failure of academic economics, Discussion papers, Department of Economics, University of Copenhagen, ISSN: 1601-2461, http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1355882
- Colin N. & H. Verdier (2012), L'Age de la multitude, Ed. Armand Colin.
- Conseil de l'Europe (1998), "L'Europe face au défi de la mondialisation, les conséquences sociales de la restructuration des économies en Europe", (M. Lafougère, 1998), Emploi et Société.
- Corsani A. (2003), "Savoir et travail dans le capitalisme cognitif : les impasses de l'économie politique", in Sommes-nous sortis du capitalisme industriel ?, Ed. La Dispute
- Coutant A. & T. Stenger (2010), "Processus identitaire et ordre de l'interaction sur les réseaux socionumériques," Mimeo
- Coutrot T. (1999), Critique de l'organisation du travail, Ed. La Découverte,
- Coutrot T. (2004), "Le télétravail en France : 2 % des salariés le pratiquent à domicile, 5 % de façon nomade", premières synthèses, DARES, n°51.3
- DARES, INSEE & CEE (2006), Enquête sur les changements organisationnels et l'informatisation
- Datchary C. (2004), "Prendre au sérieux la question de la dispersion au travail : le cas d'une agence de création d'événements", Réseaux n°134
- Davidson C. N. & D.T. Goldberg (2009), Digital Media 67 The Future of Learning Institutions in a Digital Age. ed. T Davidson C Goldberg. The MIT Press. http://mitpress.mit.edu/books/chapters/Future_of_Learning.pdf
- Davis J.B. (2010), Individuals and Identity in Economics, Cambridge University Press
- De Nardis L. (2009), Protocol Politics, MIT Press.
- Détienne F., B. Cahour, M.C. Legout, B. Gourvenec, M. Relieu & G. Coppin (2012), "Interactive frames constructed in Second Life meetings: a study in educational and professional settings". Cognition, Technology & Work 2012, DOI: 10.1007/s10111-012-0230-y

Détienne F., M. Baker & J-M. Burkhardt [Eds] (2012a), "Special issue on quality of collaboration in design". CoDesign: International Journal of CoCreation in Design and the Arts.

Détienne F., F. Barcellini & J-M. Burkhardt (2012b), Participation à la conception et qualité du produit dans les communautés en ligne épistémiques : nouvelles directions de recherche en ergonomie des activités de conception. *Activités*, 9 (1), 39-63.

Dini F. & G. Spagnolo (2007), "Buying Reputation on eBay", Quaderno Consip VIII

Donnat O., and F. Lévy (2007), "Approche générationnelle des pratiques culturelles et médiatiques." *Culture prospective*. <http://www.culture.gouv.fr/deps>

Donnat O. (2009), "Les pratiques culturelles des Français à l'ère numérique. Éléments de synthèse 1997-2008." *Culture études. Pratiques et publics*. <http://www.culture.gouv.fr/deps>.

Dunbar R.I.M. (1992), "Neocortex size as a constraint on group size in primates". *Journal of Human Evolution* 22 (6).

Durand J.-P. (2004), *La Chaîne invisible. Travailler aujourd'hui : flux tendu et servitude volontaire*, Ed. Seuil

European Expert Network on Economics of Education - EENEE (2007), L'effet de l'éducation sur l'emploi, les salaires et la productivité : une perspective européenne, http://www.mutual-learning-employment.net/uploads/ModuleXtender/Trscontent/12/thematic_paper_psacharopoulos_TRS%20F_FR.pdf

Eurostat (2007), *Culture Chiffres Statistiques culturelles en Europe*. Paris: DEPS. www2.culture.gouv.fr/deps/fr/stateurope071.pdf.

Evans H. & Schmalensee (2006), *How software platforms drive innovation and transform industries*, MIT Press

Eychenne F. (2012), *FabLab l'avant-garde de la nouvelle révolution industrielle*, Ed. FYP

Falzon P. (2005), "Ergonomics, knowledge development and the design of enabling environments". *HWWE - Humanizing Work and Work Environments*, Guwahati, India, p. 10-12

Flichy P. (2001), *L'imaginaire d'internet*, La Découverte

Flichy P. (2010), *Le Sacre de l'amateur. Sociologie des passions ordinaires à l'ère numérique*. Ed Seuil.

Ferry J.-M. (1995), *L'Allocation universelle. Pour un revenu de citoyenneté*, Ed. Cerf

Forsé M. (2012), "Les réseaux sociaux d'aujourd'hui. Un monde décidément bien petit". *Revue de l'OFCE / Notes et Etudes*. Juin.

Fourgous J.M. de (2012), "Apprendre autrement" à l'ère numérique. Se former, collaborer, innover : pour une égalité des chances. Rapport de mission parlementaire, 24-02-2012, http://www.missionfourgous-tice.fr/missionfourgous2/IMG/pdf/Rapport_Mission_Fourgous_2_V2.pdf

Frison-Roche M-A (2005), *Droit et économie de la régulation, les risques de la régulation*, Paris, Presses de Sciences-Po.

Fumagalli A. & Morini C. (2008), "Segmentation du travail cognitif et individualisation du salaire", *Multitudes* N°32, 2008.

Galbraith J.-K. (2004), *Les mensonges de l'économie, une vérité pour notre temps*, Ed. Grasset

Gensollen M. (1999), "La création de valeur sur Internet", in *Réseaux*, volume 17 n°97. pp. 15-76.

Gille L. ed. (2009), *Les dilemmes de l'économie numérique*, FYP éditions

Gille L. et R. Marti (2000), *Les technologies d'information et de communication et l'emploi en France*, Rapport du BIPE

- Ginsbourger F. (2010), *Ce qui tue le travail*, Ed. Michalon.
- Goel S. & M. J. Salganik (2010), "Assessing respondent-driven sampling". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107 (1).
- Goffman E. (1977), *La mise en scène de la vie quotidienne*, Paris, Minuit
- Goldhaber M. H. (1997), "The Attention Economy and the Net", *First Monday* 2(4).
<http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/view/519/440>
- Google (2012), "The New Multi-screen World : Understanding Cross-platform Consumer Behavior." (August).
- Gorz A. (2003), *L'immatériel, Connaissance, valeur et capital*, Ed. Galilée
- Gratton L. (2011) *The Shift: The Future of Work is Already Here*, Ed. Harper Collins
- Graz J-C. (2004), *La gouvernance de la mondialisation*, éd. La Découverte.
- Greenan N. & Y. L'Horty (2002), "Le paradoxe de la productivité", in *Travail et emploi* n°91, juillet 2002, http://travail-emploi.gouv.fr/publications/Revue_Travail-et-Emploi/pdf/91_3340.pdf
- Habert B. (2012), "L'archivage pérenne entre us et abus de la mémoire numérique" In colloque Louvain, p. 1–22, <http://lexicometrica.univ-paris3.fr/jadt/jadt2012/Conferenciers-invites/Habert,%20Benoit%20-%20l'archivage%20perenne.pdf>
- Hargittai E. (2010), "Digital Na(t)ives? Variation in Internet Skills and Uses among Members of the Net Generation." *Sociological Inquiry*. 80(1)
- Haythornthwaite C. (2005), "Social networks and Internet connectivity effects", *Information, Communication & Society*, 8 (2).
- Hess, Ch. & E. Ostrom (2007), *Understanding Knowledge as a Commons, Theory and Practice*, MIT Press.
- Higgins E.T. (1987), "Self-discrepancy: A Theory Relating Self and Affect", *Psychological Review*, 94, 319-340.
- Hirschleifer J. (1980), "Privacy: its Origin, Function, and Future", *Journal of Legal Studies*, Vol. 9 (4), p. 649-664
- Hui K.L. & I.P.L. Png (2006), "The economics of privacy, *Economics and Information Systems*", in Hendershott T. (ed.) *Handbooks in Information Systems*, vol. 1, chapitre 9, Elsevier
- International Labour Organization (2012), "Tendances mondiales de l'emploi 2012, prévenir une aggravation de la crise de l'emploi",
http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/@publ/documents/publication/wcms_171742.pdf
- IRIE (International Review of Information Ethics) (Dec. 2007), *Ethical Challenges of Ubiquitous Computing* n°8.
- Jarvis J (2011), *Public Parts: How Sharing in the Digital Age Improves the Way We Work and Live*. Simon & Schuster.
- Jenkins H. (2006), *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. New York: New York University Press. <http://www.hyperrhiz.net/reviews/61-henry-jenkins-convergence-culture> (October 17, 2012)
- Joling C. & K. Kraan (2008), *Use of technology and working conditions in the European Union*, Eurofound Dublin
- Jones D., T. Sundsted & T. Bacigalupo (2009), *I'm outta here! How co-working is making the office obsolete*, NotanMBA Press
- Jullien N. (2010), "Free/libre/open source software (FLOSS): lessons for intellectual property rights management in a knowledge-based economy", <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00410781/fr/>

- Kafai Y.B. (2010), "World of Whyville: An Introduction to Tween Virtual Life", Games and Culture 2010; 5; 3
- Kaplan D. & D. Francou (2012), La Confiance numérique, les nouvelles approches de la confiance dans les relations client, éditions Fyp, coll. La Fabrique des possibles
- Kaplan D. (2010), Informatique, libertés, identités, éditions Fyp, coll. La Fabrique des possibles
- Kaplan D. & J.F. Marchandise (2013), Questions numériques, cahier d'enjeux : les promesses du numérique, Fing.
- Kaufmann J-C. (2004), L'invention de soi. Une théorie de l'identité, Armand Colin
- Kay A. (1998), The Computer Revolution Hasn't Happened Yet (Abstract). In Proceedings of the third Asian Pacific Computer and Human Interaction (APCHI '98). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA
- Kehaulani Goo, S. (2012), Facebook: A Profile of its 'Friends', Pew Research Center Publications, <http://pewresearch.org/pubs/2262/facebook-ipo-friends-profile-social-networking-habits-privacy-online-behavior>
- Kessous, E., K. Mellet, & M. Zouinar (2010), "L'Économie de l'attention: Entre protection des ressources cognitives et extraction de la valeur". Sociologie du Travail n°3.
- Kirman A. (2004), "The Structure of Economic Interaction: Individual and Collective Rationality", in: Cognitive Economics: An Interdisciplinary Approach, Bourguin et Nadal (Eds.), Springer-Verlag, Chapitre 18
- Kirman A., U. Horst & M. Teschl (2006), "Changing Identity: The emergence of social groups" Working paper GREQAM.
- Kirman A. & M. Teschl (2006), "Searching for identity in the capability space", Journal of Economic Methodology, vol. 13(3), p. 299-325
- Kraut R., M. Patterson, V. Lundmark, S. Kiesler, T. Mukopadhyay & W. Scherlis (1998), "Internet paradox. A social technology that reduces social involvement and psychological well-being?", The American Psychologist, 53 (9).
- Kraut R., S. Kiesler, B. Boneva, J. Cummings, V. Helgeson & A. Crawford (2002), "Internet Paradox Revisited". Journal of Social Issues 58 (1).
- Lave J. & E. Wenger (1991), Situated learning: legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Le Bossé Y. & M. Lavallée (1993), "Empowerment et psychologie communautaire. Aperçu historique et perspectives d'avenir". Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale, 18. p 7-20.
- Le Douarin L. (2007), "C'est personnel ! L'usage des TIC par les cadres dans l'articulation des temps sociaux : vers une évolution de la rationalisation au travail", in L'Homme et la Société, Ed. L'Harmattan, p.75 à 94
- Lessig L. (2005), L'avenir des idées, Lyon, PUL.
- Levine R. (2011), Free Ride, Anchor Books
- Liccope C ed. (2009), L'évolution des cultures numériques, FYP éditions
- Liikanen E. (2012), High-level Expert Group on reforming the structure of the EU banking sector, disponible à http://ec.europa.eu/internal_market/bank/docs/high-level_expert_group/report_en.pdf
- Liu B. (2012), Sentiment Analysis and Opinion Mining. ed. Graeme Hirst. Morgan & Claypool Publishers. <http://www.cs.uic.edu/~liub/FBS/SentimentAnalysis-and-OpinionMining.html> (September 30, 2012).

- Lumeau M., D. Masclet & T. Pénard (2010), "Les conséquences de la manipulation de la réputation dans les systèmes d'évaluation en ligne", *Revue Économique*, vol. 61 (6), 1123-1133.
- Lyotard J.-F. (1979), *La Condition Postmoderne : Rapport sur le savoir*. Paris : Minuit
- Mäkitalo-Siegl K., J. Zottmann & F. Kaplan (2009), *Classroom of the Future (Technology Enhanced Learning). Orchestrating Collaborative Classes*. Sensepublishers.
- McCarty C., P.D. Killworth, H.R. Bernard, E.C. Johnson & G. A. Shelley (2001), "Comparing Two Methods for Estimating Network Size". *Human Organization* 60 (1).
- McKinsey (2011), *Impact d'Internet sur l'économie française*.
- McLeod P. L. & G. Leshed (2011), "As Long as they don't Know where I Live: Information Disclosure Strategies for Managing Identity in Second Life" in: *Reinventing Ourselves: Contemporary Concepts of Identity in Virtual Worlds*. Springer
- Marchandise J.F. (2012), *Prospective des ruptures et innovations dans la société et l'économie. Atelier de réflexion prospective*, Agence nationale de la recherche.
- Marchandise J.F. (2001), "Fractures d'aujourd'hui, internet de demain", *Problèmes politiques et sociaux* n° 861, La Documentation française
- Massit-Folléa F., C. Méadel & L. Monnoyer-Smith (2012), *Normative Experience in Internet Politics*, Paris, Presses des Mines, coll. Sciences sociales.
- Mathias P. (2008), *Des libertés numériques*, Paris, PUF.
- Meda D. (1995), "La fin de la valeur travail", in *Esprit : L'avenir du travail*, n°8-9, août-septembre, Ed. Seuil
- Meda D. (1995), *Travail, une valeur en voie de disparition*, Ed. Aubier
- Meda D. (2010), *Travail, la révolution nécessaire*, Ed. de l'Aube
- Merzeau L. (2009), "Du signe à la trace : l'information sur mesure", *Hermès*, n°59, Traçabilité et réseaux, p. 23-29.
- Metzger J.-L. (2005), "Entre individualisation des relations de travail et gestionarisation des espaces publics : la recherche sociologique en quête de problématique", *Réseaux* 4/2005 (no 132), p. 219-230. URL : www.cairn.info/revue-reseaux-2005-4-page-219.htm .
- Minsky H. (1992), *The Financial Instability Hypothesis*, Working paper N°74, University of Illinois, May 1992
- Morin E. (2000), *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Seuil. Paris.
<http://www.pedagopsy.eu/page7320.htm> (14 octobre 2012).
- Moulier-Boutang Y. (1998), *De l'esclavage au salariat, économie historique du salariat bridée*, Ed. PUF
- Moulier-Boutang Y. (2007), *Le capitalisme cognitif : la nouvelle grande transformation*, Ed. Amsterdam
- Moulier-Boutang Y. (2010), *L'Abeille et l'Economiste*, Ed. Carnet Nord
- Musso P. (2008), *Territoires et cyberspace en 2030*, La Documentation française
- Negri A. & C. Vercellone (2008), *Le Rapport capital / travail dans le capitalisme cognitif*, *Multitudes*, 2008/1 n° 32, p. 39-50. DOI : 10.3917/mult.032.0039
- Nie N. H. & D. S. Hillygus (2002), "The Impact of Internet Use on Sociability: Time-Diary Findings". *IT & Society* 1(1).
- Nowik L. & G. Morel (2006), "Engagement associatif : ces retraités qui veulent être utiles aux autres", *Congrès de l'association française de sociologie*, Bordeaux.
- Nussbaum M. (2010), *Not For Profit. Why Democracy needs the Humanities*. Princeton University Press.

- OECD (2010), Regards sur l'éducation 2010 : Panorama
- OECD (2012a), Internet Economic Outlook
- OECD (2012b), Perspectives de l'emploi de l'OCDE 2012
- Olier D. (2011), The Future of work – What it means for individuals, business, markets and governments, The Aspen Institute, <http://www.aspeninstitute.org/publications/future-of-work>
- Paik A. & K. Sanchagrin (2012), Social Isolation in America: An Artifact
<http://papers.ssrn.com/abstract=2101146>.
- PANIC, Collectif (2011), Culture Numérique : Regards croisés sur les industries culturelles. Paris : Manuscrit.com.
- Paul C. (2006), Le Défi numérique des territoires, Autrement.
- Plantard P. (2011), Pour en finir avec la fracture numérique, éditions Fyp.
- Pollet T., S. Roberts & R. Dunbar (2011), "Use of Social Network Sites and Instant Messaging Does Not Lead to Increased Offline Social Network Size, or to Emotionally Closer Relationships with Offline Network Members", *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 14 (4).
- Porter M. E. (2001), Strategy and the Internet, in *Harvard Business Review*
- Prax J.-Y. (2000), Le Guide du knowledge management. Concepts et pratiques du management de la connaissance, Ed. Dunod
- Proulx S. & F. Jaureguiberry (2011), Usages et enjeux des technologies de communication, Erès, 2011
- Putnam R. D. (2000), Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community. Simon & Schuster
- Rainie L. & B. Wellman (2012), Networked: The New Social Operating System, The MIT Press
- Rancière J. (1987), Le maître ignorant. Cinq leçons sur l'émancipation intellectuelle. Paris: Fayard - 10/18.
- Rapport de recherche Marnix Dressen (2011), "A l'épreuve de la fusion ANPE/ASSEDIC et de la loi du 20 août 2008 "portant rénovation de la démocratie sociale", Pôle Emploi dans la tourmente. Enquête sur les stratégies syndicales, Université Lille 1, CNRS.
- Rheingold H. (2012), Net Smart, The MIT Press
- Riester F. (2011), Amélioration de la relation numérique à l'utilisateur, La Documentation française
- Rifkin J. (1995), The End of Work, Ed. Putnam
- Rivière C.-A. & A. Brugière (2010), Bien vieillir grâce au numérique, éditions Fyp
- Rochelandet F. (2010), Économie des données personnelles et de la vie privée, Éd. La Découverte, coll. Repères, Paris.
- Saint-Laurent-Kogan A.-M. & J.-L. Metzger (2007), Où va le travail à l'ère numérique ?, Presse des Mines de Paris
- Schwarz B.B. & al. (2012), 'Co-alienation' mediated by common representations in synchronous e-discussions. *Learning, Culture and Social Interaction*,
<http://dx.doi.org/10.1016/j.lcsi.2012.09.002>
- Segrestin B. & A. Hatchuel (2012), Refonder l'entreprise, Ed. Le Seuil
- Sen A. (2002), Rationality and Freedom, Harvard, Harvard Belknap Press.
- Sen A. (1999), Development as freedom. Oxford, Oxford University Press
- Seve L. (2010), "Reconsidérer le bien vieillir : pour une troisième vie active", Le Monde Diplomatique.

- Sigman A. (2009), "Well connected? The biological implications of 'social networking'", *The Biologist*. 56 (1).
- Simon H. A. (1971), "Designing Organizations for an Information-Rich World." In *Computers, Communication, and the Public Interest*, ed. Martin Greenberger. Baltimore, MD: The Johns Hopkins Press, p. 37–72.
- Simone R. (2012), *Pris dans la Toile. L'esprit à l'ère du web*. Paris : Gallimard
- Slide G. (2012), *The Big Disconnect*, Prometheus Book
- Spada H., A. Meier, N. Rummel & S. Hauser (2005), "A new method to assess the quality of collaborative process in CSCL". In T. Koschmann, D. Suthers & T. W. Chan (Eds.), *Computer Supported Collaborative Learning 2005: The Next 10 Years!* (pp. 622-631). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Steiner C. (2012), *Automate This: How Algorithms came to Rule our World*, Penguin
- Suber P. (2012), *Open Access*, The MIT Press
- Tavoillot P-H. (2010), "Que faire du troisième âge de la vie, au-delà des discours comptables ? Le droit au répit durant la vie active, préalable à son allongement", *Le Monde*, 13 février.
- TECHNOLOGICA – France Télécom, (2010) *État des lieux sur le stress et les conditions de travail*.
- Thuderoz C. (1993), "Du lien social dans l'entreprise. Travail individualisme coopératif", *Revue française de sociologie* XXXVI, p.325-354
- Toma C., J. Hancock & N. Ellison (2008), "Separating Fact from Fiction: An Examination of Deceptive Self-Presentation in Online Dating Profiles", *Personality and Social Psychology Bulletin* 34, 1023-1036.
- Tubaro P., A.A. Casilli & L. Mounier (2013), *Eliciting personal network data in web surveys through participant-generated sociograms*. *Field Methods* (forthcoming).
- Tubaro P., A.A. Casilli & Y Sarabi (2012), *Testing the 'end of privacy' hypothesis in computer-mediated communication: an agent-based modelling approach*, Final report THEOP Project, Fondation CIGREF – ISD programme.
- Tucker C.E. (2012), "The Economics of Advertising and Privacy", *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 30 (3) EARIE conference papers and proceedings, p. 326–329
- Turkle S. (2006), "Tethering". In *Sensorium: Embodied Experience, Technology, and Contemporary Art*, Caroline A. Jones (ed.). Cambridge, MA: List Visual Art Center and MIT Press.
- Turner M.A. & R. Varghese (2010), *The Economic Consequences of Consumer Credit Information Sharing: Efficiency, Inclusion, and Privacy*, Mimeo
- Ugander J., B. Karrer, L. Backstrom & C. Marlow (2011), *The Anatomy of the Facebook Social Graph*. arXiv:1111.4503
- Valkenburg P. M. & J. Peter (2007), "Online communication and adolescent well-being: Testing the stimulation versus the displacement hypothesis". *Journal of Computer-Mediated Communication*, 12(4).
- Vandramin P. (2004), *Le Travail au singulier. Le lien social à l'épreuve de l'individualisation*, Ed. L'Harmattan-Académia, Louvain La neuve
- VECAM (2011), *Libres savoirs, les biens communs de la connaissance. Produire collectivement, partager et diffuser les connaissances au XXI^e siècle*, Ed. C&F
- Vercellone C. (2008), "La thèse du capitalisme cognitif : une mise en perspective historique et théorique", in Colletis G. et Paulré P. (coord.) *Les nouveaux horizons du capitalisme, Pouvoirs, valeurs temps*, Economica, Paris, pp. 71-95, 2008

- Viard J. (2004), *Le Sacre du temps libre : la société des 35H*, Ed. de l'Aube.
- Von Hippel E. (2006), *Democratizing Innovation*, MIT Press Book
- Wang H. & B. Wellman (2010), "Social Connectivity in America: Changes in Adult Friendship Network Size From 2002 to 2007". *American Behavioral Scientist*, 53 (8)
- Watts D. J. (2003), *Six Degrees: The Science of a Connected Age*, W. W. Norton & Company.
- Webber M.M. (1976), "The BART Experience-What Have We Learned?" Monograph No. 26. Institute of Urban and Regional Development and Institute of Transportation Studies. University of California, Berkeley. October, p. 37
- Wellman B. (2000), "From Little Boxes to Loosely-Bounded Networks: The Privatization and Domestication of Community", in J. L. Abu-Lughod (ed.), *Sociology for the Twenty-first Century: Continuities and Cutting Edges*, University of Chicago Press.
- Wellman B. (2012), "Is Dunbar's Number Up?" , *British Journal of Psychology*, 103 (2).
- Wenger E.C., & W.M. Snyder (2000), "Communities of practice: The organizational frontier", *Harvard Business Review* 78(1): 139.
- Wojcik S. (2011), "Prendre la démocratie électronique au sérieux. De quelques enjeux et controverses sur la participation politique en ligne", In *Internet, machines à voter, démocratie*. Elsa Forey et Christophe Geslot (dir.). L'Harmattan, Collection Questions contemporaines
- Zarifian P. (1995), *Le Travail et l'Événement*, Ed. L'Harmattan

3. Méthodologie

Ce rapport a été coécrit par quatorze spécialistes du monde de l'internet. L'équipe proposée est clairement pluridisciplinaire. Elle associe des personnes issues d'origines et d'univers distincts, observateurs et acteurs de la société numérique. Chacun a, dans un premier temps, écrit un rapport d'une vingtaine de pages sur une thématique particulière, selon les axes rappelés dans le tableau qui suit, avec des points d'échange et de mise en cohérence. Si la dimension technique n'a fait l'objet que d'une contribution, le soubassement technique des réflexions socioéconomiques reste crucial. Puis, une synthèse a été rédigée en puisant dans ces rapports par Laurent Gille et Jacques-François Marchandise, avec le soutien de Françoise Massit-Follea. Les interactions avec le CGSP ont été constantes et ont permis d'enrichir substantiellement les analyses proposées.

Thématique	Responsable
L'environnement technologique et ses ruptures	Daniel Kofman
L'interaction avec et <i>via</i> le numérique	Françoise Détienne et Michael Baker
La valeur sur le web	Laurent Gille
Protection de la vie privée	Patrick Waelbroeck
Le lien social	Antonio Casilli
Espace et mobilité	Jacques-François Marchandise
Croissance et développement	Gérard Pogorel
Innovation et régulation	Pierre-Jean Benghozi
Les données et leurs traitements	Charles Népote et Daniel Kaplan
Le savoir et sa transmission	Valérie Beaudouin
État, puissance administrative et politique	Jacques-François Marchandise
Travail et entreprise	Amandine Brugière

Merci au lecteur d'excuser l'hétérogénéité possible des propos et références dans ce travail collectif et interdisciplinaire.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des contributeurs qu'ils ont pu solliciter dans le cadre de ce travail dont toutefois la responsabilité leur incombe à eux seuls. Ils tiennent également à remercier les membres du comité de pilotage qui ont permis d'enrichir de nombreux points et d'améliorer la pertinence et la forme de ce document. Toutes erreurs et imperfections qui pourraient subsister sont néanmoins de leur seule responsabilité.

4. Biographies

Michael Baker est directeur de recherche au CNRS, dans le laboratoire LTCI de Télécom ParisTech. Formé en sciences cognitives au Royaume-Uni, il a soutenu son habilitation en psychologie, sur "L'élaboration de connaissances dans le dialogue". Chercheur en psychologie de l'apprentissage et en psychologie du langage, ses recherches portent sur l'analyse des apprentissages produits dans des groupes travaillant au travers d'internet.

Valérie Beaudouin est professeur à Télécom ParisTech, après avoir dirigé le laboratoire des usages à France Télécom. Diplômée de l'ENSAE et docteur en sciences du langage, ses recherches portent d'une part sur les technologies de l'information comme outils pour les sciences sociales et d'autre part, sur les usages de l'internet, avec un focus récent sur les pratiques culturelles et les conditions de production, de diffusion et d'accès aux savoirs transformées par l'internet (*digital humanities*).

Pierre-Jean Benghozi est directeur de recherche au CNRS et professeur à l'École polytechnique. Il y dirigeait, jusqu'en 2013, le Pôle de recherche en économie et gestion. Il a développé, en précurseur, une équipe de recherche sur l'entreprise et l'économie numérique ainsi que sur les industries de contenus. Son expertise l'a conduit à être nommé, en 2013, au Collège de l'Autorité des communications électroniques et des postes (ARCEP)

Amandine Brugière est chef de projet à la FING. Elle anime actuellement deux recherches-actions sur l'évolution des pratiques de travail dans une société numérique (Digiwork), et sur le développement d'une "culture de la donnée" au service des entreprises et des acteurs des *territoires* (*Infolab*). Avant cela, elle a travaillé particulièrement sur les interactions entre allongement de la durée de la vie et technologies numériques (*Bien vieillir grâce au numérique, éditions Fyp, 2010*).

Antonio A. Casilli, sociologue, est maître de conférences à Télécom ParisTech et chercheur à l'EHESS (CEM-IIAC, Paris). Ses recherches portent sur les cultures technologiques et la dimension politique du web. Il est l'auteur de trois ouvrages, dont le dernier *Les liaisons numériques. Vers une nouvelle sociabilité ?* est paru aux éditions du Seuil en 2010.

Françoise Détéienne est directrice de recherche au CNRS affectée au laboratoire LTCI de Télécom ParisTech. Après une formation en psychologie cognitive et en ergonomie, elle a fait un séjour postdoctoral au laboratoire d'Intelligence artificielle de Yale University en 1987-1988. Recrutée à l'INRIA en 1989, elle y a dirigé l'équipe Eiffel (Cognition et coopération en conception) de 1998 à 2007. Ses thématiques de recherche portent sur la conception, la collaboration, la médiation technologique, les communautés en ligne. Elle est éditrice associée de *International Journal of Human-Computer Studies* (Elsevier) et *Interacting with Computers* (Taylor & Francis).

Laurent Gille est professeur d'économie au département de Sciences économiques et sociales (SES) de Télécom ParisTech. Ses travaux portent sur la régulation du numérique, spécialement dans les pays en développement, et sur les modèles d'affaires innovants de l'économie numérique. Il a participé et animé de nombreux exercices de prospective sur le champ du numérique depuis 1990. Il a dirigé l'ouvrage collectif *Les dilemmes du numérique* paru en 2009 aux éditions Fyp.

Daniel Kaplan a étudié l'économie et les sciences politiques avant de fonder l'une des premières agences de communication interactive en 1986. Il est le cofondateur et le délégué général de la Fing, qui "produit et partage des idées neuves et actionnables pour anticiper les transformations numériques." Il a écrit ou dirigé de nombreux ouvrages parmi lesquels l'exercice annuel de prospectif *Questions Numériques* ou encore *Informatique, libertés, identités* (éditions Fyp, 2010).

Daniel Kofman est professeur à Télécom ParisTech. Il est cofondateur et directeur du LINCS (Laboratory for Information, Networking and Communication Sciences). Membre du Comité scientifique de l'OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), son domaine de recherche concerne les réseaux et services de communication, notamment l'internet du futur, et ses résultats scientifiques les plus importants concernent l'internet des objets et les réseaux sans fil. Consultant indépendant pour de grandes entreprises, ayant même été directeur de la technologie de l'une d'elles, il propose une double vision scientifique et industrielle. Plus récemment, ses travaux ont porté sur l'évolution des systèmes électriques (*smart grid*) facilités par l'utilisation des TICs, sujet sur lequel il propose des paradigmes innovants.

Jacques-François Marchandise est directeur de la recherche et de la prospective de la FING, qu'il a cofondée en 2000. Philosophe de formation, impliqué dans l'innovation numérique depuis trente ans, il travaille depuis quinze ans sur les stratégies publiques numériques. Il a coordonné en 2011 l'atelier de réflexion prospective PRISE, consacré aux mutations numériques, pour l'Agence nationale de la recherche. Il enseigne à l'ENSCI et à l'université Rennes 2.

Françoise Massit-Folléa, chercheur-consultant en sciences de l'information et de la communication, a été professeur à l'École normale supérieure de Lyon, chargée de mission à la Direction des technologies (ministère de la Recherche), directrice scientifique du programme Vox Internet. Principal objet de recherche : la dimension sociopolitique des technologies numériques (usages, espace public, régulations techniques et juridiques, gouvernance de l'internet, internet du futur). Dernière publication : *Normative Experience in Internet Politics* (dir. avec C. Méadel et L. Monnoyer-Smith), préface de Mireille Delmas-Marty, Presses de l'École des Mines, Paris, février 2012.

Charles Népote est directeur du programme Open Data et Infolab à la FING, dont il anime la participation au programme européen HOMER et au projet ANR Datalift. Ethnologue et sociologue de formation, ancien responsable de l'innovation e-business dans une grande société financière, il est impliqué depuis dix ans dans le développement d'outils collaboratifs et le web sémantique. Il a précédemment dirigé le programme Identités actives de la FING.

Gérard Pogorel est professeur d'économie et de gestion (émérite) à Télécom ParisTech. Il a publié de nombreux articles, livres et rapports sur l'économie des réseaux, en particulier : l'Espace européen du haut débit mobile, un livre de référence sur la gestion du spectre radio. Il participe aux travaux des autorités gouvernementales et de réglementation dans de nombreux pays. Gérard Pogorel a été cofondateur, président et rapporteur des Conférences européennes sur la gestion du spectre radio à Bruxelles, et président de comités d'évaluation successifs du programme cadre de recherche européen.

Patrick Waelbroeck est maître de conférences à Télécom ParisTech au département Sciences économiques et sociales. Il y enseigne l'économie industrielle et l'économétrie. Ses recherches actuelles portent sur une approche à la fois pratique, scientifique et empirique du piratage sur internet et la protection technologique des industries créatives. Il préside actuellement l'EPIP (European Policy for Intellectual Property).