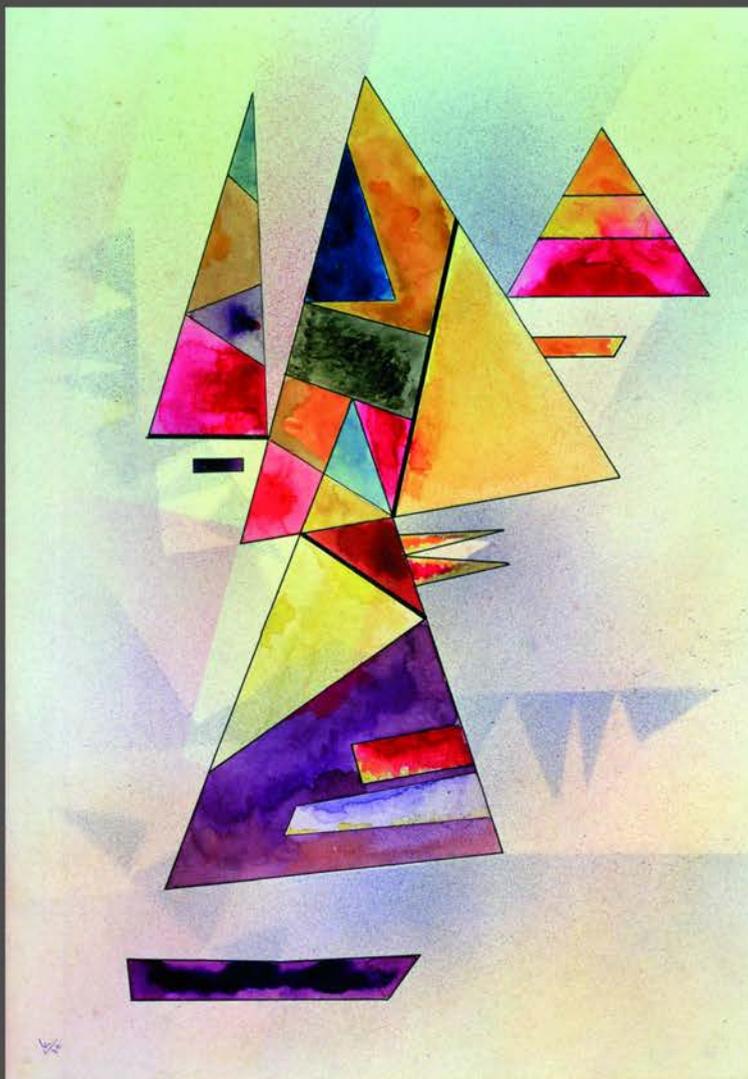


Enjeux numériques



Normaliser le numérique ?

UNE SÉRIE DES

ANNALES
DES MINES

FONDÉES EN 1794

N° 5 - MARS 2019

*Publié avec le soutien
de l'Institut MinesTélécom*



ENJEUX NUMÉRIQUES

Série trimestrielle • N°5 - Mars 2019

Rédaction

Conseil général de l'Économie,
ministère de l'Économie et des Finances
120, rue de Bercy - Télédéc 797
75572 PARIS Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68
<http://www.annales.org>

François Valérian

Rédacteur en chef

Gérard Comby

Secrétaire général

Delphine Mantienne

Secrétaire générale adjointe

Liliane Crapanzano

Relectrice

Myriam Michaux

Webmestre et maquettiste

Membres du Comité de Rédaction

Jean-Pierre Dardayrol,

Président du Comité de rédaction

Edmond Baranes

Godefroy Beauvallet

Côme Berbain

Pierre Bonis

Serge Catoire

Michel Cosnard

Arnaud de La Fortelle

Caroline Le Boucher

Alban de Nervaux

Bertrand Pailhès

Grégoire Postel-Vinay

Jacques Serris

Hélène Serveille

Laurent Toutain

Françoise Trassoudaine

François Valérian

Photo de couverture :

Wassily Kandinsky (1866-1944),
Composition. Aquarelle et encre de Chine,
1930. Collection particulière.
Photo © BRIDGEMAN IMAGES

Iconographie

Christine de Coninck

Abonnements et ventes

COM & COM

Bâtiment Copernic - 20, avenue Édouard-
Herriot

92350 LE PLESSIS-ROBINSON

Alain Bruel

Tél. : 01 40 94 22 22 - Fax : 01 40 94 22 32
a.bruel@cometcom.fr

Mise en page : Nadine Namer

Impression : Printcorp

N° ISSN : 2607-9984

Éditeur délégué :

FFE – 15, rue des Sablons - 75116 PARIS -
www.ffe.fr

Régie publicitaire : Belvédère Com

Fabrication : Aïda Pereira

aida.pereira@belvederecom.fr

Tél. : 01 53 36 20 46

Directeur de la publicité : Bruno Slama

Tél. : 01 40 09 66 17

bruno.slama@belvederecom.fr

Le sigle « D. R. » en regard de certaines illustrations correspond à des documents ou photographies pour lesquels nos recherches d'ayants droit ou d'héritiers se sont avérées infructueuses.

Normaliser le numérique ?

04 Introduction

Jacques SERRIS et Laurent TOUTAIN

Les enjeux de la normalisation du numérique

06 Quel est l'apport d'une norme volontaire dans le domaine du numérique?

Pourquoi les acteurs s'y intéressent-ils ?

Olivier PEYRAT et Jean-François LEGENDRE

11 Ouverture, standardisation technique et régulation

Pierre-Jean BENGHOZI

16 La standardisation de l'IoT à l'ETSI et l'alliance AIOTI

Patrick GUILLEMIN

22 Norme numérique et green IT

Amélie BOHAS, Françoise BERTHOUD et Gabrielle FELTIN

31 Standards et concurrence dans les technologies de communication

Justine BULKAERT et Axel GAUTIER

Diversité des normes et stratégies des acteurs

37 La bataille WiFi (IEEE) HiperLan (ETSI)

Philippe JACQUET

42 5G Standardisation

Achilleas KEMOS, Bernard BARANI and Peter STUCKMANN

48 La normalisation de l'informatique en nuage (*Cloud computing*)

Cédric SIBEN

56 La normalisation et le Big Data

Charles HUOT

61 Normalisation et fréquence

François RANCY

68 Norme numérique et eSanté

Karima BOURQUARD

- 75** La normalisation des systèmes de transport intelligents
Michelle WETTERWALD
- 83** Le ePUB dans l'édition numérique, une norme et son adoption en évolution
Chloé GIRARD
- 89** Les normes pour l'accessibilité numérique
Armony ALTINIER
- 93** L'accessibilité du livre numérique
Luc AUDRAIN

Hors dossier

- 96** Le baromètre 2018 du numérique
Gérard LALLEMENT et Matthias de JOUVENEL
- 103** La régulation du droit d'auteur dans l'environnement numérique
Alexandra BENSAMOUN
- 108** Résumés
- 113** Abstracts
- 118** Contributeurs

Ce numéro a été coordonné par Jacques Serris et Laurent Toutain.

Introduction

Par Jacques SERRIS
Conseil général de l'Économie
et Laurent TOUTAIN
IMT Atlantique

Vous n'imaginez sans doute pas vivre dans un monde sans normes, où la position des pédales d'accélération et de freinage dépendrait du constructeur automobile, où un grille-pain n'aurait pas la même prise électrique qu'une cafetière ! Pour les biens de consommation, les normes sont un moyen de développer des usages en facilitant les interactions. Elles peuvent aussi être un moyen de tenter de contrôler un usage, ce que les fabricants de rasoirs ou d'imprimantes ont bien compris. Un équilibre est donc nécessaire pour préserver un système ouvert et neutre permettant au marché de se développer, sans créer de position dominante. Ceci est encore plus vrai dans le domaine des télécommunications, où depuis le télégraphe de Chappe ou le morse, il faut que les deux parties soient d'accord sur le code pour pouvoir s'échanger de l'information.

L'équilibre peut être recherché sur un marché spécifique, un pays ou sur toute la planète. Même si les communications ne connaissent plus les frontières, des standards définis à l'échelon mondial peuvent avoir une application locale. Ainsi, dans les années 1980, la recommandation X.25, qui a permis de construire les premiers réseaux informatiques et qui a servi de support au Minitel, offrait assez de libertés pour définir de nombreux profils. Un terminal français n'étant pas compatible avec un terminal allemand, une industrie nationale existait. Ces normes ont été balayées. L'Internet et les réseaux locaux qui les ont remplacées, en uniformisant les protocoles, permettent au voyageur de se connecter en Wi-Fi de n'importe quel point de la planète. Cela a rendu possibles la production de masse et une forte baisse des prix, liées à une réduction des risques, puisque les fabricants proposent des solutions compatibles.

L'Internet a aussi amené une profonde transformation dans la production des normes et standards. À côté des organismes internationaux de normalisation, les nouveaux standards du numérique sont souvent le fruit de regroupements d'industriels, voire d'académiques : consortiums, plateformes, forums... La créativité et l'imagination sont au pouvoir, mais force est de constater que dans ce monde numérique où, semble-t-il, « *winner take all* », la standardisation peine à jouer son rôle en faveur du développement équilibré des marchés.

Cette question prend un nouveau relief avec l'Internet des Objets, qui peut se comprendre comme une intrusion accélérée des technologies de l'information dans le monde physique, dans des domaines comme la ville intelligente, la gestion de l'énergie, les véhicules autonomes, la domotique... Ces domaines sont régis par leurs propres normes, avec parfois même leurs propres protocoles de communication. Allons-nous vers une concentration du marché ? Les acteurs européens pourront-ils survivre ?

Dans ce numéro, nous avons l'ambition de traiter des normes au sens des « normes et standards utilisés dans l'industrie, l'économie et les services ». Notre objectif est d'informer et de faire réfléchir nos lecteurs sur ce que sont ces normes dans le monde numérique et quels sont les enjeux économiques, politiques et sociaux liés à leur production et à leur adoption. Les normes sont considérées au sens large, quels que soient leurs auteurs (forums, organismes de normalisation, organisations professionnelles, entreprise donneur d'ordre, recherche académique...), leur

statut et leur base juridique (traité international, législation, conventions privées, décisions de justice ou arbitrages, document du domaine public...).

Ce qui est au cœur du numéro, ce sont les enjeux liés au processus de production, puis à l'impact de l'adoption ou de l'échec des normes.

On rappellera que les divers niveaux qui s'enchevêtrent doivent être distingués (en français, on parle de « normes » en pensant aussi à la « réglementation », alors que les Anglo-Saxons distinguent bien « *regulation* » et « *standards* ») :

- les normes réglementaires, qui renvoient de plus en plus à des normes internationales ou régionales volontaires pour leur application, souvent utilisées dans les accords commerciaux (OMC/OTC) et par l'Union européenne ;
- les normes internationales basées sur le consensus entre pays, *via* leurs instituts nationaux de normalisation : ISO, CEI et UIT ;
- les normes régionales basées sur le consensus : CEN, CENELEC et ETSI pour l'Europe, avec un recouvrement et une complémentarité avec ISO-CEI-CEN ; IEEE+W3C+ICANN et autres pour les USA ;
- les normes nationales basées sur le consensus (mais il y en a peu sur ce sujet) ;
- les normes publiées par des *fora* et *consortia*, foisonnantes pour le numérique, avec souvent des droits de propriété intellectuels attachés et partagés ;
- et enfin, les normes propriétés d'une entreprise.

Quel est l'apport d'une norme volontaire dans le domaine du numérique ?

Pourquoi les acteurs s'y intéressent-ils ?

Par Olivier PEYRAT

Directeur général du groupe AFNOR

et Jean-François LEGENDRE

Rapporteur du Comité Stratégique AFNOR

« Information & Communication Numérique »

Les technologies de l'information permettent et participent à l'intégration des marchés : elles sont un fondement essentiel de leur mondialisation. Le numérique étant un moyen de communiquer, de stocker et de traiter de l'information, pour que deux dispositifs se comprennent, il faut disposer de standards. Il peut s'agir de standards propriétaires si les dispositifs sont des équipements conçus par le même industriel, parfois en position monopolistique. La standardisation des technologies de l'information a été largement contrôlée à l'origine par des sociétés dominantes ou par des consortiums rassemblant en leur sein un nombre limité d'entreprises de taille internationale, privilégiant *de facto* une stratégie de standardisation. Les forums offrent quant à eux le bénéfice d'une représentation directe avec le risque de conduire à des situations où les acteurs moyens ou petits sont marginalisés. En conséquence, bon nombre de technologies échappent à la démarche normative classique. Le souci d'un consensus fort et formel, établi sur une base de représentations nationales, étant mis au second plan, il peut sembler paradoxal de constater que les mêmes entreprises recherchent aussi la reconnaissance internationale que la normalisation institutionnelle, à travers sa notoriété mondiale et la caution qu'elle peut leur apporter. Le mécanisme est simple : dès lors qu'il y a plusieurs opérateurs sur un même marché, les écosystèmes respectifs s'entrechoquent et il faut faire en sorte que les standards deviennent interopérables ! C'est ce qui s'est passé pour les logiciels de bureautique il y a quelques années : la normalisation d'OOXML et d'ODF a établi un noyau commun comme base d'interopérabilité – à défaut d'une convergence totale – et a rendu enfin ouvertement accessibles des formats historiques précédents (*legacy formats*).

La normalisation a donc joué, soit *ex ante*, soit *ex post*, un rôle important dans ce type de circonstances. Pour s'en convaincre, il faut se rappeler que la mise en œuvre de la téléphonie mobile – en particulier des réseaux (GSM) –, celle de la télévision numérique – MPEG pour laquelle le groupe de normalisation ISO/IEC JTC 1 sur les images animées a eu l'honneur de recevoir la récompense Emmy Award en 2017 ! –, ou encore le développement d'une infrastructure de paiement basée sur la carte à puce, repose sur des normes internationales. En ce qui concerne l'Internet, nombre de recommandations du W3C ont été intégrées dans des normes pour les associer à des travaux d'autres forums. Le tout a permis de répondre au besoin urgent d'interopérabilité des services Web, dont le « cloud ».

La transformation numérique est une expérience disruptive

La transformation numérique de la société est une clé de voûte reposant aujourd'hui sur trois piliers incontournables et indissociables :

1. Les objets connectés qui fournissent un grand nombre de données numériques ;

2. Le management et le traitement en temps réel des données pour faciliter la compréhension et la prédiction des phénomènes ainsi que l'apprentissage profond ;
3. Des infrastructures de services et les technologies partagées, disposant de grandes capacités ubiquitaires (différents services de cloud, blockchains...)

Le véhicule autonome est un bon cas d'usage pour illustrer comment le numérique transforme la valeur ajoutée associée à la donnée technique, ce qui peut bouleverser les modèles économiques existants des constructeurs et des équipementiers. En témoignent les consortiums formés récemment entre des constructeurs automobiles et des géants du numérique !

La normalisation, toujours attentive aux questions de propriété intellectuelle, peut aider à ce que la (co)propriété sur les données techniques soit dûment établie. De même, les objets connectés apportent une connaissance très fine du monde (par exemple, la santé connectée). L'enjeu normatif est de permettre une personnalisation non intrusive des services, par exemple en fiabilisant des méthodes d'évaluation de processus d'anonymisation statistique de données sensibles utilisées pour des analyses prédictives. Enfin, il faut pouvoir exploiter en confiance les algorithmes utilisés, notamment dans l'intelligence artificielle.

Il faut aussi répondre à des enjeux de gouvernance pour que les dispositifs utilisés prennent en compte des critères sociétaux (éthique, transparence, respect de la vie privée, cybersécurité).

L'open-source est une forme d'innovation ouverte dans le numérique

Depuis quelques années, des modèles alternatifs de production de contenus consensuels se sont progressivement imposés avec l'open-source. L'open-source est très efficace pour établir des spécifications dans des domaines non concurrentiels comme le « middleware ». C'est grâce à l'open-source que des services de cloud computing ont pu voir le jour. Ce concept a été initialement développé par des acteurs dont Amazon. Celui-ci l'a mis en place pour ses propres besoins, puis commercialisé après l'avoir astucieusement agencé et promu.

Force est de constater que l'open-source et ses communautés de développeurs œuvrant en mode agile ont notablement concurrencé les consortiums dans la capacité à produire des spécifications techniques robustes.

La normalisation volontaire en revanche a plutôt bénéficié de l'open-source parce qu'elle est complémentaire, grâce à un processus formalisé de reconnaissance en aval.

Une bonne illustration est fournie par l'initiative « Blockchain » qui a démarré au comité ISO TC 307. Cette initiative vise à fixer une terminologie appropriée, un cadre de référence contractuel, ainsi que des éléments de gouvernance de la « Blockchain ».

Pour les « Smart Contracts » qui sont des actions déclenchées automatiquement lorsqu'une condition se réalise, la normalisation vise à apprécier leur caractère probant en vue d'une reconnaissance légale. Une évolution des processus de minage semble inévitable pour répondre simultanément à des enjeux de sécurité et d'éco-responsabilité (afin de rendre ce processus moins gourmand en énergie). Enfin, la multiplication des plateformes rend nécessaire de réexaminer les questions d'interopérabilité.

Les bonnes pratiques autour des cas d'usage deviennent une nouvelle forme de normalisation

L'élaboration de bonnes pratiques pour construire des écosystèmes vertueux autour de cas d'usage est une demande de plus en plus fréquente. Pour répondre à ces nouveaux besoins, il a

fallu innover et adapter les processus pour permettre une réponse normative pertinente et rapide, lorsqu'il n'est pas possible de rechercher un consensus global. Le développement de bonnes pratiques pour faciliter la mise en œuvre du RGPD par les entreprises s'est fait dans le cadre d'un processus de coproduction avec un ensemble large et représentatif d'acteurs comprenant des utilisateurs, des experts, des juristes, etc. Ces bonnes pratiques se situent en complément de normes internationales comme l'ISO/IEC 29100 qui définit un cadre pour le traitement de données à caractère personnel et a bénéficié d'une importante contribution de la CNIL. Sous l'impulsion de l'ONG Reporters Sans Frontières (RSF), l'AFNOR, conjointement avec son homologue allemand (le DIN), a mis en place un atelier européen pour développer de bonnes pratiques journalistiques en réponse aux enjeux des « infox ». Y participent des médias, des journalistes mais également des plateformes. Sous l'impulsion conjointe de l'organisme France Brevets et d'industriels, un document de référence européen (accord CWA : CEN Workshop Agreement) portant sur des bonnes pratiques de négociation des licences concernant des brevets essentiels référencés dans l'Internet des Objets est en phase de finalisation. À la différence des lois et réglementations, les normes peuvent en effet faire référence à des brevets sous certaines conditions, partagées par les organisations internationales ou européennes de normalisation : le détenteur d'un brevet référencé dans une norme appliquera des conditions raisonnables et non discriminatoires (FRAND) à toute demande de licence d'utilisation.

La normalisation du numérique s'étend aux secteurs verticaux et aux métiers augmentés

Tous les secteurs sont concernés. Ainsi, le développement des véhicules autonomes et connectés donnera un poids considérable à la donnée dont se nourrissent les algorithmes. Cette transformation introduit nécessairement de nouveaux acteurs, dont les plateformes d'intermédiation, et l'on assiste de ce fait à des écosystèmes qui se télescopent : constructeurs automobiles, équipementiers, technologies de l'information, infrastructures routières, distributeurs d'énergie électrique, etc. La normalisation accompagne ou anticipe la transformation, voire le bouleversement numérique dans de nombreux domaines « métiers ». D'une part, des normes existantes sont adaptées aux enjeux du numérique, comme celle sur l'éthylotest connecté. D'autre part, de nouvelles architectures sont élaborées dans des domaines complexes pour intégrer profondément le numérique à des infrastructures. Ainsi, la maquette numérique du bâtiment ou BIM (Building Information Model) suscite un intérêt croissant, et comporte des enjeux comme la traçabilité de la propriété intellectuelle pour les architectes, la maintenance technique des bâtiments, voire la valorisation de ceux-ci par les investisseurs. Ceci suppose toutefois que la rente économique que tentent d'imposer les éditeurs de produits logiciels BIM aux utilisateurs reste raisonnable ! Un second exemple marquant concerne les réseaux électriques intelligents pour lesquels un nouveau modèle d'architecture (SGAM) a été développé d'abord en Europe, puis porté au niveau international.

Mais normaliser pour répondre aux besoins des métiers augmentés n'est pas chose aisée... Sur des sujets à expertise forte (par exemple, la cybersécurité), chaque secteur peut être tenté de développer ses propres spécifications alors que si des normes génériques (à vocation multisectorielle) peuvent être produites, des économies d'échelle seront observées, les coûts de développement et de déploiement seront plus vite amortis, et ces normes génériques pourront être complétées pour aborder les véritables spécificités métier.

Cependant, transposer des démarches de modélisation établies pour tel secteur dans un autre domaine n'est pas nécessairement opportun ! Exporter une démarche de type SGAM à la ville intelligente est l'ambition de certains acteurs, qui pourraient en bénéficier pour pénétrer de nouveaux marchés verticaux. Force est de constater que cette méthode se heurte à des limites car la complexité des enjeux d'une ville intelligente demande des approches différenciées de celles

adaptées à la gestion de réseaux intelligents. De ce fait, la normalisation des « smart cities » trébuche aujourd'hui, avec le risque que des standards propriétaires de grandes plateformes ne s'imposent comme GTSF de Google. Pour autant, la normalisation a réussi à ce stade à endiguer la prolifération d'indicateurs-clés (KPI) pour ne retenir que ceux qui s'avèrent être exploitables par des directions du numérique de communautés urbaines.

En ce qui concerne l'industrie du futur, l'effort de normalisation porte sur un modèle d'architecture de référence poussée par de très grands acteurs industriels. Cette approche ne semble pas pouvoir intégrer tous les besoins exprimés par les cas d'usage d'industries connectées. Aussi, une harmonisation des architectures de référence candidates est devenue nécessaire, et a été récemment engagée au sein d'un groupe commun entre l'ISO et l'IEC. La norme apportera la neutralité nécessaire par rapport aux technologies et l'interopérabilité souhaitée entre maillons de la chaîne ainsi qu'entre filières.

Apporter la confiance au marché sans restreindre les usages

En Europe, la normalisation est un instrument d'harmonisation des politiques publiques dans le cadre de la « Nouvelle Approche » pour laquelle la réglementation fixe un cadre, et la normalisation fournit des exigences techniques permettant de revendiquer la conformité réglementaire.

Si l'essentiel des normes produites dans les domaines du numérique sont internationales, la norme apporte un cadre technique pour répondre à la réglementation européenne eIDAS qui a succédé à la directive signature électronique de 1995.

L'une des options normalisées par l'Europe pour la facture électronique exploite le format PDF-A qui est lui-même une norme ISO présentant des caractéristiques facilitant la valeur probante des documents. Cette norme ISO a été développée à partir d'une variante du format que tout internaute connaît et dont un éditeur de logiciel bien connu est à l'origine.

Accompagner l'acceptabilité des technologies

L'impact de la transformation numérique sur la société est considérable. L'interaction entre les machines et l'homme devrait encore se renforcer dans un proche avenir, ce qui pose d'importantes questions comme la fiabilité, la transparence, la traçabilité et le respect par les machines (et leurs algorithmes !) de comportements acceptables sous l'angle éthique. De nouvelles normes seront vraisemblablement développées pour établir des pratiques respectueuses dès la conception (« by design ») de principes sociétaux.

À l'image de ce qui se passe pour le RGPD, la normalisation et les normes constituent un vecteur efficace pour faire prendre plus rapidement conscience et diffuser dans le monde entier une vision consensuelle, pragmatique et européenne de pratiques respectueuses de la personne, de ses attentes et de ses droits, afin d'une part d'assurer une confiance durable dans les usages du numérique, et d'autre part d'éviter l'appropriation subreptice, par certains acteurs dominants, de données-clés qui leur permettraient de renforcer leur domination et de capter l'essentiel de la valeur engendrée par des secteurs moins avertis des risques.

GLOSSAIRE

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

IEC : International Electrotechnical Commission

OOXML : Open Office XML

ODF : Open Document Format

GSM : Global System for Mobile communication

MPEG : Moving Picture Expert Group

TCP : Transport Communication Protocol

IP : Internet Protocol

HTML : Hyper Text Markup Language

W3C : Word Wide Web consortium

Cloud computing : littéralement « informatique en nuage »

Middleware : couche de logiciel intermédiaire (par référence à un modèle en couche de l'architecture de communication numérique)

Open-source : logiciel libre (« d'exploitation », sachant qu'il y a différents type de licences associées au concept)

ECLIPSE : nom d'une fondation du monde du logiciel libre

SGAM : Smart Grid Architecture Model

eIDAS : electronic Identity, Authentification and trust Services

RGPD : Règlement Général de Protection des Données

FRAND : Fair, Reasonable and Non Discriminatory – se dit d'un certain type de licences pour des brevets essentiels référencés dans des normes

Ouverture, standardisation technique et régulation

Par Pierre-Jean BENGHOZI
ARCEP ⁽¹⁾, École polytechnique

La puissance des plateformes OTT est le plus souvent évoquée sous l'angle de leur domination concurrentielle et de leurs relations avec les opérateurs de réseau (neutralité du net). Du point de vue de la régulation, la menace est qu'un des acteurs économiques ne contrôle l'ensemble de la chaîne de valeur et plusieurs des strates que le protocole IP avait justement conduit et permis de séparer (Abiteboul, 2018). Face à ce risque, la réponse ne peut être uniquement économique : garantir un internet ouvert suppose aussi de savoir appréhender et réguler les contraintes et limites techniques posées à l'accès et à l'interopérabilité par les caractéristiques matérielles des réseaux et des équipements d'accès ⁽²⁾.

En matière de numérique, les technologies s'organisent et s'entrelacent en « système » autour des usages et des systèmes d'information. La structuration et les performances s'appuient sur une articulation permanente entre plusieurs couches très différentes dont chacune porte sa propre dynamique et ses propres innovations : infrastructure, équipement, terminaux, logiciel, interface homme-machine. Cette situation interroge la cohérence, la fiabilité et la soutenabilité de systèmes très évolutifs. D'un côté, les entreprises sont confrontées à des technologies changeant continuellement, en matière de logiciels comme de matériels, et elles n'ont dès lors pas toujours les moyens d'en assurer maîtrise et maintenance. D'un autre côté, l'hétérogénéité et la flexibilité des outils et des pratiques appellent une capacité de mise en cohérence globale, seule capable de construction collective, capitalisation et partage.

Quelle dynamique de structuration des réseaux ?

À côté des enjeux de régulation économique *stricto sensu*, les caractéristiques du système technique appellent donc à réfléchir à la place et aux modalités d'une normalisation qui se situe, par nature, hors du champ de cette régulation. Car les normes sont non seulement des instruments de coordination et de régulation des liaisons industrielles, ce sont aussi des instances de cristallisation des règles d'ordre technique qui lient les acteurs entre eux : de manière coercitive et normative tout comme en favorisant la convergence des mêmes comportements. Les institutions actuelles de standardisation technique résultent de la sédimentation et de la formalisation de telles pratiques et, en retour, contribuent à les encadrer et à généraliser leur diffusion.

« Internet » est l'étape la plus récente d'un mouvement d'informatisation qui a débuté dans les années 1960. Plusieurs impulsions de natures différentes voire opposées ont contribué à structurer cette évolution technologique (Nguyen et Dejean, 2014). Une première est naturellement la structuration technique car les différentes vagues de TIC se sont succédé en juxtaposant de nombreuses strates technologiques successives. Depuis l'Arpanet jusqu'aux autoroutes de l'information lancées par Clinton et Gore en 1992, c'est ensuite le poids politique des gouvernements

(1) Janvier 2013 – janvier 2019.

(2) C'est le cas notamment des terminaux, comme le montre un important rapport publié par l'Autorité de Régulation des Communications électroniques et des Postes (Arcep, 2018).

et notamment celui des États-Unis qui a contribué à façonner les infrastructures et leur contrôle. Mais Internet s'est aussi structuré, en parallèle, sur la base de règles, de modèles communautaires et de valeurs éthiques reposant sur l'activisme de bénévoles et sur une forte capacité d'auto-organisation que l'on retrouve dans des institutions de gouvernance autoproclamées telles que IETF, W3C, etc., tout comme dans les débats récents autour de la neutralité du net. Enfin, Internet s'est aussi construit par le poids et l'influence des grandes entreprises de technologie, des plateformes en ligne applicatives et de l'écosystème de financement des *startups* du numérique. Toutes ces dynamiques se sont, dans une large mesure, concrétisées dans les dispositifs de normalisation qui ont façonné les réseaux actuels.

Au fil du temps et des transformations techniques, ces processus de standardisation ont connu de profonds changements : ils ont affecté le support et la conception même des choix techniques qui sous-tendent les normes, mais ils ont aussi pesé sur l'organisation des instances de normalisation et bien sûr l'économie d'ensemble des réseaux d'infrastructure. Les évolutions permanentes se sont traduites par une prolifération institutionnelle normative... voire par des concurrences entre institutions. Selon les problèmes à traiter, des instances successives d'expertise, de normalisation et de certification, voire de régulation, se sont mises en place en produisant chacune des règles de coordination et des mécanismes de contrôle de leur application.

Standardisation technique : la réponse à deux modèles de croissance

La gouvernance d'internet n'a pas échappé à cette multiplicité des instances normatives et de régulation. La variété peut bien sûr être comprise comme une manière de répondre à la complexité même du domaine à gouverner, conduisant à spécifier chaque fois de nouvelles instances. Elle répond toutefois aussi aux conceptions alternatives des normes et de leur rôle dans la succession de deux phases très différentes : l'innovation, le foisonnement technologique et la croissance des réseaux d'une part, la rationalisation et la mise en cohérence d'autre part. Selon les cas, les dynamiques de normalisation reposent alors tantôt sur des dispositifs de coordination incitatifs ou contraignants établis *a posteriori*, tantôt sur des standards définis en commun *a priori* incluant des procédures de contrôle et l'obligation d'utiliser certaines technologies. Le premier modèle – historiquement le plus ancien – exprime un processus d'ajustement entre des technologies et des infrastructures préexistantes car développées chacune de leur côté par des acteurs indépendants : la normalisation n'intervient alors qu'après coup pour en assurer l'interopérabilité. Le développement du réseau s'opère dans ce cas sur la base de passerelles, d'interfaces et de boîtes noires qui garantissent la compatibilité et les échanges entre les différentes composantes de l'infrastructure.

Le second modèle répond à un développement de l'écosystème technique par cristallisation progressive autour d'une plateforme ou d'un noyau commun, sur la base d'une normalisation *a priori* : grâce à des standards définis au départ, les différents acteurs impliqués dans le développement du réseau (opérateurs, équipementiers, prestataires de services, fabricants de périphériques et de matériel...) peuvent se coordonner et le marché et l'infrastructure se développer harmonieusement⁽³⁾.

Face à une telle alternative normative, le caractère particulier des TIC et des formes organisationnelles associées (forte évolutivité et renouvellement, modalités variées d'appropriation) place les acteurs dans des positions ambivalentes. Comme le montre l'exemple actuel de la 5G NR, ils sont confrontés à des situations où les pratiques (voire le vocabulaire) ne sont pas encore stabilisées alors que des mécanismes de formalisation et de standardisation sont déjà à l'œuvre dans les architectures de réseau, les protocoles, les composants et les terminaux.

(3) Historiquement, ce modèle s'avérait particulièrement adapté à un monde des télécoms organisé autour d'un club d'acteurs publics en monopole, à même de se coordonner facilement *ex ante*.

Ouverture de l'Internet et interopérabilité : des solutions concurrentes ou complémentaires ?

Les modèles historiques de normalisation sont ainsi bousculés par les formes actuelles de développement des réseaux des télécommunications. Au-delà des nouvelles architectures portées notamment par la virtualisation et l'augmentation du trafic et des débits, les réseaux sont marqués par plusieurs mutations importantes qui tiennent à la disparition d'une traditionnelle spécialisation fonctionnelle par types d'usage (voix/données), de connexion (fixe/mobile) ou de clientèle (B2C/B2B). Cette évolution s'accompagne de la multiplication des applications, produits et activités proposés sur ces réseaux (diversification et hybridation de services « gérés », aux performances différentes).

Ces mouvements à l'œuvre dans Internet et les industries de réseau se traduisent par l'apparition d'une nouvelle conception de la norme, centrée sur la question de l'interopérabilité. Dans un contexte d'évolutions techniques rapides, ce paradigme répond de manière plus efficace à la double ambition de tout système de normes : stimuler l'innovation et garantir l'interconnexion entre composants hétérogènes. Dans un tel cadre, la démarche de normalisation volontariste *a priori* – qui s'appuyait historiquement sur le rôle central des instances internationales telles que l'UIT, l'ETSI ou le CEN – devient de plus en plus difficile à tenir. En effet, aucune instance ou acteur unique n'est désormais susceptible de piloter les développements techniques sur son secteur ou son aire géographique, ainsi que le faisaient les grands opérateurs de réseau public ou les constructeurs informatiques tels IBM, Microsoft ou Apple⁽⁴⁾.

L'émergence de standards ouverts prend tout son sens dans ce contexte : la flexibilité technique conduit à transférer au marché la capacité d'initiative qu'avaient des consortiums ou opérateurs monopolistiques. De telles démarches de standards ouverts *a priori* n'empêchent pas le maintien du modèle de normalisation *a posteriori* où la question en jeu est alors moins d'élaborer des standards évolutifs que d'assurer l'interopérabilité en se concentrant sur la normalisation d'interfaces, de codes, de passerelles et d'« étiquettes ». L'exemple d'Internet montre que ces deux formes de normalisation ne sont pas nécessairement contradictoires.

Dans les deux cas, standard ouvert ou interopérabilité, des formes élargies de concurrences et de partenariat se mettent en place entre les opérateurs, les constructeurs de matériel et les fournisseurs de services. La mise en place de standards ouverts facilite l'innovation et l'accès aux réseaux à de nouveaux acteurs économiques. Elle n'empêche pas ces mêmes acteurs, ensuite, de reconstituer une différenciation⁽⁵⁾ par les normes sur d'autres composantes du système technique. De son côté, le développement de l'interopérabilité transforme aussi profondément la compétition à tous les niveaux des filières : la mise en œuvre d'interfaces de compatibilité brise en effet la dépendance qui liait les usagers aux fabricants, fournisseurs de services et réseaux d'infrastructure. La standardisation de l'ergonomie des matériels et des services, la transférabilité des données, la transparence des modalités d'accès aux réseaux permettent de changer très facilement de fournisseurs et la pression concurrentielle se reporte alors sur l'innovation et la qualité.

(4) L'exemple d'Android ou de Chrome montre que même l'influence prépondérante d'acteurs dominants comme Google n'échappe pas à une situation nuancée où la convergence *a posteriori* autour d'un standard, qui s'est imposé comme plateforme commune, s'accompagne nécessairement d'une forte variabilité des variantes et modalités d'appropriation.

(5) ...et une « fermeture ».

Gouvernance et standardisation

Cette conjonction d'enjeux très différents a donné une actualité nouvelle au thème de la gouvernance, et plus particulièrement à celle de l'Internet. Il s'agissait d'abord de répondre à l'apparition d'innovations technologiques de rupture aux fortes conséquences d'usage. Il fallait ensuite maîtriser les limites de la gestion technique de l'Internet (taille, congestion, sécurité) appelant de nouveaux protocoles. L'économisation de l'Internet (marchandisation des services, des relations sociales et poids des OTT) a aussi donné aux acteurs économiques dominants un poids particulier pour mettre en avant et influencer sur certains choix techniques structurants. Enfin les enjeux de souveraineté numérique et la montée en puissance de pays émergents aux traditions différentes en termes de contrôle social (Chine ou Russie notamment) ont naturellement modifié les équilibres existant jusque-là dans les instances de gouvernance transnationales. Face à la conjonction de tels mouvements, on peut se demander dans quelle mesure des institutions créées pour assurer la gouvernance technique de l'internet au sens étroit (IETF, W3C, ICANN...) sont adaptées à un monde multipolaire où les enjeux économiques d'exploitation prennent un poids grandissant (et structurant) et où il devient important de savoir penser la contestabilité juridique des normes techniques.

De par leur histoire, les modes actuels de gouvernance du numérique sont en effet porteurs de plusieurs limites (Dang Nguyen et Dejan, 2014). D'une part, les instances publiques éprouvent une relative méconnaissance des enjeux techniques du numérique et, dès lors, peinent à peser sur des choix structurants et aux enjeux contradictoires⁽⁶⁾. D'autre part, la culture auto-organisée de la régulation de l'internet (cf. par exemple l'Internet Engineering Task Force (IETF)) porte des contradictions tenant à son origine libertaire (volontariat, absence de hiérarchie, pratiques de diffusion des propositions, décision par consensus). Ainsi, l'organisation très horizontale suppose par exemple l'usage de l'anglais comme *lingua franca* et donc une dominance anglo-saxonne de fait. De même, le modèle du bénévolat induit, dans les instances, des différences de motivation, de disponibilité et d'influence car des acteurs économiques puissants peuvent, plus facilement que des associations ou des ONG, mettre des experts à contribution en générant alors des conflits d'intérêts entre la représentation de l'organisation et une participation supposée être individuelle.

En conclusion, dans le numérique, plus encore que dans les autres secteurs de la société, la normalisation constitue un facteur essentiel de régulation concurrentielle... alors que le poids grandissant des enjeux économiques pose des limites à l'édiction de standards reposant sur une coopération tacite entre acteurs économiques : c'est-à-dire la combinaison de coopération pour l'édiction de normes et de compétition dans leur application. La question est particulièrement sensible quand il s'agit de convertir les standards du web dans des normes applicatives : la structure économique particulière du numérique (industries de coûts fixes, fortes externalités de réseaux, poids de quelques acteurs mondiaux très dominants) ouvre en effet le risque de créer, *via* certains choix techniques, des quasi-monopoles sur le marché.

Références

ABITEBOUL S. (2018), « Les déclinaisons de la neutralité », *Annales des Mines – Enjeux numériques*, n° 4, décembre.

ARCEP (2018), « Smartphones, tablettes, assistants vocaux... Les terminaux, maillon faible de l'ouverture d'Internet », février, https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/rapport-terminaux-fev2018.pdf

(6) En atteste le très lent accouchement de positions communes sur les questions de fiscalité du numérique ou des données.

- BENGHOZI P.-J. (2018), « Régulation : principes économiques, modes d'organisation et poids des pratiques. Le cas des télécommunications », *Entreprise & Société*, n° 3, 2018/ 1, pp. 35-72
- BENGHOZI P.-J., GILLE L. & VALLÉE A. (2009), "Innovation and Regulation in the Digital Age: A Call for New Perspectives" in CURWEN P., HAUCAP J. & PREISSEL B. (eds), *Telecommunication Markets Drivers and Impediments*, Springer, pp. 503-525.
- BENGHOZI P.-J., KAVASSALIS P. & SOLOMON R.J. (1996), "The Internet: a Paradigmatic Rupture in Cumulative Telecom Evolution", *Industrial and Corporate Change*, vol. 5, n° 4, pp. 1097-1126.
- BENGHOZI P.-J. & MELLIER G. (2016), "The Internet of Things: a New Paradigm for Regulation?" *Journal of Law and Economic Regulation*, Vol. 9, n° 1, (2016/ 5).
- BENGHOZI P.-J., HENRY E., ROMANI P.M. & SEGRESTIN D. (1996), « La normalisation : enjeux industriels et scientifiques », *Revue d'Économie industrielle*, n° 75, 1^{er} trim. 1996, pp. 15-25.
- DANG NGUYEN G. & DEJAN S. (2014), *Le Numérique : économie du partage et des transactions*, Economica.
- FLICHY P. (2001), *L'Imaginaire d'Internet*, Paris, La Découverte.
- FRANSMAN C. (2010), *The New ICT Ecosystem*, Cambridge, Cambridge University.
- KOGUT B. (Ed) (2003), *The Global Internet Economy*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- LESSIG L. (1999), *Code and the other laws of cyberspace*, New York, Basic Books Press.
- TOLEDANO J. (2017), *Réguler le numérique*, The Digital New Deal Foundation, mars, <http://www.thedigitalnewdeal.org/wp-content/uploads/2017/06/Fondation-Digital-New-Deal-reguler-le-numerique.pdf>

La standardisation de l’IoT à l’ETSI et l’alliance AIOTI

Par Patrick GUILLEMIN

ETSI IoT Coordinator, Senior Research and Technical Officer, AIOTI
Chairman of WG IoT Standardization and AIOTI Steering Board Member

Introduction

L’IERC (*IoT European Research Cluster*) donne une définition de l’IoT qui s’approche de l’Internet of Everything : « L’Internet des Objets est une infrastructure de réseaux mondiale dynamique avec des capacités d’auto-configuration basées sur des protocoles de communications standards et interopérables où les *choses* (ou *objets*) physiques et virtuelles ont des identités, des attributs physiques et des personnalités virtuelles utilisant des interfaces intelligentes et sont intégrées de manière transparente au réseau d’information »⁽¹⁾.

Depuis 2010, en Europe, les projets de recherche et d’innovation sur l’Internet des Objets (IoT) qui sont financés par l’Union européenne sont regroupés dans l’IERC. C’est en 2015 que l’IoT a véritablement décollé en Europe. Sous l’impulsion de la Commission européenne, des acteurs de la recherche, de l’innovation et de l’industrie IoT européenne, l’IERC est devenu une alliance informelle qui ne s’est transformée en une entité légale qu’en 2016 : l’AIOTI (*Alliance for IoT Innovation*).

L’objectif d’AIOTI est de renforcer le dialogue et l’interaction entre les acteurs de l’Internet des Objets en Europe, et de contribuer ainsi à la création d’un écosystème européen dynamique pour accélérer l’adoption de l’IoT. AIOTI fournit des recommandations pour la collaboration dans les projets de recherche et d’innovation IoT. L’Union européenne finance notamment des projets pilotes à grande échelle (*IoT Large Scale Pilots*) qui travaillent étroitement avec l’IERC et avec AIOTI. L’objectif d’AIOTI est d’être reconnue comme un acteur majeur de l’interopérabilité, de la sécurité, de la confidentialité et de la sûreté des systèmes et applications IoT dans le monde. AIOTI a pour objectif d’accroître la confiance dans les solutions IoT, en fournissant des recommandations (guide, bonnes pratiques, solutions et standards de référence, etc.) à l’attention des développeurs et des utilisateurs.

L’ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) fait partie de l’AIOTI⁽²⁾ depuis sa création en 2015. Avec le soutien actif de la Commission européenne, cette alliance a publié des rapports sur la politique et les normes relatives à l’IoT, dans lesquels l’ETSI a joué un rôle de catalyseur de facilitateur de collaboration. Au sein de l’AIOTI, le groupe de travail AIOTI WG03 « *IoT Standardisation* », présidé par l’ETSI, identifie par exemple les problèmes de standardisation (interopérabilité, sécurité, absence ou duplications de normes, etc.).

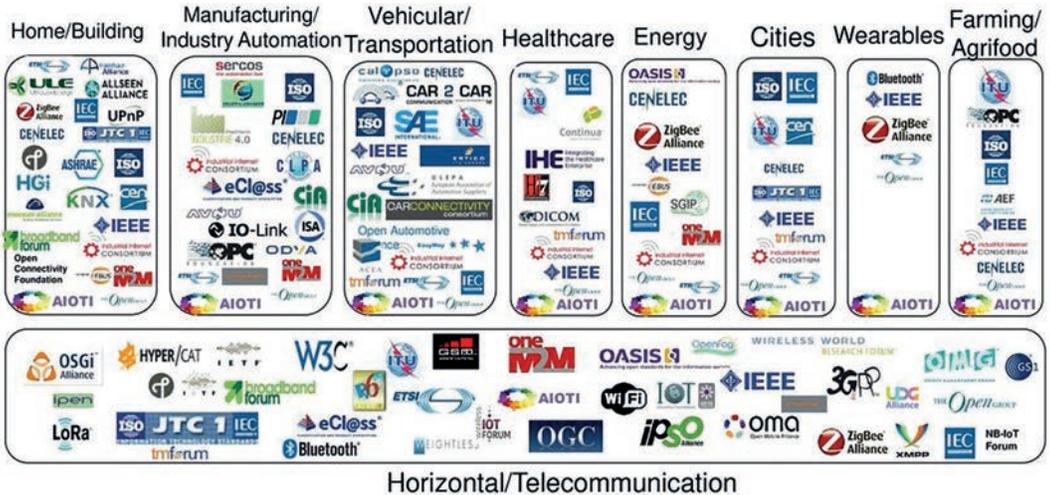
AIOTI WG03 développe par consensus des recommandations qui sont basées sur la participation (et la contribution aux travaux) pour améliorer les normes existantes, analyser les lacunes et élaborer des stratégies communes. AIOTI WG03 ne développe pas de normes.

(1) <http://www.internet-of-things-research.eu>

(2) <http://www.aioti.eu>

L'ETSI a joué un rôle-clé pour faire du groupe de travail AIOTI WG03 un partenaire de la Commission européenne en matière de collaboration dans la normalisation IoT et ses liens avec la recherche et innovation IoT. AIOTI WG03 est devenu un lieu de collaboration⁽³⁾ et d'échange d'informations sur les normes, les implémentations et l'innovation dans l'IoT.

IoT SDOs and Alliances Landscape (Vertical and Horizontal Domains)



Source: AIOTI WG3 (IoT Standardisation) – Release 2.4

Standardisation de l'IoT à l'ETSI

L'ETSI élabore et promeut les normes mondiales oneM2M⁽⁴⁾ et 3GPP⁽⁵⁾ (3rd Generation Partnership Project). Ce sont des standards globaux de l'ETSI pour l'IoT pour les couches service et radio. Les contrats (*partnership agreements*) signés par l'ETSI dans chacun de ces *partnership project* stipulent que l'ETSI s'engage à promouvoir et ne pas développer de standard (service et radio) concurrents afin d'harmoniser :

- la standardisation des réseaux mobiles (ce qui a permis d'avoir un réseau mondial mobile tel que nous le connaissons aujourd'hui et qui évolue maintenant vers la 5G),
- et celle de l'IoT/M2M dans le monde.

Concernant l'IoT, l'appellation "one" M2M/IoT prend donc tout son sens et explique pourquoi l'ETSI veille à ce qu'aucun standard concurrent ne soit développé à l'ETSI.

3rd Generation Partnership Project : 3GPP

3GPP assure la maintenance des normes des réseaux mobiles : GSM, GPRS, EDGE, UMTS, LTE et LTE Advanced ainsi que les spécifications IoT de 3GPP qui sont NB-IoT, eMTC et EC-GSM.

(3) <https://aioti.eu/collaborations/>

(4) <http://www.onem2m.org/about-onem2m/why-onem2m>

(5) <http://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>

3GPP est une coopération internationale, un *ETSI Partnership Project* (EPP), entre organismes de standardisation régionaux en télécommunications⁽⁶⁾ : ARIB (Japon), ATIS (USA), CCSA (Chine), ETSI (Europe), TSDSI (Inde), TTA (Corée du Sud) et TTC (Japon).

3GPP assure la maintenance des normes des réseaux mobiles :

- GPRS et EDGE qui sont inclus dans GSM 2G et 2.5G
- UMTS (avec HSPA) qui sont inclus dans GSM 3G
- LTE (avec LTE Advanced and LTE et Advanced Pro) qui sont inclus dans GSM 4G

L'équipe permanente du support à 3GPP nommée « *Mobile Competence Centre* » (MCC) est basée à l'ETSI, lui-même situé à Sophia Antipolis (France).

Les spécifications IoT de 3GPP existent depuis la Release 13 et sont NB-IoT, eMTC et EC-GSM-IoT⁽⁷⁾.

3GPP et AIOTI

3GPP collabore avec l'AIOTI WG03 sur les relations et l'impact entre 3GPP/5G et l'IoT ("IoT relation and impact on 5G"). AIOTI a publié et maintient un rapport⁽⁸⁾ listant les cas d'usages à destination de 3GPP SA1 - Release 16.

Standards for M2M and the Internet of Things – oneM2M

OneM2M, comme 3GPP, est un *ETSI Partnership Project* (EPP) dont les partenaires⁽⁹⁾ (légèrement différents de 3GPP) sont des partenaires de type 1 : ARIB, ATIS, CCSA, ETSI, TSDSI, TTA, TTC (communs avec 3GPP) plus TIA (USA) et des partenaires de type 2 : Global Platform et OMA.

OneM2M a pour objectif de développer des spécifications techniques répondant aux besoins d'une couche de service M2M commune pouvant être facilement intégrée dans divers matériels et logiciels, et sur laquelle on peut compter pour connecter une multitude de périphériques avec les serveurs d'applications M2M du monde entier. OneM2M a pour objectif essentiel d'attirer et d'impliquer activement des organisations appartenant aux domaines d'activité liés au M2M/IoT, telles que : les télécoms (TIC/Technologies de l'Information et de la Communication) et les transports intelligents, la santé, les services publics, l'automatisation industrielle, les maisons intelligentes, etc.

OneM2M coopère avec AIOTI (notamment en contribuant activement au travail dans AIOTI WG03 sur HLA/High Level Architecture⁽¹⁰⁾, SemIoP/IoT Semantic Interoperability). OneM2M a su valoriser AIOTI pour faire mieux connaître son offre unique d'interopérabilité déjà disponible (au niveau de la couche service) en collaboration avec les SDOs, Alliances, Projets Open Source, Projets de recherche et industriels actifs dans AIOTI. L'ontologie oneM2M de base⁽¹¹⁾ sert de point de référence à SAREF / Smart Appliances REference ontology développée initialement dans ETSI TC SmartM2M. OneM2M est la base des « extension mapping » (instanciation de l'ontologie de référence SAREF) dans les domaines de l'énergie, l'environnement, les bâtiments, les villes intelligentes, l'industrie et la production, l'agriculture, le transport, la santé, les vêtements intelligents, la gestion de l'eau, etc...). OneM2M offre un cadre de communication de l'information commun à l'offre ontologique de référence de SAREF. Aujourd'hui SAREF est devenu Smart Applications

(6) <http://www.3gpp.org/about-3gpp/partners>

(7) http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1785-nb_iiot_complete

(8) https://aioti.eu/wp-content/uploads/2018/06/AIOTI-IoT-relation-and-impact-on-5G_v1a-1.pdf

(9) <http://www.onem2m.org/about-onem2m/partners>

(10) <https://aioti.eu/wp-content/uploads/2018/06/AIOTI-HLA-R4.0.7.1-Final.pdf>

(11) <http://www.onem2m.org/technical/published-drafts>

REference (*ontology*).

L'ontologie de base (IoT) de oneM2M est au cœur de l'offre globale d'interopérabilité sémantique de l'IoT (SemIoP) et a pris de l'ampleur avec les activités de l'AIOTI WG03 sur l'IoT SemIoP.

Comités techniques M2M/IoT à l'ETSI

ETSI – TC MSG (Mobile Standards Group) supportant 3GPP

TC MSG est le comité technique de l'ETSI qui supporte 3GPP. Ses termes de référence⁽¹²⁾ stipulent que les responsabilités sont notamment :

- d'effectuer des travaux conformément aux mandats de la Commission européenne et à la réglementation européenne des systèmes concernés ;
- d'identifier les exigences réglementaires européennes sur les systèmes ;
- d'élaborer des normes harmonisées couvrant les exigences essentielles de l'article 3.2 de la directive européenne (RED/Radio Equipment Directive) sur les équipements radioélectriques 2014/53/ ; une liaison étroite devrait être maintenue avec les forums 3GPP, 3GPP2, IEEE et WiMAX, ainsi qu'avec les groupes de l'ETSI ;
- d'éviter les doubles emplois, en particulier avec le 3GPP, sur les tâches décrites ci-dessus.

ETSI – TC SmartM2M (oneM2M) supportant oneM2M

Sur le même modèle que TC MSG pour 3GPP, TC SmartM2M supporte oneM2M à l'ETSI. Les responsabilités du TC SmartM2M sont notamment :

- de soutenir les exigences européennes en matière de politique et de réglementation, y compris les mandats de la Commission européenne (*Smart Meter, Smart Grid, etc.*) dans le domaine du M2M et de l'Internet des Objets ;
- d'identifier les exigences politiques et réglementaires de l'Union européenne relatives aux services et applications M2M/IoT (GDPR, *ePrivacy Directive, etc.*) devant être développés par SmartM2M, ainsi que la conversion des spécifications oneM2M en normes ETSI.

À l'ETSI, dans TC SmartM2M, oneM2M a permis de démontrer pour la première fois l'interconnexion entre les voitures (ITS) et les véhicules agricoles (AEF, ISOBUS). Une démonstration en vraie grandeur a été réalisée du 22 au 26 octobre 2018 durant l'*ETSI IoT Week*⁽¹³⁾.

Dans le cadre du programme H2020, la Commission européenne a pour objectif de soutenir l'émergence d'un écosystème capable de délivrer l'IoT avec des actions telles que :

- la validation des technologies et approches IoT à travers les LSP (*Large Scale Pilot*) ;
- l'identification des normes requises pour les déploiements mondiaux et l'interopérabilité pour prendre en charge les projets pilotes IoT à grande échelle (IoT LSP).

C'est au cours d'un atelier (*workshop*) intitulé « *IoT Standards Landscaping and Gap Analysis Workshop* » que la sécurité et la confidentialité, l'interopérabilité sémantique et l'interopérabilité des plateformes IoT ont été identifiées comme des éléments-clés. Le STF 547⁽¹⁴⁾ apporte un soutien important à certaines des politiques de la Commission européenne dans le domaine de l'Internet des Objets.

(12) <https://portal.etsi.org/TBSiteMap/MSG/MSGToR>

(13) <https://www.etsi.org/etsi-iot-week-2018>

(14) <https://portal.etsi.org/STF/stfs/STFHomePages/STF547>

Les objectifs essentiels du STF 547 sont notamment :

- d'identifier les normes disponibles et, ce qui est encore plus important, les meilleures pratiques dans ses domaines d'activités ;
- de construire un pont pour les concepteurs / implémenteurs potentiels des systèmes IoT ;
- et de soutenir leur travail en fournissant un ensemble complet d'information, d'enseignement / apprentissage et de démonstration avec une utilisation pratique et une perspective de mise en œuvre.

En fait, tous les groupes de standardisation (*Internet of Everything* !) contribuent à la standardisation de l'IoT à l'ETSI ! L'IoT ne se limite pas au seul « *ETSI Technology Cluster* » nommé « *Connecting Things* »⁽¹⁵⁾ mais englobe bel et bien toutes les technologies⁽¹⁶⁾ de l'ETSI.

Pour faciliter la description de la standardisation IoT⁽¹⁷⁾ à l'ETSI, le point de départ a donc été l'ETSI TC SmartM2M en relation avec oneM2M (et 3GPP) tels qu'introduits dans le présent article.

Conclusion

La tendance IoT en 2018 est une convergence de l'IoT et de l'IoT industriel (robotique, cobots⁽¹⁸⁾, drones et véhicules autonomes) vers un « IoT tactile » (réalité augmentée, *digital twin*, assistant virtuel) englobant l'IHM (interaction homme-machine) et le M2M (machine-à-machine) autonomes, intelligents et hyperconnectés. Cela promet donc l'avènement d'un IoT basé sur des systèmes interactifs en temps réel avec une multitude de nouvelles applications industrielles, sociales et commerciales.

L'IoT / IIoT évolue continuellement avec les nouvelles technologies et applications, en intégrant par exemple l'hyperconnectivité (5G et au-delà), l'informatique de pointe intégrée dans les capteurs et actuateurs, les technologies blockchain (registres distribués) et l'intelligence artificielle (*neural networks, machine learning*).

La convergence vers un seul « Internet » (*of everything*) prendra du temps et nécessitera encore des efforts de collaborations et de standardisation.

Comme je l'ai déjà écrit dans l'article « État de l'art sur l'Internet des Objets en Europe » paru aux Éditions T.I. (Guillemin, 2018), les travaux de maturation du marché IoT devront intégrer les nouvelles tendances technologiques en cours et celles à venir. À long terme, et comme il existe déjà des vrais prototypes et des simulateurs d'ordinateurs quantiques ainsi que des systèmes basés sur la physique quantique (générateur de nombres aléatoires, distribution de clés quantiques), il se peut que d'ici 2030 (ou avant) le calcul et la cryptographie quantiques nous fassent entrer dans un nouvel âge de l'ICT.

À plus long terme, quand on aura étendu les technologies ICT aux NBIC (Nano-Bio-ICT-Cognitif) comprenant aussi le transhumanisme et une époque peut-être au-delà du point de singularité (en supposant aussi l'avènement des ordinateurs et algorithmes quantiques), alors, l'ordinateur (la machine, le système, l'Internet) pourrait dépasser l'homme (singularité technologique) et serait la source principale d'innovation, de recherche et de développement dont l'Homme ne sera plus alors que le chef d'orchestre, l'utilisateur et (on l'espère) le bénéficiaire.

(15) <https://www.etsi.org/technologies-clusters>

(16) <https://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies>

(17) <https://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/internet-of-things>

(18) Un cobot désigne un « robot conçu pour une interaction directe avec un opérateur humain, dans un espace de travail partagé ». (D'après Peshkin et Colgate, « Cobots », *Industrial Robot*, vol. 26, n° 5, 1999, pp. 335-341).

Bibliographie indicative

ABDELKAFI N., LANTING C.J.M., THUNS M., BOLLA R., RODRIGUEZ-ASCASO A. & WETTERWALD M. (2018), “*Understanding ICT Standardization: Principles and Practice*”, ETSI (in Press).

GUILLEMIN P., FRIESS P., SUNDMAEKER H. & WOELFFLE S. (2010), “Vision and Challenges for Realising the Internet of Things”, Publications Office of the European Union, version en ligne : http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Clusterbook_March_2010.pdf

GUILLEMIN P. *et al.* (2018), Chapitre 3 “The Next Generation Internet of Things – Hyperconnectivity and Embedded Intelligence at the Edge” in VERMESAN O. & BACQUET J. (2018), *Next Generation Internet of Things - Distributed Intelligence at the Edge and Human Machine-to-Machine Cooperation*, River Publishers.

GUILLEMIN P. (2018), “AIOTI-WG3_sdos_alliances_landscape_-_iot_lsp_standard_framework_concepts_-_release_2_v8.pdf”, AIOTI, open access: https://aioti.eu/wp-content/uploads/2017/06/AIOTI-WG3_sdos_alliances_landscape_-_iot_lsp_standard_framework_concepts_-_release_2_v8.pdf

GUILLEMIN P. (2018), « État de l’art sur l’Internet des Objets en Europe », EDITIONS T.I. (Techniques de l’Ingénieur), <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/internet-des-objets-42612210/etat-de-l-art-sur-l-internet-des-objets-en-europe-te8001/>

VERMESAN O. & BACQUET J. (2018), “Next Generation Internet of Things – Distributed Intelligence at the Edge and Human Machine-to-Machine Cooperation”, River Publishers, open access: <https://european-iot-pilots.eu/next-generation-internet-of-things-distributed-intelligence-at-the-edge-and-human-machine-to-machine-cooperation/>

Norme numérique et green IT

Par Amélie BOHAS, Françoise BERTHOUD
et Gabrielle FELTIN
CNRS

La normalisation dans le champ du green IT est un phénomène à la fois récent et diffus. Diffus par les différents aspects qui peuvent être couverts par ce domaine dont les enjeux rejoignent des thèmes connexes comme la Responsabilité sociale des Entreprises (RSE).

Ainsi, il faut tout d'abord s'entendre sur ce que nous nommons green IT ici. Ce vocable renvoie à deux réalités puisque ce sont des « TIC⁽¹⁾ dont la conception ou l'emploi permettent de réduire les effets négatifs de l'activité humaine sur l'environnement »⁽²⁾. Il s'agit d'une part de réduire leurs propres impacts sur l'environnement et l'Homme et, de l'autre, de leur capacité à limiter les impacts des autres activités humaines (dématérialisation, optimisation, modélisation...).

Afin d'éclairer le lecteur sur les normes liées au green IT, nous avons ainsi choisi de les présenter au regard des enjeux de ce champ. Il est à noter que toutes les normes que nous allons exposer ici ne sont pas spécifiques au numérique mais se révèlent utiles pour mettre en place une démarche green IT. En outre, le terme générique « normes », que nous employons dans le cadre de cet article (au sens de la règle à suivre), recouvre en fait une diversité de législations, de règlements et d'instruments privés plus ou moins commerciaux. Ainsi, la normalisation diffère suivant les pays et institutions qui les produisent : en effet, dans la conception américaine, il s'agit davantage de « standards » tandis qu'en France le terme « norme » revêt un caractère plus contraignant, plus officiel aussi.

Dans une première partie, nous présenterons les normes incitant à une meilleure gestion du cycle de vie. Ensuite, nous nous focaliserons sur la gestion des infrastructures numériques qui représentent un fort enjeu en matière d'efficacité énergétique. Pour finir, nous aborderons les normes liées à la responsabilité sociale au sein du secteur numérique.

Les normes liées à une meilleure gestion du cycle de vie

Les normes liées aux évaluations environnementales

Les impacts environnementaux des activités humaines sont multiples et même si la question du réchauffement climatique est prégnante, il est essentiel aujourd'hui de mesurer l'ensemble des impacts de nos produits, sans quoi certaines innovations pourraient bien se révéler catastrophiques pour la planète.

Il existe de nombreuses méthodes d'évaluation environnementale. Les Analyses de Cycle de Vie (ACV) font partie d'une famille d'outils permettant d'analyser les flux de matière au niveau d'un individu, d'une entreprise ou d'un pays et d'offrir une meilleure compréhension des interactions entre les sociétés humaines et les écosystèmes naturels. Approche multicritère, l'ACV considère l'ensemble des impacts environnementaux (consommations, émissions, rejets...) sur le cycle de vie global du produit, c'est-à-dire de l'extraction des matières premières ou de la génération des ressources naturelles à l'élimination finale en passant par les étapes de production, de distribution et d'utilisation ou consommation. L'ACV concerne à la fois les produits, les procédés ou les services pour tous types de secteurs industriels.

(1) TIC : Technologies de l'Information et de la Communication

(2) Extrait de la définition du *Journal officiel de la République française* du 12 juillet 2009.

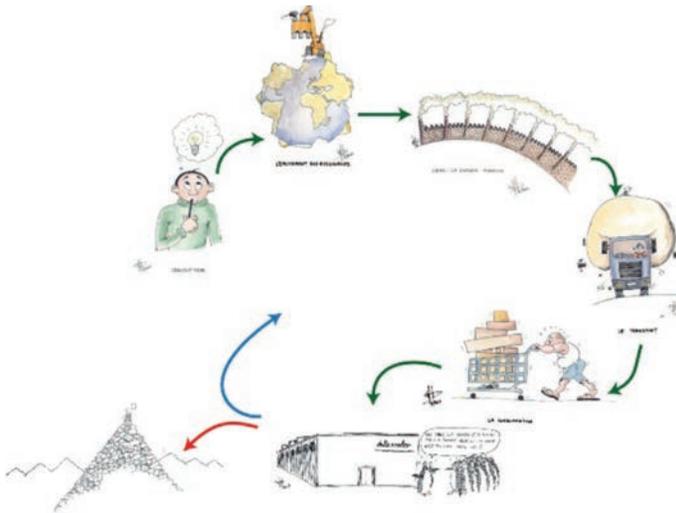


Figure 1 : Cycle de vie d'un produit, de la conception au traitement de fin de vie (©Eric Drezet)

L'apport majeur des ACV au regard d'autres méthodes est qu'en couvrant le cycle de vie global, elles permettent de voir si une mesure d'amélioration environnementale n'entraîne pas un déplacement d'un type d'impact vers un autre (par exemple si, en réduisant le CO₂ en France, on n'augmente pas les pollutions au nitrate en Chine).

Le cadre méthodologique et déontologique d'une ACV est défini depuis 1997 par la série de normes internationales ISO 14 040⁽³⁾. Ces textes ont permis une harmonisation des approches utilisées, une plus grande fiabilité des résultats, et une formalisation de la communication de ces résultats.

Les normes liées à la conception des produits

Les normes d'écoconception

L'écoconception vise à réduire les impacts d'un produit ou d'un service tout au long de son cycle de vie. Les directives européennes étaient jusqu'ici principalement orientées vers la seule dimension énergétique en phase d'usage mais depuis quelques années, des propositions vont dans le sens d'une approche plus globale.

Parmi les groupes de produits *high-tech* réglementés aujourd'hui, on trouve :

- Les télévisions et plus généralement les écrans *via* les règlements 642/2009 et 1062/2010 sur les aspects énergétiques et l'affichage d'informations (une révision intégrant des seuils minimaux de performance plus ambitieux est attendue d'ici la fin 2018).
- Les ordinateurs dont le règlement 617/2013 est en cours de révision (cela prendra sans doute plusieurs années).
- Les équipements ménagers et de bureau électriques et électroniques *via* le règlement 1275/2008 sur la consommation d'électricité en mode veille et en mode arrêt. Ce texte a été complété par la mesure veille connectée en 2013.

(3) ISO 14 040 : Management environnemental - Analyse de cycle de vie- Principes et cadre. Lors de la mise à jour de la série ISO 14 04X en 2006, les normes ISO 14 041, 14 042 et 14 043 ont été réunies sous une unique norme ISO 14 044.



Figure 2 : Conception (©Eric Drezet)

- Les sources d'alimentation externe *via* le règlement 278/2009 relatif à la consommation d'électricité hors charge et à leur rendement moyen en mode actif.
- Les serveurs et les produits de stockage de données pour lesquels un règlement établissant des exigences obligatoires en matière d'efficacité énergétique (y compris pour l'efficacité minimale des sources d'alimentation internes) et d'efficacité matérielle (comme la possibilité de démonter certains composants) est en cours de préparation.

En 2009, la Commission européenne (CE) a signé, avec les fabricants de téléphones, un premier protocole d'entente, volontaire, pour « l'harmonisation des chargeurs ». Celui-ci préconisait l'utilisation de chargeurs à port USB-A dit *standard* et de smartphones à port micro-USB. Mais depuis, les avancées technologiques ont engendré une nouvelle solution : l'USB-C, plus performant. La CE a donc lancé une nouvelle campagne « promouvant » l'utilisation d'un nouveau chargeur commun pour les téléphones mobiles. Sept fabricants de smartphones se sont engagés à ce que, dans un délai de trois ans (2021), leurs nouveaux smartphones soient « rechargeables par un connecteur

USB-C ». Il faut cependant noter que le protocole d'entente n'est pas abouti dans la mesure où il ne spécifie pas le type de connexion de l'autre côté du câble.

Les normes sur le contenu des produits et l'affichage environnemental

Les réglementations pour limiter les substances dangereuses

Dans un contexte de préoccupation croissante pour la santé et l'environnement, des réglementations ont été proposées afin de limiter l'emploi de substances dangereuses dans la conception des produits et d'instaurer un traitement adapté pour les déchets de façon à prévenir tout risque de dispersion des polluants et à protéger la santé des acteurs de la filière de collecte et de recyclage.

La directive européenne 2002/95/CE⁽⁴⁾ du 27/01/2003 dite RoHS 1 (*Restriction of Hazardous Substances*) vise à limiter l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (EEE) (elle va de pair avec la directive-cadre Déchets, cf. *infra*). Les récentes révisions de cette directive (directive 2011/65/UE du 01/07/2011 et directive 2017/2102 du 15/11/2017 dite RoHS 2) sont venues étendre les EEE concernés (9 catégories au regard de la nouvelle classification) et porter à 10 (au lieu de 6) le nombre de substances interdites (à hauteur de 0,1 % de concentration voire moins), la plaçant désormais en cohérence avec le règlement REACH.

Le règlement européen REACH (enRegistrement, Évaluation et Autorisation des substances CHimiques) n°1907 / 2006 du 18 décembre 2006 porte sur le recensement, l'évaluation et le contrôle de la fabrication, de l'importation et de la mise sur le marché européen de substances chimiques. « Depuis le 31 mai 2018 il n'est plus possible de fabriquer ou d'importer des substances à plus d'une tonne par an, si elles n'ont pas été enregistrées [...] selon le principe édicté par REACH, "Pas de données, pas de marché" »⁽⁵⁾. Les constructeurs et importateurs doivent donc s'assurer que les substances intégrant les produits sont correctement enregistrées sur le site

(4) Transposée en droit français par le Décret n°2005-829 du 20 juillet 2005 codifié aux articles art R.543-172 à R.543-206 du Code de l'environnement.

(5) <https://www.ecologie-solaire.gouv.fr/reglementation-reach> ; <https://reach-info.ineris.fr/?content=accueil>

de l'Agence européenne des Produits chimiques (ECHA)⁽⁶⁾, qui recense à ce jour plus de 20 000 substances chimiques dont les risques potentiels ont été établis.

L'affichage environnemental et les écolabels

Mieux gérer le cycle de vie des produits, c'est aussi mieux consommer. « L'affichage environnemental des produits de grande consommation est une démarche engagée dans le cadre du



Figure 3 : Affichage environnemental (©Eric Drezet)

Grenelle de l'environnement afin de sensibiliser les consommateurs aux impacts environnementaux des produits »⁽⁷⁾. Dans le domaine des TIC, la grande diversité des produits, la complexité et la forte évolutivité des chaînes de production rendent cet affichage complexe. Actuellement, il n'y a que trois catégories de produits relevant du domaine « Matériel / Équipement (consommateur d'énergie) » pour lesquels un référentiel validé par l'ADEME existe : les téléviseurs, les cartouches lasers re-manufacturés et les téléphones.

En complément, pour améliorer la communication environnementale, se sont développés un ensemble d'écolabels⁽⁸⁾. Les écolabels de type I, dits « officiels » car délivrés sous la

responsabilité des pouvoirs publics, sont encadrés par la norme ISO 14 024. Ils respectent ainsi plusieurs critères en termes d'exigence des seuils de performance, de processus d'élaboration (concertation), de certification (par un organisme indépendant) et de périmètre couvert (approche cycle de vie global). Les plus connus sont l'écolabel européen, NF Environnement, le Blue Angel (écolabel d'origine allemande, il s'agit de la plus ancienne certification environnementale au monde, introduite dès 1978) mais aussi l'Energy Star⁽⁹⁾ pour l'efficacité énergétique des produits (créé aux États-Unis par l'*Environmental Protection Agency*) ou encore le TCO⁽¹⁰⁾ dédié à la certification de TI dont les impacts sur l'environnement et la santé humaine sont minimisés. Les écolabels de type II correspondent à des auto-déclarations environnementales et relèvent de la norme ISO 14 021. Les critères définis et leur attribution dépendent des groupes d'intérêt (ONG, filières industrielles ou commerciales) qui les conçoivent. On peut citer à titre d'exemple le label EPEAT⁽¹¹⁾ (*Electronic Product Environmental Assessment Tool* : d'origine américaine, cette auto-déclaration proposée par le Green Electronics Council et portant sur le cycle de vie global des TIC bénéficie désormais d'une portée mondiale) ou encore le standard ECMA-370⁽¹²⁾ qui spécifie un ensemble de caractéristiques environnementales et de méthodes de mesure pour aider les constructeurs de TIC à établir leurs auto-déclarations.

Enfin, la norme ISO 14 025 encadre la création des écolabels de type III dit « écoprofiles ». Ils résultent d'ACV et ont pour vocation d'aider à la comparaison de produits bien que leur caractère très technique ne facilite pas l'appréciation des qualités environnementales des produits.

(7) <http://www.affichage-environnemental.fr>

(8) <http://www.ecolabels.fr/fr/tout-savoir-sur-les-ecolabels>

(9) <https://www.energystar.gov>

(10) <http://tco-certified.com/tco-certified/>

(11) <https://greenelectronicscouncil.org/epeat/epeat-overview/>

(12) <https://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-370.htm>

(6) <https://echa.europa.eu/home>

La réglementation en matière d'obsolescence programmée



Figure 4 : Obsolescence (©Eric Drezet)

Parce que la phase de production des équipements électroniques peut représenter jusqu'à 90 % des impacts d'un produit, les mesures les plus efficaces sont celles qui visent à réduire l'achat neuf.

L'article L. 213-4-1.-I. du code de la consommation définit l'obsolescence programmée par « l'ensemble des techniques par lesquelles un metteur sur le marché vise à réduire délibérément la durée de vie d'un produit pour en augmenter le taux de remplacement ». Cette infraction constitue désormais un délit au regard de la Loi française N°2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

L'inamovibilité des batteries a fait l'objet d'une directive européenne (2006/66/EC art11) retranscrite en droit Français par un décret du 10 juillet 2015. Mais cette infraction pourtant très fréquente chez Samsung, Apple ou Huawei n'est jamais constatée et ne semble pas gêner les acheteurs malgré le fait que la durée d'utilisation du smartphone (2 ans en moyenne) excède la durée de vie de la batterie.

L'obligation d'information sur la disponibilité des pièces détachées (article L. 111-4 du code de la consommation) est malheureusement trop peu appliquée et de façon trop incomplète pour avoir aujourd'hui un quelconque effet sur la durabilité des équipements.

Les normes liées à la gestion des DEEE

Selon un rapport de l'ONU ⁽¹³⁾, l'Europe a généré, en 2016, 12,6 millions de tonnes de déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) sur les 44,7 millions de tonnes mondiales. Représentant un potentiel énorme de mines urbaines en métaux précieux ou non, ces déchets sont aussi source de graves pollutions lorsque leur traitement est inadapté. Les réglementations portant sur la fin de vie des produits et le transport des déchets visent à réduire ces impacts en limitant le gaspillage de ressources.

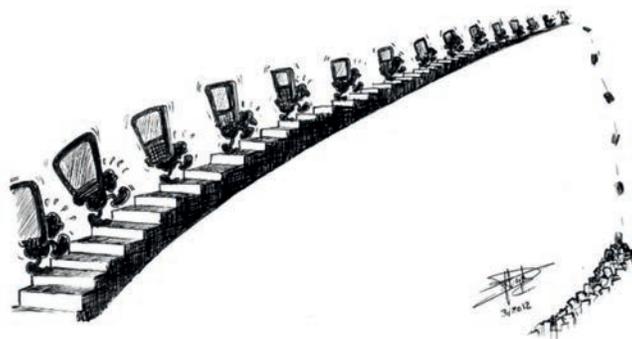


Figure 5 : Déchets électroniques (©Eric Drezet)

(13) BALDÉ, C.P., FORTI V., GRAY, V., KUEHR, R. & STEGMANN,P. (2017), *The Global E-waste Monitor – 2017*, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.

La directive 2002/96/CE du 27 janvier 2003 relative aux DEEE⁽¹⁴⁾ (révisée par la directive 2012/19/UE⁽¹⁵⁾), qui complète la directive cadre Déchet 2008/98/CE⁽¹⁶⁾ ayant instauré la Responsabilité élargie du Producteur (REP) (selon le principe du « pollueur payeur »), a permis la mise en place d'une filière réglementée de traitement des DEEE (agrément de quatre éco-organismes : Éco-systèmes, Recyclum, Ecologic et PV Cycle – et financement par l'écotaxe payée par le consommateur à l'achat d'un nouvel équipement). Les constructeurs doivent déclarer les produits qu'ils mettent sur le marché auprès de l'ADEME et sont responsables de leur traitement en fin de vie (pour les particuliers, reprise des équipements par les distributeurs suivant le principe « 1 appareil recyclé pour 1 acheté »). Des bordereaux de suivi de déchets (BSD) sont désormais établis pour assurer la traçabilité des flux de déchets et la transparence des opérations de collecte, de recyclage et de valorisation.

Afin de contribuer à l'homogénéisation des réglementations en Europe, le WEEE (*Waste Electronic and Electrical Equipment*) Forum, qui regroupe les différents éco-organismes européens agréés, a défini un ensemble de standards portant sur les différentes étapes du processus (collecte, dépollution, recyclage) et regroupés sous l'appellation « WEEE Labex » (WEEE LABEL of Excellence)⁽¹⁷⁾.

D'autre part, le règlement CE 660/2014 du 15 mai 2014⁽¹⁸⁾ (modifiant le règlement CE 1013/2006 du 14 juin 2006) concernant les transferts de déchets, qui n'est autre que la transposition de la Convention de Bâle en Europe, interdit le transfert entre États de déchets dangereux⁽¹⁹⁾.

Les normes liées à la gestion des infrastructures numériques

Malgré des progrès récents, la grande majorité des DataCenters accusent encore un retard conceptuel et technologique considérable sur l'état de l'art. Les normes, standards et autres guides proposés visent donc à améliorer leur conception et leur exploitation, en limitant notamment le gaspillage d'énergie.

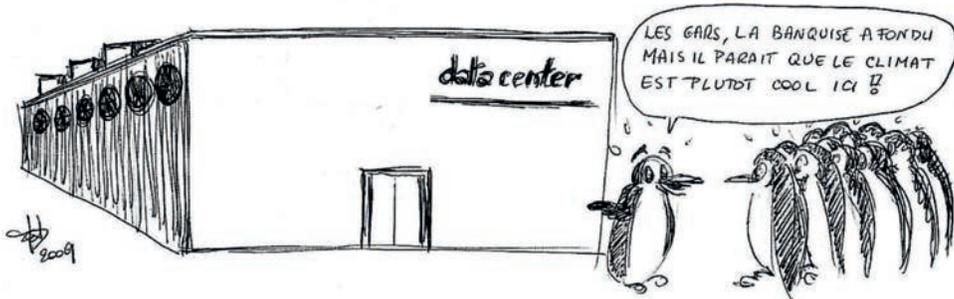


Figure 6 : DataCenters (©Eric Drezet)

(14) Transposée en droit français par le Décret n°2005-829 du 20 juillet 2005 codifié aux articles art R.543-172 à R.543-206 du Code de l'environnement (Partie réglementaire Livre V Titre IV

(15) <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0038:0071:FR:PDF>

(16) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM:ev0010>

(17) <http://www.weee-forum.org/weeelabexproject> et <https://www.weeelabex.org>

(18) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2014:189:FULL&from=FR> (p. 135), dont un réexamen est en cours <https://www.actu-environnement.com/ae/news/consultation-europe-revision-reglement-transfert-dechet-30584.php4>

(19) <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/transferts-transfrontaliers-dechets>

(20) La première édition publiée en 2004 recommandait des températures en face avant entre 20 et 25°C (étendues à un intervalle de 18°C à 27°C dans la deuxième édition de 2008) et une humidité relative entre 40 et 55%.

Les normes, standards et guides sur les DataCenters

Au niveau international, le comité TC 9.9 de l'*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) définit les normes environnementales des bâtiments hébergeant des équipements électroniques en termes de température et d'hygrométrie. La troisième édition du livre *Thermal Guidelines* publié en 2012⁽²⁰⁾ a introduit quatre classes pour l'exploitation thermodynamique des DataCenters : l'extension de la plage de température et du taux d'humidité permet de réduire la puissance du système de refroidissement et augmente les possibilités d'utilisation du Free-Cooling (refroidissement par l'air extérieur). Les constructeurs font des efforts pour certifier le fonctionnement de leurs produits dans des conditions d'exploitation moins contraignantes allant parfois au-delà des limites de l'ASHRAE.

Au niveau européen, le Joint Research Center (JRC) a lancé en 2008 le *Code of Conduct* (CoC). Régulièrement réactualisé et complété, il vise notamment à informer et encourager les opérateurs et les constructeurs de DataCenters à réduire leur consommation d'énergie sans affecter les fonctions critiques ou la fiabilité de ces installations. En sus de principes généraux, il fournit des objectifs et bonnes pratiques.

Par ailleurs, la nouvelle norme européenne EN 50600 (Installations et infrastructures de centres de données), développée par le Comité européen de Normalisation en Électronique et en Électrotechnique (CENELEC)⁽²¹⁾, couvre tout le cycle de vie du DataCenter, de sa conception à l'installation et la maintenance, s'adressant ainsi à tous les acteurs de la filière. Elle va bien au-delà des normes existantes en abordant la maîtrise de l'énergie, les contrôles environnementaux, et en donnant des consignes d'implémentation technique. Les derniers modules publiés en 2017 portent sur l'efficacité énergétique des DataCenters et proposent une approche de la conception comparée au coût.

Les indicateurs-clés liés aux DataCenters

Mesurer et améliorer l'efficacité des DataCenters demande une vision globale et des indicateurs variés afin d'évaluer l'impact des actions mises en place.

Le consortium The Green Grid a ainsi développé plusieurs indicateurs :

- Le *Power Usage Effectiveness* (PUE) mesure l'efficacité énergétique en calculant le rapport entre l'énergie consommée par le DataCenter et celle des systèmes informatiques sur douze mois consécutifs. Il a été normalisé par l'ISO/IEC 30134-2 JTC1/SC39 en 2016. Un PUE proche de 1 semble idéal : seul le matériel informatique consommerait de l'énergie.
- L'indicateur WUE (*Water Usage Effectiveness*), en projet de normalisation par l'ISO/IEC, rapporte la quantité d'eau consommée pour refroidir le DataCenter divisée par l'énergie consommée par l'infrastructure.
- Le CUE (*Carbon Usage Effectiveness*) rapporte la quantité totale de gaz à effet de serre (exprimée en kg de CO₂) résultant de l'activité du DataCenter, divisée par la quantité d'énergie utilisée par les équipements informatiques (en kWh).
- Lorsque la réutilisation de l'énergie issue de la salle machine est permise, deux autres ratios peuvent être calculés : l'ERE (*Energy Reuse Effectiveness*) est le ratio entre la différence de la quantité d'énergie consommée par le DataCenter moins l'énergie réutilisée, divisée par l'énergie consommée par l'informatique. Il permet par exemple de prendre en compte la chaleur de la salle serveurs qui est réinvestie pour chauffer le bâtiment ; l'ERF (*Energy Reuse Factor*) est le rapport entre l'énergie réutilisée et l'énergie totale consommée par le DataCenter. La normalisation de cet indicateur est en projet par l'ISO/IEC.

(21) Actuellement, le comité technique de normalisation CLC/TC 215 travaille sur le document 50600-99-1 qui correspondent à la mise à jour des *Best Practices Guidelines* du CoC.

Au plan énergétique, d'autres indicateurs viennent compléter ceux proposés par The Green Grid :

- Le *Renewable Energy Factor* (REF), normalisé par l'ISO/IEC 30134-3 JTC1/SC39 en 2016, mesure la part d'énergie renouvelable consommée dans la consommation totale du DataCenter. Toute énergie d'origine renouvelable possédée par le DataCenter est considérée, quelle que soit son origine : produite sur site, ou acquise.
- Le *Data Center Energy Management* (DCEM) est un indicateur global de performance énergétique du DataCenter, normalisé par l'ETSI GS OEU 001 V1.2.3 en 2013. Il mêle quatre indicateurs d'objectifs : consommation d'énergie, efficacité de traitement, réutilisation d'énergie, énergie renouvelable. Il a pour but de permettre des comparaisons entre DataCenters, mais son application est plus complexe.

Les normes liées à la responsabilité sociale



Figure 7 : Extraction des métaux (©Eric Drezet)

L'extraction des métaux faisant l'objet d'importantes convoitises, des dérives sont observées dans de nombreux pays, notamment en Afrique et en Amérique du Sud, et mènent à des conflits armés ou sociaux autour de l'usage de l'eau notamment.

Pour limiter ces risques, de nouvelles dispositions plus ou moins contraignantes ont été prises aux niveaux national et international.

La loi Dodd-Frank aux États-Unis

Intitulée « *Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act* » et adoptée en 2010 par le gouvernement Obama, cette loi-cadre, visant prioritairement à réformer le secteur financier par une plus grande responsabilisation (*accountability*) et transparence, contient dans son Titre XV des dispositions relatives à la transparence concernant les matériaux issus de zones de conflits en République démocratique du Congo (RDC) ou à proximité.

Les sociétés cotées en Bourse doivent exercer leur « devoir de diligence » en contrôlant leur chaîne d'approvisionnement et indiquer dans un rapport public soumis à la *Security and Exchange Commission* (SEC) si leurs produits sont susceptibles de contenir ces « minerais de sang ». L'objectif est d'évaluer si leurs achats bénéficient à ces groupes armés et de prendre les mesures adaptées.

Le « Guide OCDE sur le devoir de diligence pour des chaînes d’approvisionnement responsables en minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque »

L’Organisation de Coopération et de Développement économique (OCDE) a élaboré entre 2009 et 2012 un ensemble de lignes directrices visant à accompagner les entreprises dans la mise en œuvre de leur devoir de diligence tout au long de leur chaîne d’approvisionnement selon les Principes directeurs de l’OCDE. Ce guide⁽²²⁾ et ses différents suppléments sont le fruit d’un processus multipartite. Les recommandations sont évaluées annuellement.

Le règlement européen et la loi française sur le devoir de vigilance

Le 17 mai 2017, l’Europe, s’appuyant sur le cadre défini par les lignes directrices de l’OCDE, a adopté le règlement UE 2017/821⁽²³⁾ « fixant des obligations liées au devoir de diligence à l’égard de la chaîne d’approvisionnement pour les importateurs de l’Union qui importent de l’étain, du tantale et du tungstène, leurs minerais et de l’or provenant de zones de conflit ou à haut risque ». Sept ans après les États-Unis, ce texte vise ainsi à réglementer le commerce des « minerais de conflits ». Toutefois, la mise en œuvre sera très lente puisqu’elle ne sera réellement contraignante pour les entreprises qu’à compter de 2021.

En France, c’est la loi n°2017-399 du 27 mars 2017 relative au « devoir de vigilance des sociétés mères et des entreprises donneuses d’ordre »⁽²⁴⁾ qui incite les entreprises « à identifier les risques et à prévenir les atteintes graves envers les droits humains et les libertés fondamentales, la santé et la sécurité des personnes ainsi que l’environnement ». Ces dispositions s’appliquent pour les activités de la société mais aussi celles de ses filiales et de ses sous-traitants ou fournisseurs avec lesquels elle entretient une relation commerciale.

Quelques constats pour conclure

En conclusion de cet article sur la normalisation du green IT, le premier constat que l’on peut tirer est qu’il y a très peu de normes contraignantes fortes dans le domaine de l’éco-conception, en dehors des aspects énergétiques en phase d’usage des équipements ou du DataCenter. Les guides ou standards proposés par des groupes d’intérêt ou la Commission européenne vont un peu plus loin mais n’ont pas de caractère obligatoire et concernent souvent les équipements professionnels.

Le second constat qui ressort est qu’en revanche, le cadre réglementaire est en train de s’étoffer, qu’il s’agisse de réglementer la conception (en termes de composants ou de conditions d’exploitation des matières premières entrant dans la fabrication de ces produits), l’utilisation (dans une recherche d’efficacité énergétique) ou la fin de vie de ces TIC.

(22) <https://www.oecd.org/fr/daf/inv/mne/Guide-OCDE-Devoir-Diligence-Minerais-%20Edition3.pdf>

(23) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0821&from=ES>

(24) <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2017/3/27/2017-399/jo/texte>

Standards et concurrence dans les technologies de communication

Par Justine BULKAERT

et Axel GAUTIER

Université de Liège, HEC Liège et LCII

Introduction

Le terme « bien réseau » désigne des biens dont la valeur pour les utilisateurs augmente avec leur nombre. Ces biens sont caractérisés par une externalité de réseau ; la présence d'un utilisateur supplémentaire bénéficie à toute la communauté des utilisateurs. L'externalité de réseau peut être directe quand les utilisateurs valorisent explicitement la présence d'autres utilisateurs. C'est le cas dans les « systèmes de communication » où l'augmentation du nombre d'utilisateurs multiplie les possibilités de communiquer. L'externalité peut aussi être indirecte. Dans ce cas, ce n'est pas la présence d'autres utilisateurs qui est directement valorisée mais la présence de biens complémentaires. C'est par exemple le cas des « biens systèmes » comme un système d'exploitation (OS) pour lequel les utilisateurs accordent de l'importance au nombre de programmes et d'applications compatibles. Cependant, le nombre de biens complémentaires dépend du nombre d'utilisateurs et donc, de manière indirecte, un plus grand nombre d'utilisateurs fait augmenter la valeur du bien.

En présence d'externalités de réseau, l'utilisation d'une norme technique commune permet d'accroître la compatibilité entre biens et de ce fait le bénéficie pour les utilisateurs. L'utilisation d'un format de prises électriques standardisé (type E en France) permet aux utilisateurs de connecter tout appareil électrique, quelle que soit sa marque, à leurs installations. Par contre, un déplacement en Angleterre, où la norme est différente, nécessitera d'acquérir un adaptateur. On voit bien à travers cet exemple le bénéfice que représente l'utilisation d'une norme commune et le coût associé à l'utilisation de normes différentes. Ces dernières années, les technologies de communication mobile se sont développées sur la base de normes standardisées. Demain, avec l'Internet des Objets (IoT), la demande pour les outils de communication augmentera encore et l'utilisation de normes communes pour les objets connectés facilitera leur diffusion.

Les normes se mettent en place de deux manières. Soit une norme s'impose sur le marché (norme *de facto*), soit elle résulte d'un processus de standardisation (norme *de jure*). La création d'une norme *de jure* est le résultat d'un processus complexe qui allie concurrence et coordination entre entreprises. Coordination, puisque la mise au point d'une norme technique standardisée nécessite la coopération entre plusieurs développeurs de technologies, coopération qui s'organise souvent sous l'égide d'une *organisation de standardisation* (SSO)⁽¹⁾. Ces organisations, privées ou publiques, mettent au point une norme technique et identifient les technologies qui la composent : les brevets essentiels au standard⁽²⁾. Mais la coopération au sein de l'organisme de standardisation n'élimine pas complètement la concurrence. Les technologies sont en concurrence au sein des SSO pour contribuer à la norme. Les entreprises définissant le standard vont tenter de convaincre

(1) Désignées par l'acronyme SSO pour Standard Setting Organizations.

(2) Ces brevets sont déclarés sur base volontaire par les entreprises participant au processus de standardisation. Dès lors, il est important de noter que l'essentialité du brevet est sujette à un degré de subjectivité et donc, à manier avec une certaine attention. En effet, certaines études discutent le phénomène de sur-déclaration de brevets essentiels (Contreras, 2017 ; Stitzing *et al.*, 2017).

l'organisation que leur proposition technologique est la meilleure et qu'elle doit être retenue. Ensuite, puisque ce sont les consommateurs et le marché qui décident *in fine* du succès ou non d'une technologie, la concurrence se joue aussi après la définition du standard : soit la concurrence a lieu entre standards concurrents⁽³⁾, soit elle a lieu entre fabricants d'équipements utilisant le même standard.

Dans cet article, nous souhaitons discuter des conséquences de ce processus de standardisation sur la concurrence, à la fois en aval sur le marché des produits et en amont sur le marché des technologies. Cette question donne lieu à des débats intenses. Certains auteurs pensent que le processus de standardisation amène des prix *supra-monopolistiques* nécessitant dès lors une intervention régulatrice des autorités publiques, tandis que d'autres auteurs pensent que le marché s'autorégule et qu'il n'y a pas lieu d'intervenir de manière systématique dans le marché.

Standards et organisations de standardisation

Le Wi-Fi, le Bluetooth ou la 3G sont des technologies de communication standardisées qui sont utilisées par une multitude d'appareils partout dans le monde. Ces technologies ne sont pas développées par une seule entreprise mais par une multitude ; le standard 3G est par exemple composé de plus de 8000 inventions brevetées appartenant à plus de 60 entreprises différentes. Le tableau 1 ci-dessous reprend, pour les technologies de communication mobile, le nombre de brevets essentiels et le nombre d'entreprises détentrices de brevets pour chaque standard. Les chiffres illustrent que l'importance des brevets essentiels n'a cessé de croître au fil de l'évolution technologique, indiquant la complexification des technologies.

	2G	3G	4G
Nombre de brevets	2380	8454	10992
Nombre de contributeurs	60	67	73

Tableau 1 : Brevets essentiels et contributeurs aux standards 2G, 3G et 4G (Calculs propres sur base de Searle Centre Database on Technology Standards & ETSI)

La mise en place de telles normes techniques complexes combinant les inventions de plusieurs entreprises est effectuée par un organisme de standardisation qui coordonne le processus. Les organisations de standardisation sont donc des forums techniques qui regroupent les détenteurs et les utilisateurs de technologie autour de la mise au point d'une solution technique fonctionnelle.

L'élaboration d'un standard est un processus extrêmement hiérarchisé et codifié dans le secteur de la télécommunication. L'organisme 3GPP responsable des normes en communication mobile (2G, 3G, 4G) regroupe sept organisations de standardisation et les entreprises membres contribuent à l'élaboration des normes techniques. Leurs ingénieurs se rendent à des réunions ayant lieu plusieurs fois par an dans le monde entier. L'agenda de ces réunions se compose de requêtes de discussion faites au préalable par les entreprises. Lors de ces réunions, les propositions sont débattues et approuvées ou rejetées par l'ensemble des membres présents. Si un point est accepté, 3GPP va créer un nouveau groupe de travail visant à développer la spécification technique proposée (Baron et Gupta, 2018). Le processus de standardisation est ainsi dirigé par les entreprises du secteur qui développent ensemble la technologie : fournisseurs de réseaux, unités de recherche, etc., qui peuvent également être membres d'une SSO et participer aux travaux sans pour autant détenir de brevets.

(3) Citons à titre d'exemple, la concurrence entre les normes de réseau sans fil, Wi-Fi et HiperLAN. Le Wi-Fi (standard américain) a rapidement pris le dessus sur son équivalent européen et a ainsi éradiqué ce dernier du marché.

(4) Identifiés en anglais par l'acronyme SEP (*standard-essential patent*).

Ce processus aboutit à la mise en place d'une norme technique et à l'identification des technologies qui la composent, les brevets essentiels au standard⁽⁴⁾. Pour assurer la diffusion la plus large de la technologie standardisée (ce qui est le but recherché), les organisations de standardisation imposent une double obligation aux participants : l'obligation de rendre publics leurs brevets essentiels et l'obligation de fournir une licence pour ceux-ci, le contenu précis de ces obligations variant d'une SSO à l'autre (Layne-Farrar, 2018). Ces obligations visent à garantir une large diffusion du standard en offrant aux utilisateurs potentiels la garantie de pouvoir disposer de l'ensemble des brevets composant le standard. Les utilisateurs du standard doivent donc disposer d'une licence pour l'ensemble des brevets. Cependant, la déclaration du caractère essentiel d'un brevet ne fait pas l'objet d'un contrôle par l'organisme de standardisation et la sur-déclaration de brevets semble être généralisée. Goodman et Myers (2005) par exemple estiment que seuls 21% des brevets déclarés essentiels pour la 3G le sont effectivement.

L'obligation de licence se double généralement d'une obligation FRAND (Fair Reasonable And Non-Discriminatory). Afin de lutter contre le risque de pouvoir de marché accru du détenteur du brevet causé par l'essentialité du brevet, celle-ci vise à encadrer les négociations sur les royalties entre le détenteur du brevet et l'utilisateur potentiel et de garantir des licences à un prix raisonnable et non discriminatoire. Le caractère raisonnable poursuit un double objectif : le taux de licence ne doit y être ni trop élevé et gonfler le prix du bien final à des niveaux anti-concurrentiels, ni trop faible afin de récompenser l'inventeur pour son investissement et d'encourager l'innovation future (Sidak, 2013). L'obligation FRAND ne spécifie cependant pas le taux de royalties que les détenteurs de brevets peuvent ou doivent appliquer pour leurs brevets essentiels, ni la base de calcul pour les royalties.

Standardisation et concurrence

Le processus de standardisation établit le caractère essentiel des brevets qui composent la technologie. L'existence de brevets essentiels crée un goulot d'étranglement, et de ce fait, confère un pouvoir de marché *a priori* important à leurs détenteurs.⁽⁵⁾ Se pose dès lors la question du lien entre standardisation et concurrence que nous discutons dans cette section.

Pour Lemley et Shapiro (2007), le caractère essentiel du brevet confère aux détenteurs de la technologie un pouvoir de négociation considérable qui leur permet de collecter des royalties au-delà de la valeur de la technologie *ex ante* à son intégration au standard. Ce phénomène de *hold-up* est lié aux investissements spécifiques consentis par les utilisateurs de la technologie, investissements qui créent un effet d'enfermement dans le marché de la technologie essentielle dont profitent le ou les détenteurs des brevets essentiels pour extraire des rentes plus élevées. Pour Lemley et Shapiro, ce *hold-up* est renforcé lorsque la technologie est détenue par plusieurs entreprises, ces dernières ignorant dans la fixation des royalties les externalités qu'elles créent les unes sur les autres, notamment le fait que des royalties plus élevées réduisent la demande sur le marché aval et dès lors le profit de toutes les licences, un phénomène connu sous le nom de *compléments de Cournot*.

La théorie du *hold-up* de Williamson (1979) suppose un comportement opportuniste de la part du détenteur du brevet essentiel qui cherche à s'approprier des rentes résultant non pas d'une position de monopole mais d'investissements spécifiques. Elle prédit que des royalties trop élevées pour les brevets essentiels, et surtout l'accumulation de telles rentes, limitent les incitants à investir et l'apparition de nouvelles technologies concurrentes. De plus, ces royalties élevées sont *in fine* à charge du consommateur, qui devra payer un prix élevé et verra son bien-être réduit.

(5) Dans les affaires *Motorola* et *Samsung*, la Commission européenne a reconnu que les détenteurs de brevets essentiels étaient en position dominante.

Ceci peut être considéré comme une défaillance de marché et inciter les autorités publiques à agir pour y remédier. Les affaires *Samsung* et *Motorola* que la Commission européenne a instruites en 2014 illustrent cette volonté d'imposer des royalties moins élevées. Dans les deux affaires, la Commission a considéré que le détenteur d'un brevet essentiel détenait une position dominante et qu'il en abusait s'il lançait une procédure d'injonction⁽⁶⁾ dans le but de faire valoir ses droits intellectuels sur la technologie alors qu'il avait pris un engagement FRAND et que l'utilisateur de la technologie avait accepté de négocier une licence. En limitant les possibilités d'injonction, la Commission prive le détenteur du brevet d'une menace, et espère ainsi diminuer les royalties pour les brevets essentiels.⁽⁷⁾

La théorie du *hold-up* et les interventions des autorités qui en découlent sont pourtant fortement contestés. La littérature remet en cause à la fois les arguments théoriques des tenants du *patent hold-up* (Llobet et Padilla, 2017 ; Galetovic et Haber, 2017 ; Elhauge, 2008 ; Sidak, 2009 ; Larouche et Schuett, 2018) et les conséquences empiriques de ce dernier (Geradin et Rato, 2007 ; Geradin, Layne-Farrar et Padilla, 2008 ; Mallinson, 2015 ; Sidak, 2016 ; Galetovic, Haber et Zaretzki, 2018). L'industrie de la télécommunication a souvent été mise en avant pour son grand potentiel de *hold-up*. Cette théorie s'accommode mal de la réalité du secteur où la technologie évolue de façon rapide et où, de ce fait, les relations entre parties sont répétées. De plus, les parties jouent souvent plusieurs rôles : elles sont à la fois détentrices de technologies et utilisatrices des standards et donc des technologies développés par d'autres. Les études empiriques ont par ailleurs montré que le secteur des télécommunications est plutôt compétitif. En tenant compte des variations de qualité, le prix des téléphones portables n'a cessé de diminuer et les taux de licences n'atteindraient que 3-5 % du prix final du produit, bien loin des 25 % que prédirait la théorie du *hold-up*.

Nous sommes donc en présence de deux thèses diamétralement opposées. L'une prétend que les prix sont trop élevés et justifie une intervention correctrice, l'autre prétend que le marché fonctionne de manière correcte et qu'il n'y a pas lieu d'intervenir pour réduire le prix des licences, au risque de diminuer les incitants à l'innovation. Les cours qui ont à trancher les litiges en matière de brevets oscillent entre les deux thèses, renforçant parfois le contrôle sur le processus de fixation des licences et laissant d'autres fois le marché fonctionner de manière plus libre.

Standardisation des technologies mobiles

Pour conclure cet article, nous voudrions donner quelques statistiques sur les standards dans les technologies mobiles (2G, 3G et 4G) et les utiliser pour discuter de la concurrence dans le processus de standardisation lui-même. La figure 1 ci-contre montre que ces standards sont composés d'un très grand nombre de brevets et que beaucoup d'entreprises y contribuent. La figure 1 identifie, pour chaque standard, le pourcentage des brevets essentiels détenus par les 10 contributeurs les plus importants. La figure montre que la concentration tend à diminuer avec l'évolution technologique. La part de marché des dix entreprises déclarant le plus de brevets n'a cessé de diminuer entre les technologies de la famille 2G à la 4G, passant de 85 % à 71 %. On constate également que le marché est de plus en plus fractionné et que les parts de marché des grands acteurs comme Siemens, Nokia ou Qualcomm, géants des technologies, varient de manière importante. Ces chiffres, à manier avec précaution, montrent un certain dynamisme dans le marché des technologies, preuve d'une concurrence entre les acteurs au niveau du processus de standardisation.

(6) Une demande d'injonction est une procédure légale qui vise à sanctionner l'utilisation d'une technologie brevetée sans l'accord du détenteur du brevet. Dans les cas les plus sévères, une injonction interdit l'implémentation du brevet, oblige le rappel de tous les produits violant le brevet et impose un dédommagement au bénéfice du détenteur de brevet. L'injonction peut exclure un concurrent du marché et représente donc une menace majeure.

(7) Ces affaires ont été suivies de plusieurs autres, notamment l'affaire *Huawei-ZTE* dans laquelle la Cour de Justice a balisé le processus de négociations pour des royalties FRAND.

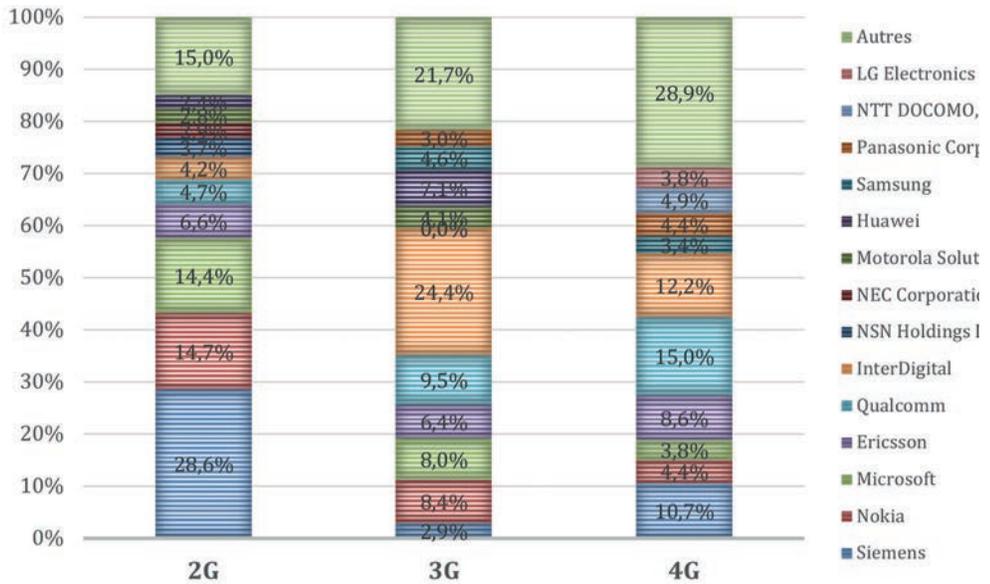


Figure 1 : Distribution des brevets essentiels de la 2G à la 4G. Source : Calculs propres sur base de la SEARLE Databases on Technology Standards and Standard setting organisations (Baron & Pohlmann, 2018).

À travers cette discussion, nous souhaitons mettre en avant les dynamiques de concurrence dans un secteur « standardisé ». À l'ère du numérique, normes et standards contribuent au bien-être du consommateur et le besoin croissant d'interopérabilité et de communication ne contribuera qu'à accroître l'importance des standards dans notre société. La discussion ci-dessus traduit les conséquences que la concurrence peut avoir sur les consommateurs dans un marché hyper-standardisé, mais indique aussi qu'un phénomène concurrentiel apparaît dans le processus de standardisation en lui-même.

Références

- BARON J., POHLMANN T.C. (2018), "Mapping Standards to Patents Using Declarations of Standard-Essential Patents", *Journal of Economics and Management Strategy*, 27(3), pp. 504-534.
- CONTRERAS J. L. (2017), "Essentiality and Standards-Essential Patents", *Cambridge Handbook of Technical Standardization Law - Antitrust, Competition and Patent Law*.
- GALETOVIC A. & HABER S. (2017), "The fallacies of patent holdup theory", *Journal of Competition Law & Economics*, 13(1), pp. 1-44.
- GALETOVIC A., HABER S. & ZARETZKI, L. (2018), "An estimate of the average cumulative royalty yield in the world mobile phone industry: Theory, measurement and results", *Telecommunications Policy*, 42(3), pp. 263-276.
- GERADIN D. & RATO M. (2007), "Can Standard-Setting Lead to Exploitative Abuse? A Dissonant View on Patent Hold-Up, Royalty Stacking and the Meaning of Frand", *European Competition Journal* (Vol 3.1), pp. 101-161.
- GERADIN D., LAYNE-FARRAR A. & PADILLA, A. J. (2008), "The Complements Problem within Standard Setting; Assessing the Evidence on Royalty Stacking". *BUJ Sci. & Tech. L.*, 14, 144.
- GOODMAN, D. J. & MYERS R. A. (2005), "3G cellular standards and patents", *IEEE WirelessCom* (Vol. 13), juin.

- LAROCHE P. & SCHUETT F. (2018), “Repeated interaction in standard setting”, *Journal of Economics & Management Strategy*.
- LAYNE-FARRAR A. (2018), “Standards development organisations as two-sided platforms”, *Competition Policy International*, juin.
- LEMLEY M. A. & SHAPIRO C. (2006), “Patent holdup and royalty stacking”, *Texas Law Review*, 85, 1991.
- LLOBET G. & PADILLA J. (2017), “The Inverse Cournot Effect in Royalty Negotiations with Complementary Patents”, February 28. Disponible chez SSRN : <https://ssrn.com/abstract=2866389>
- MALLINSON K. (2015), “Cumulative Mobile-SEP Royalty Payments No More Than Around 5% of Mobile Handset Revenues”, *WISEHARBOR*.
- SIDAK J. G. (2016), “What Aggregate Royalty do Manufacturers of Mobile Phones Pay to License Standard-Essential Patents”, *Criterion J. on Innovation*, 1, 701.
- STITZING R., SÄÄSKILAHTI P., ROYER J. & AUDENRODE M. V. (2017), “Over-Declaration of Standard Essential Patents and Determinants of Essentiality”, Disponible chez SSRN : <https://ssrn.com/abstract=2951617>
- WILLIAMSON O. (1979), “Transaction-Cost Economics: The Governance of Contractual Relations”, *Journal of Law and Economics*, octobre, pp. 233-261.

La bataille Wi-Fi (IEEE)/HiperLAN (ETSI)

Par Philippe JACQUET
Nokia Bell Labs France

À l'origine Wi-Fi et HiperLAN étaient des projets de standards pour des réseaux locaux sans fil. Le premier est américain, supporté par l'Institute of Electrical and Electronics Engineer (IEEE), et l'autre européen, supporté par l'European Telecommunication Standards Institute (ETSI). En fait, Wi-Fi ne s'appelait pas encore Wi-Fi mais « IEEE 802.11 ». Encore la même question : HiperLAN a-t-il disparu corps et biens ? Wi-Fi ne serait-il pas un peu HiperLAN ?

Vous me direz, les jeux étaient faits : d'un côté, les Américains, puissants, arrogants et unis, et de l'autre, les petits Européens, timides et désunis. En fait, cette vision est entièrement fautive, en tout cas dans le domaine que je connais, celui des télécommunications.

Prenons l'exemple de la téléphonie mobile. Dans les années 1980, aux États-Unis, trois normes cohabitaient, avec chacune son acronyme (CDMA, AMPS, etc.). Elles n'avaient en commun qu'une seule chose : le fait d'être totalement incompatibles entre elles. La stratégie américaine de normalisation est la suivante : vous prenez les solutions des plus forts, qui ne feront aucun effort pour s'entendre et garderont jalousement leurs brevets ; vous en faites un paquet avec un joli ruban autour et vous avez une norme à tiroirs. Conséquence : les produits existent avant la promulgation de la norme et les opérateurs choisissent leur favori. Le territoire nord-américain est alors devenu couvert par un nombre incalculable de réseaux incompatibles entre eux. Pour voyager, un Américain avait besoin d'emporter trois combinés, chacun sur une norme différente, et de s'armer de beaucoup de patience pour pouvoir continuer à communiquer. La stratégie européenne est inverse. Pour forcer les acteurs à s'entendre, il leur est demandé d'inventer un système unique et innovant, et de partager leurs brevets. L'inconvénient de la méthode est que les produits ne précèdent pas la norme et que l'Europe prenait donc le risque de manquer le marché. En mettant les bouchées doubles, la norme GSM est sortie en une poignée d'années entre 1982 et 1987. La norme GSM était en tout point supérieure à ses précurseurs américains (débit, couverture, mobilité), avec, en cadeau de bienvenue, une norme unique sur un marché unique : cela a été l'explosion. En quelques années, la norme a envahi le monde : l'Afrique, le Moyen-Orient, puis l'Asie, etc., et finalement, sous la pression des utilisateurs et des opérateurs, les États-Unis.

Pourquoi ce succès ? Non, il n'est pas essentiellement dû à la qualité et à la vigueur des acteurs locaux, les ingénieurs européens ne sont pas nécessairement ni plus, ni moins forts que les ingénieurs américains. Ce sont les mêmes industriels qui sont intervenus sur les normes de part et d'autre de l'Atlantique. Mais d'un côté de l'océan ils étaient tenus de garder leurs terrains de chasse, et de l'autre côté ils devaient s'entendre. Avec plus ou moins de bonheur, mais je n'y étais pas et je ne veux pas rapporter les anecdotes de seconde main sur l'usage des machines à fax pendant les pauses entre les séances de normalisation du GSM... Si la méthode avait si bien marché, pourquoi ne pas l'appliquer à l'élaboration d'une norme de réseau local sans fil ? C'est ce qui débuta en 1991. Avant de raconter l'histoire et de décortiquer ce qui n'a pas marché comme prévu mais sans toutefois s'être passé à l'inverse de ce qui avait été prévu, nous allons faire une parenthèse et décrire la différence entre un réseau mobile cellulaire et un réseau sans fil local.

Les communications dans un réseau téléphonique cellulaire passent par plusieurs milliers de kilomètres de câbles électriques contre quelques centaines de mètres – au plus un kilomètre –, par la radio. C'est la distance qui sépare le combiné de l'abonné de l'antenne-relais. Au-delà de l'antenne-relais, c'est du fil, en deçà, c'est la cellule. Dans la cellule, le chef indiscuté c'est l'antenne-relais, et les combinés des utilisateurs sont des esclaves. Le combiné n'émet jamais sans être invité par l'antenne-relais, les combinés ne communiquent jamais entre eux, tout passe par l'antenne-relais. Ceci est d'autant plus vrai que les combinés n'ont qu'une faible puissance d'émission et une très pauvre sensibilité en réception. Même si deux combinés étaient séparés de quelques dizaines de mètres ils ne s'entendraient pas. En revanche, l'antenne-relais possède de grandes oreilles et une grande bouche. Toute la sensibilité et la puissance sont concentrées dans un seul côté : la technologie des réseaux cellulaires est une technologie asymétrique. De cette manière, les combinés moins demandeurs en technologie sont moins chers et plus durants.

En ces temps « préhistoriques », les réseaux cellulaires étaient entièrement dévoués à des communications téléphoniques bien ronronnantes, pas de *streaming*, pas de Facebook, pas de Web. À l'opposé, les réseaux sans fil d'intérieur étaient appelés à se faire brutaliser par des transferts, sporadiques et violents, de gros morceaux de données tels qu'on les rencontre sur Internet. Le train-train de l'antenne-relais qui collecte et distribue à raison de cent fois par seconde des petits bouts de conversations téléphoniques est alors complètement dépassé. Inutilité d'un chef d'orchestre pour battre la mesure, puisqu'on ne connaît pas la partition à l'avance, et que les morceaux doivent être exécutés le plus rapidement possible. En plus, les ordinateurs connectés étant égaux en droit, les réseaux locaux sans fil relèvent d'une technologie totalement symétrique. Imaginez un nuage d'ondes radio dans une pièce ou un bâtiment, où tous les terminaux sont en compétition pour communiquer entre eux. Le défi est d'éviter les collisions, ou tout au moins de les résoudre sans chef d'orchestre. Bien sûr, un terminal pourra servir de pont vers le câble d'un réseau traditionnel et alors le terminal sera peut-être affublé d'une petite lumière verte pour faire joli et de deux antennes pour parfaire la couverture de la pièce, mais la technologie dans la boîte reste la même que celle dans les autres terminaux.

Donc la clé est le fort débit et le protocole pour traiter les collisions. Nous allons passer ces deux points en revue. Nous allons voir comment le premier a été la cause de sa perte, et le second, sa probable résurrection.

Pour le point du débit, j'en devine qui commencent à ressentir des malaises, surtout s'ils utilisent le Wi-Fi pour lire ce texte. Comme nous voulions des débits de 100 à 1 000 fois plus élevés que ceux qui nous suffisaient pour le téléphone, on pourrait penser qu'il faudrait augmenter pareillement la puissance des signaux émis. Et de là à penser au risque de transformer notre portable en barbecue il n'y a qu'un pas. Qu'ils se rassurent immédiatement : nous sommes protégés par la théorie de l'information. Je ne peux pas résister au plaisir de glisser une petite équation, ne serait-ce que pour poser un défi aux lecteurs des *Annales des Mines*. En 1948, Claude Shannon, alors chercheur aux Bell Laboratories, montrait que la capacité d'une communication radio est donnée par l'expression $W \log_2(1+S/B)$ où W est la largeur de la bande radio occupée par la transmission, S est l'intensité du signal reçu et B le bruit ambiant capté par ailleurs par le récepteur. La base 2 du logarithme provient du fait que le résultat s'exprime en bits par seconde. Il apparaît clairement que si on veut multiplier par 100 la capacité de la transmission, il faudrait multiplier par 2^{100} la puissance du signal : inabordable. À la place, on multiplie par 100 la largeur de la bande de fréquence, et le tour est joué ! En fait, la loi de Shannon est intuitive : si vous voulez jouer une musique avec plus de notes, cela ne sert à rien d'augmenter le volume, il suffit de mettre plus de partitions dans l'orchestre. Et pour revenir à notre réseau local, la puissance d'émission peut même être diminuée par rapport au téléphone portable puisque les émissions y seront effectuées à courte portée. La norme américaine basée sur des produits existants dans les années 1980 est partie d'une

technologie ayant fait ses preuves depuis la Seconde Guerre mondiale : l'étalement de spectre, sur lequel d'ailleurs je ne vais pas m'étaler car c'est plutôt technique. Avec cela on arrivait à un débit très honorable de 1 million de bits par seconde (Mbps). La norme européenne a penché vers la démesure avec un débit de 23 millions de bits par seconde. Pour se le représenter il suffit d'imaginer que si HiperLAN avait été le Concorde qui a volé en 1969, alors, en termes de vitesse, Wi-Fi serait le Blériot XI qui a traversé la Manche en 1909 ! Il est clair que l'un était trop en avance ou l'autre trop en retard. Pour atteindre ces 23 Mbps, le groupe de l'ETSI paria sur la technique de l'égalisation puisque cela avait si bien réussi au GSM. Mais appliquée à HiperLAN elle nécessitait de plus gros calculs à faire, et en pratique entre 100 à 1 000 fois plus rapidement que sur le GSM. Faisable à coups de transformées de Fourier numériques, mais sans doute inadaptée aux technologies grand public des années 1990 ! Je me souviens que le premier prototype plutôt rudimentaire présenté à la Commission européenne en 1995 avait un fil discret qui reliait l'émetteur au récepteur pour assurer une synchronisation qu'on n'arrivait pas encore à faire par radio. Ce fil à la patte, allié au manque d'enthousiasme des industriels, allait ruiner les ambitions d'HiperLAN.

En ce qui concerne le point du protocole de collision, l'affaire tourna à l'avantage d'HiperLAN. Un algorithme efficace existait depuis les années 1970 mais déployé dans les réseaux câblés de type Ethernet. Les réseaux Ethernet, à ne pas confondre avec « Internet », sont une norme de réseau local sur fil de type accès multiples qui se sont imposés dans les réseaux locaux. Autant dire qu'ils faisaient dans un câble ce que Wi-Fi et HiperLAN devaient faire par radio. Le principe est simple : si plusieurs paquets entrent en collision, alors les paquets sont retransmis après de courtes durées choisies aléatoirement. Si une nouvelle collision se produit, l'algorithme se répète et en insistant les paquets finiront par passer. C'est un peu comme lorsque l'on croise une personne dans un couloir, on choisit au hasard d'esquiver à gauche, à droite, jusqu'à ce que ça passe. La résolution de la collision est aléatoire, elle peut être très courte ou très longue, surtout si d'autres paquets s'en mêlent. L'intérêt fondamental est que cela ne nécessite aucune supervision centralisée.

L'ancêtre de Wi-Fi a donc opté pour l'algorithme Ethernet, solution à la fois sage et économique car celui-ci impliquait peu de modifications dans les ordinateurs existants. Mais le premier comité IEEE avait omis un point essentiel : Ethernet nécessite de détecter rapidement une situation de collision afin d'interrompre immédiatement la transmission avant que la situation ne dégénère. Un peu comme la compétition pour une place de parking. Si les voitures se contentent de se frôler au niveau des pare-chocs, alors on se quitte bons amis et on cherche une autre place. Mais si les voitures viennent à s'accrocher sur toute leur longueur, votre parking sera devenu un amoncellement d'épaves à partir d'un certain débit de voitures à l'entrée. Or, détecter une collision en radio est impossible. Dans le câble, il suffit de comparer ce qu'on reçoit avec ce qu'on émet, et si une différence est constatée c'est qu'il y a une collision. Cette constatation est possible parce que l'atténuation du signal dans un câble est infime : ce qui y entre en sort pratiquement avec la même puissance. En radio, c'est une autre histoire : on émet dans un espace 3D et le signal diffuse fortement avec la distance. Le rapport entre le signal émis sur l'antenne et le signal reçu par un émetteur situé à trois mètres est supérieur à un milliard ; impossible de comparer.

Pour HiperLAN nous avons proposé un algorithme, appelé le « peigne », qui alterne de petites phases d'émission et de réception avant l'émission d'un paquet. Cet alternat permet de détecter les situations de collision et de les éviter. De plus, le peigne peut être calculé de façon à filtrer les paquets en fonction de leurs priorités ou de leur urgence. Cette option permet de superposer des échanges de données sur du *streaming* vidéo en retardant légèrement les échanges de fichiers non urgents pour laisser passer les paquets de vidéo lors des pics de congestion.

Abordons maintenant la question centrale : comment choisir la bonne norme ? La particularité de l'ETSI est que l'Institut dispose de fonds européens pour expertiser scientifiquement les normes, ce qui n'est pas le cas de l'IEEE. La particularité des normes européennes réside dans le fait que

l'Union européenne finance des projets pour construire les prototypes de ces normes. Ce serait une lapalissade de dire que les États-Unis n'ont pas de projets européens, mais c'est faux, car les industriels majeurs du domaine ont des filiales en Europe tout à fait éligibles. En revanche, sur leur territoire, les États-Unis ne disposent pas de dispositifs équivalents alliant industriels et scientifiques sur des projets ambitieux. Les académiques US disposent de la NSF qui finance des papiers et du mentorat d'étudiants, point à la ligne. Les contrats du gouvernement reçus par les industriels américains concernent des produits finis. Les industriels peuvent facturer trois fois leurs coûts de revient (et ainsi financer leur recherche amont) à condition que les B52 soient livrés dans les délais. De plus, les industriels US renâclent à travailler avec les académiques US qui ont une fâcheuse tendance à considérer comme une licorne la moindre de leur propriété intellectuelle.

Donc nous avons tous notre projet européen. Le nôtre s'appelait LAURA, acronyme dont j'ai oublié depuis la forme développée, car en général elle sert juste de prétexte pour forger un joli nom. Grâce à LAURA nous étions financés comme centre de recherche public (Inria) pour participer à l'élaboration de la norme HiperLAN. Avec mes collègues Pascale Minet et Paul Mühlethaler nous avons participé à toutes les séances de l'ETSI. Au début, les réunions étaient itinérantes puis elles se sont fixées au siège de l'ETSI à Sophia-Antipolis, à quinze kilomètres de la Côte d'Azur. Il y a pire comme endroit mais bon, c'était principalement en hiver... Les quartiers de l'ETSI sont une sorte de grande auberge espagnole où se côtoient toutes les nationalités du Vieux Continent. Un point de discorde ? La gastronomie. Mais une liste des restaurants locaux consensuels circulait, il nous a toutefois pris un petit temps avant de nous apercevoir que ces restaurants consensuels étaient en fait juste ceux où les serveurs comprenaient l'anglais, *o tempora, o mores...*

Wi-Fi et HiperLAN dans tout cela ? Ah oui ! C'est vrai, j'oubliais. Comme on s'y attendait, le Wi-Fi de la première génération (qui était proposé concomitamment auprès de l'IEEE et de l'ETSI) s'est complètement ramassé lors de la séance des simulations présentée au printemps 1994. Il terminait bien derrière le « peigne ». La proposition IEEE fut modifiée en catastrophe : pour les messages courts, la durée avant retransmission sera décomptée en petites tranches de canal vides, et suspendue en cas de signal, une sorte de peigne avec des paquets comme dents. Pour les paquets plus longs, le dispositif prévu est une sorte de peigne à deux dents où l'émetteur annonce le paquet (*request to send*), le récepteur acquitte l'annonce (*clear to send*) et les autres se taisent pendant le temps qu'il faut. À peu de chose près, c'est le standard Wi-Fi, inchangé depuis les années 1990. HiperLAN a fini avec un peigne à une dent mais de taille variable, donc le peigne s'est retrouvé moralement dans les deux normes.

Les parties purement radio ont beaucoup évolué depuis ces années en donnant naissance à une grande famille : IEEE 802.11, 802.11b, 802.11a, 802.11g, 802.11p, avec des débits en constante augmentation (jusqu'à 54 Mbps, à très courte portée, certes). Mais au niveau du protocole, le seul changement notable de la norme Wi-Fi se trouve dans les algorithmes de sécurité. Les concepteurs de Wi-Fi qui n'y connaissaient rien ont conçu un algorithme de chiffrement appelé WEP qui avait la fâcheuse particularité d'envoyer sa clé en clair si on était patient. Depuis, le protocole WEP a été remplacé par WAP (et ses déclinaisons), qui est à l'épreuve des balles. Nous, les concepteurs de HiperLAN qui n'en connaissions pas plus, allions aussi produire une idiotie mais fûmes arrêtés dans notre élan par le groupe SAG, expert de la sécurité de l'ETSI, qui nous a concocté un protocole du genre WAP. La coopération technique marchait à l'ETSI bien mieux qu'à l'IEEE.

HiperLAN avait donc plus d'un atout dans son jeu. Pour pallier les courtes portées radio, il était même prévu d'équiper les réseaux d'un routage interne pour couvrir les recoins cachés. Aussi curieux que cela puisse paraître, ce dispositif était aussi prévu dans la norme téléphonique GSM mais inappliqué pour cause de trop grande asymétrie des technologies. Le routage interne (*Intraforwarding*) se retrouvera plus tard dans Internet et les réseaux mobiles *ad hoc* sous le nom de OLSR, mais ceci est une autre histoire.

La moralité de l'histoire est que si la norme HiperLAN a bien été promulguée en 1995 (et ratifiée en 1996), en même temps que la norme Wi-Fi, aucun produit n'en est sorti. Alors que Wi-Fi, amélioré grâce à HiperLAN, s'est imposé et a finalement été importé tel quel dans les normes européennes (parfois déclinée sous le nom HiperLAN 2). Pourquoi ? Un manque de solidarité européenne ? Non, probablement du réalisme tout simplement. À l'époque, le marché des réseaux locaux sans fil n'était pas très important et ces réseaux, ne nécessitant pas de licence, intéressaient peu les opérateurs aux « poches profondes ». Donc pas d'argent pour développer cette sorte de Concorde des réseaux sans fil qu'était HiperLAN : la place était aux produits moins ambitieux et moins chers. Mais si HiperLAN n'a pas répété le succès du GSM d'un point de vue industriel, on peut dire que, d'un point de vue technologique, HiperLAN a survécu dans la norme Wi-Fi et a été probablement une des raisons de son succès.

Bibliographie

IEEE 802.11 (legacy mode), Wikipédia.

HiperLAN, Wikipédia

IEEE 802.11 Working Group. (1999), Part 11: wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: higher-speed physical layer extension in the 2.4 GHz band, *ANSI/IEEE Std 802.11*.

ETS 300 652 Radio Equipment en System (RES) High Performance Radio Local Area Network (HIPERLAN); Type 1 Functional Specification, 1995.

JACQUET P., MINET P., MÜHLETHALER P. & RIVIERRE N. (1997), "Increasing reliability in cable-free radio LANs low level forwarding in HIPERLAN", *Wireless Personal Communications*, 4(1), pp. 51-63.

JACQUET P., MINET P., MÜHLETHALER P. & RIVIERRE N. (1997), "Priority and collision detection with active signaling-the channel access mechanism of hiperlan", *Wireless Personal Communications*, 4(1), pp. 11-25.

JACQUET P., MINET P., MÜHLETHALER P. & RIVIERRE N. (1997), "Data transfer for hiperlan", *Wireless Personal Communications*, 4(1), pp. 65-80.

JACQUET P., MÜHLETHALER P., CLAUSEN T., LAOUITI A., QAYYUM A. & VIENNOT L. (2001), "Optimized link state routing protocol for ad hoc networks", in *Multi Topic Conference, 2001. IEEE INMIC 2001. Technology for the 21st Century. Proceedings. IEEE International* (pp. 62-68), IEEE.

5G Standardisation

By Achilleas KEMOS, Bernard BARANI and Peter STUCKMANN
European Commission, DG CONNECT-E1

The views expressed in this article are those of the authors and shall not be considered as official statements of the European Commission.

Introduction

Importance of 5G Connectivity

The widespread availability of 5G connectivity is an essential foundation of the ongoing digital transformation. President Juncker in his State of the Union address in September 2016⁽¹⁾ stressed that we need more and better connectivity for all citizens and businesses, explaining why the Commission is proposing to fully deploy 5G across the European Union by 2025.

A society built on citizens' ability to connect to anything from anywhere in order to manage their daily lives is only possible if connectivity is reliable and ubiquitous. Without first-class communication networks, there will be no Digital Single Market⁽²⁾.

The importance of very high capacity networks and 5G in particular was highlighted in the 5G Action Plan⁽³⁾ that the Commission adopted in September 2016: "5G is seen as a game changer, enabling industrial transformations through wireless broadband services provided at gigabit speeds, the support of new types of applications connecting devices and objects (the Internet of Things), and versatility by way of software networks allowing innovative business models across multiple sectors (e.g. transport, health, manufacturing, logistics, energy, media and entertainment). While these transformations have already started on the basis of existing networks, they will need 5G if they are to reach their full potential in the coming years. The Commission strategy for the Digital Single Market (DSM) and the Communication "Connectivity for a Competitive Digital Single Market: Towards a European Gigabit Society"⁽⁴⁾ underline the importance of very high capacity networks like 5G as a key asset for Europe to compete in the global market."⁽⁵⁾

5G will essentially provide higher data capacities and speeds, but also enable real-time communication and connect a massive amount of objects and machines. It is therefore an essential element for Artificial Intelligence and cloud development by providing more real-time data collection and processing and enabling distributed computing. The use of 5G is a critical enabler of such innovation catalysers.

5G standards in the context of the Digital Single Market

An important policy objective of the Commission is to foster the emergence of global industry standards under EU leadership for key 5G technologies as announced already in the Communication on ICT Standardisation Priorities for the Digital Single Market (DSM)⁽⁶⁾. This objective has

(1) https://ec.europa.eu/commission/priorities/state-union-speeches/state-union-2016_en

(2) VIOLA R. : 5G in Italy White Book, Introduction

(3) EUROPEAN COMMISSION: 5G for Europe: An Action Plan, COM(2016)588

(4) EUROPEAN COMMISSION, COM(2016)587

(5) EUROPEAN COMMISSION, COM(2016)588 §1. Timely deployment of 5G: a strategic opportunity for Europe.

(6) EUROPEAN COMMISSION: ICT Standardisation Priorities for the Digital Single Market, COM(2016) 176

also been framing the 5G Public Private Partnership⁽⁷⁾ launched by the Commission with industry in 2013, with a 40% target for European industry control of standard essential patents (SEPs).

The 3rd Generation Partnership Project⁽⁸⁾ (3GPP) is the key global standardisation body for mobile communication network standardisation, carrying out the 5G standardisation process.

This article seeks to describe the state of play regarding 5G standardisation and propose elements of analysis for a European approach, taking into account the latest developments in 3GPP.

5G Standards: the 3GPP

The 3GPP is a collaboration between groups of telecommunications Standards Development Organisations (SDOs), known as the Organisational Partners. There are seven Organisational Partners, *ETSI* (Europe), *CCSA* (China), *ATIS* (USA), *ARIB* (Japan), *TTC* (Japan), *TTA* (Korea), *TSDSI* (India).

The initial scope of 3GPP was to develop the subsequent releases of the third-generation (3G) mobile phone system specification (beyond Release 99), as a follow up to the GSM specifications. The scope has been enlarged since then to include LTE and related “4G” standards (Release 8 to Release 14 mainly) and “5G” standards (Release 15, Release 16 and beyond). It also embraces architectural work for fixed-mobile integration and convergence, as this is a priority of several operators.

The Organisational Partners invite Market Representation Partners to take part in 3GPP. The main Market Representation Partners are *4G Americas*, *5G Automotive Association*, *CDMA Development Group*, *GSM Association InfoCommunication Union*, *IPv6 Forum*, *Next Generation Mobile Networks* (NGMN) *Small Cell Forum* (formerly Femto Forum) *TETRA and Critical Communications Association* (TCCA), *UMTS Forum*. The *5G Infrastructure Association* (private side of the 5G PPP) became part of this list in 2017.

RAN (Radio Access Network), SA (Service and System Aspects) and CT (Core Network and Terminals) are the most important 3GPP Technical Specifications Groups (TSG). The three TSGs organise 4 meetings per year, usually co-located), alternated between Europe, Asia and America.

5G Research: the 5G-PPP

Early reflection about the evolution of mobile communication networks “beyond 4G” started soon after the first deployment of a 4G commercial network in Sweden, in 2010. In those days, it was already apparent that the very fast growth of mobile traffic, between 50 to 100% increase on a yearly basis, as well as the prospects to serve innovative Internet of Things (IoT) applications would drive further R&D in the mobile communication domain.

Taking note of these developments, the European Commission initiated visionary EU-funded research activities already in 2012. At the Mobile World Congress in 2013, Commissioner Kroes challenged the industry to come up with a structuring European approach for leading edge R&D in 5G network technologies and systems. This eventually led to the setup of the European 5G Public Private Partnership (5G PPP). The 5G PPP is implemented under the European Horizon 2020 programme with about € 700 Million of public support over the 2014-2020 period. The private sector contribution is matching that amount by a factor of at least five. Altogether, this represents the largest 5G R&D initiative in the world.

(7) www.5G-PPP.eu

(8) www.3gpp.org

Piggybacking on these intense technological efforts, and taking stock of fast international developments, Commissioner Oettinger made a formal call to the European industry at the Mobile World Congress in 2016 in view of developing an ambitious 5G deployment roadmap for Europe. Industry responded with a 5G manifesto⁽⁹⁾ and the Commission adopted the 5G Action Plan on 14 September 2016 as part of a comprehensive connectivity package setting out the European ambitions for a Gigabit Society.

These initiatives materialise the importance of 5G networks for Europe. They are considered by the European Commission as a strategic asset for the digital society and to support the digital transformation of the industry and the public sector⁽¹⁰⁾.

The 5G Standardisation process

3GPP officially started the 5G standardisation process in September 2015, with an inception workshop in Phoenix that brought together more than 500 participants. Since then, it has been intensively working in order to timely deliver the 5G standards. 3GPP delivered first the “early drop” in December 2017, as an early version of the standard allowing the Korean administration to claim that the 5G trials showcased at the winter Olympic games of February 2018 in Pyueon Chun, Korea, were “standard compliant”. An important feature of the standard according to industry was that migration from the early drop version towards the full-fledged Release 15 version could be implemented through software upgrades only, hence preserving deployment investments needed to support early showcasing implementations.

During 2018, Release 15 was finalised and Release 16 was launched in June, with the plenaries approving the main package of study and work items with ambitious completion target dates. Release 15 is mainly focused on broadband use cases and includes low latency whilst ultra-reliability remains open for further enhancements. Release 16 is covering the complementary use-cases, notably related to industry applications and massive density of IoT devices.

Release 16 is targeting to address by the end of 2019 a larger extent of 5G use cases, by expanding its capabilities to address these use cases, while at the same time making the standard more efficient. Following the freeze of both 5G Non-Standalone and 5G Standalone specifications in 2018, there is an ongoing effort to ensure full functional integrity and interoperability of change requests to these specifications, especially in light of the imminent first deployments. There is a lot of industry interest in the 5G NR specifications, on whether the requests for changes and fine tuning are backwards compatible or non-backwards compatible and possible consequences for network deployment plans and chipset/device plans.

When implemented, these technologies will provide the tailored ‘backbone’ wireless infrastructure needed to support upcoming 5G-enabled hardware and services – including autonomous vehicles and IoT and many other applications and services. Full capability is though not expected before the approval of Release 16, early 2020. The first Release 16 compliant products are expected to hit the market only afterwards.

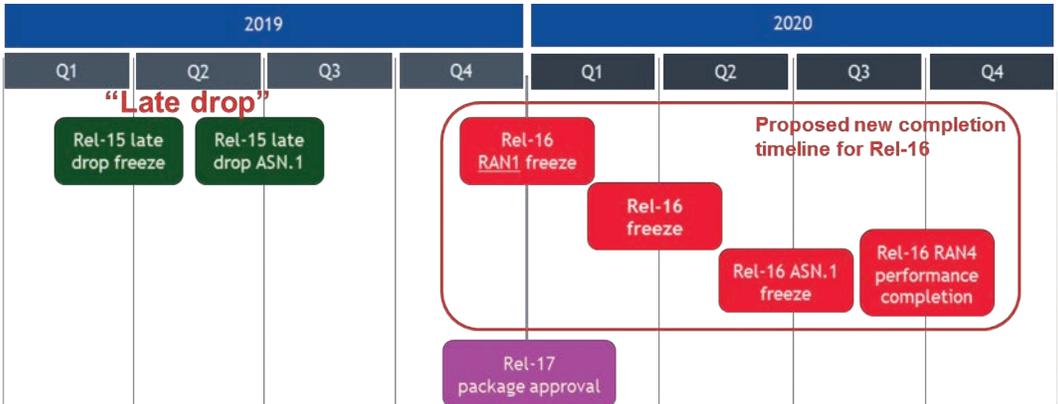
This would require an increased cooperation/coordination between TSG RAN and TSG SA. In fact both groups endorsed a plan⁽¹¹⁾ that identifies coordination expectations for focus areas that have both RAN and SA aspects in Release 16. There will be follow up at future TSG meetings both on these items and any additional focus areas that emerge.

(9) <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/commissioner-oettinger-welcomes-5g-manifesto>

(10) BARANI B. & STUCKMANN P., *Leading-edge 5G Research and Innovation: An undivided commitment of Europe*, 5G in Italy White Book

(11) 3GPP document with reference SP-180581

Approval of further urgent items at a later stage remains still possible. Release 16 marks a 5G expansion, covering, among others vehicle to X, industrial IoT and ultra-reliable low-latency communication (URLLC) enhancements. The overall 5G standardisation timing, agreed at RAN/SA/CT plenaries #82 (December 2018) is shown in the graph:



Source: 3GPP RAN chairman, www.3gpp.org

European 5G Standardisation Policy Framework

Pursuant to the digital single market strategy, the Communication on ICT standardisation priorities identifies 5G standards as key to competitiveness and the interoperability of global networks.

5G standardisation is among the actions of the 5G Action Plan which calls for the availability of the initial global 5G standards by the end of 2019, and promotes a holistic standardisation approach.

The European Parliament endorsed the 5G Action Plan⁽¹²⁾, calling for efforts on standardisation to be stepped up with a view to ensuring that Europe plays a leading role in setting technology standards allowing for the deployment of 5G networks and services.

In the Ministerial Declaration of Tallinn⁽¹³⁾ (July 2017) European Member States emphasised the need for 5G global interoperability in order to make 5G a success for Europe. Global standards are of paramount importance to ensure the competitiveness and interoperability of telecommunication networks. To this end, Member States underlined the need for a comprehensive and inclusive approach to 5G standardisation as a priority for the Digital Single Market, in line with the Communication on ICT Standardisation Priorities for the Digital Single Market.

To this end, European interest is to make sure that 5G standardisation does not only focus on short term industrial interests related to deployment of super broadband (eMBB) use cases but includes a comprehensive specifications in support of industrial use cases by “vertical” industries, in support of the wider EU policy aiming at an accelerated digitisation of the EU industrial fabric. In that context, Connected and Automated Mobility (CAM) is considered as a flagship 5G use case to catalyse 5G take off in Europe by 2025.

(12) EUROPEAN PARLIAMENT: ITRE report on “internet connectivity for growth, competitiveness and cohesion: European gigabit society and 5G”; (2016/2305(INI)), Rapporteur: Michal Boni.

(13) Ministerial Declaration “Making 5G a success for Europe” signed during the informal meeting of competitiveness and telecommunications ministers on 18 July in Tallinn.

Main outcomes of EU 5G action

Whilst the 5G standardisation process is still ongoing, it has been assessed that several hundreds of industry contributions to 3GPP originate from results of projects supported under the 5G PPP initiative, notably for what concerns i) the Radio Access Network architecture (RAN) and ii) the Service oriented architecture of the new core network, notably for the Standalone option.

From a European perspective, it is important that EU policies and the DSM strategy are taken into account in 5G standardisation and that a sufficient presence of European companies can be maintained whilst enlarging it to new stakeholders, notably the verticals, that are today little present in 3GPP debates. An inclusive standardisation process is indeed a prerequisite for a global approach to standards coping with a certain divergence of market needs in the different regions. To seize the strategic opportunities for the strong industrial sectors in Europe, the standardisation agenda needs to address further important use cases other than higher capacity and data rates.

In this context, the Commission facilitates contributions by the 5G Public Private Partnership and supports the organisation of 3GPP meetings in Europe, enabling the active participation of a broad range European delegates, from key industrial players, but also SMEs, academia and research institutions.

Furthermore, in 2017 the Commission urged the standardisation bodies and the concerned industrial actors to step-up their efforts for the rapid development of 5G standards addressing more immediate market needs while driving a clear strategy for a 5G global standard bringing benefits to a wide range of industrial use cases, in line with the EU strategy targeting 5G developments in support of “vertical” industries and of the wider objectives of digitising the European industry.

The ongoing effort for Interoperability and its impact

After completion of every release of the 3GPP specifications there is an ongoing process to fix bugs in the standards. The process uses Change Requests (CRs) submitted by member companies to the RAN working group meetings. CRs are discussed, often modified to address feedback from other companies, and then agreed or rejected. The agreed CRs are approved by the TSG RAN/SA plenary meetings and then included in the next version of the specifications.

The impact of the rushed standardisation process to deliver a first specification already by the end of December 2017 is now more visible, as the huge number of CRs indicates that the released standard requires some fine tuning. 3GPP already recognised that by proposing in 2018 a “late drop” that should be the finalised debugged specification. Taking into account the inflation of needed actions, it has also been decided to even delay the late drop by 3 months (see graph), which will have an impact on the 3GPP submission towards in time the ITU process planned for the end of 2019. Possible restrictions of the submitted specifications are under study at 3GPP level.

Altogether, the 3GPP process has managed to maintain a high level of efficiency, in spite of an unprecedented complexity that the organisation has had to face to develop the 5G standard in time. 3GPP and the various working groups have had to process more than 60000 contributions between 2015 and 2018, with meetings sometimes reaching more than 700 participants. This was notably the case of the RAN 1 working group dealing with physical layer aspects, the domain where most of the SEPs are to be found and hence extremely important from an IPR point of view. Taking into account the global debates on SEPs⁽¹⁴⁾ and the various industry debates on the valuation of such patents, it is of utmost importance that the essentiality of patents submitted to SDOs

(14) EUROPEAN COMMISSION: Setting out the EU approach to standards essential patents, COM(2017)712.

may not be questioned, in view of minimising the possibility of later disputes and of guaranteeing a fair price towards the end consumer.

Concluding remarks

In 2018, the 3GPP celebrated its 20 years having delivered 3G releases, 4G and 5G standards. The achievements announced in 2018, finalising the first phase of 5G standards and launching the second are particularly important. To this end, the European contribution via 5G PPP, the leading research programme is of particular importance.

However, this very intense process might lead to some delays in implementations of Releases 15 and 16. The European Commission is following the developments, attentive that the inclusive standardisation process remains inclusive and is addressing all relevant use cases beyond higher data rates.

La normalisation de l'informatique en nuage (*cloud computing*)

Par Cédric SIBEN

Conseil général de l'Économie

Introduction

Le *Journal officiel* définit l'informatique en nuage comme une forme particulière de gérance de l'informatique, dans laquelle l'emplacement et le fonctionnement dans le nuage ne sont pas portés à la connaissance des clients⁽¹⁾. Elle fournit des services de base comme le calcul, le stockage et le routage de données, mais aussi des services complémentaires très variés concernant la sécurité, l'aide à la publication ou à la création d'applications, et des engagements de service tels la disponibilité, la duplication ou la sauvegarde de données. Ces services sont mis à disposition à travers des portails et sont consommables à la demande et par interface. Le fournisseur n'intervient pas manuellement pour la mise en place, l'exécution et le retrait des applications. Tout est automatisé et accessible de partout *via* Internet.

La norme UIT Y. 3500 définit ainsi l'informatique en nuage : modèle permettant d'offrir un accès *via* le réseau à un ensemble modulable et élastique de ressources physiques ou virtuelles mutualisables, approvisionnées et administrées à la demande et en libre-service.

Ces deux définitions sont complémentaires, celle du *Journal officiel* présente la vision de l'utilisateur, celle de l'UIT une vision plus technique, proche des offreurs de service.

Historiquement, l'informatique en nuage a été développée dans les années 2000 par des sociétés de service sur Internet (Google, Amazon, Facebook, etc.) qui avaient à faire face à des charges de calcul très variables, peu prévisibles et sortant des cadres habituels. Elles ont eu recours à des techniques informatiques parfois anciennes mais qu'elles ont fortement fait évoluer. Ces acteurs ont poussé très loin l'automatisation des infrastructures et le découplage entre celles-ci et les applications, au point que ces dernières fonctionnent sur des images logicielles des matériels, images qui, elles, sont opérées sur des équipements réels. Devant faire face à des variations saisonnières très fortes, Amazon a ouvert son infrastructure à des clients externes à travers un portail d'accès facile depuis Internet, ce qui lui permettait d'utiliser ses infrastructures en dehors de pointes de commande. Cette initiative a trouvé un marché car elle permettait aux entreprises de limiter leurs équipements et de libérer leurs équipes informatiques des tâches de production.

Au début des années 2010, l'informatique dans le nuage proposée par différents acteurs⁽²⁾, dont les principaux sont Google et Amazon, se développe et commence à empiéter sur le marché traditionnel de l'informatique (IBM / Rackspace, Microsoft). En 2011, Amazon réalise plus de 1 milliard de dollars de chiffre d'affaires grâce à ses offres *Cloud*, mais surtout en tire une part substantielle de son bénéfice. Le consensus est alors le « laisser-faire l'industrie », cher à l'approche américaine (dans le domaine des biotechnologies, voir par exemple Binder, 2013) : les acteurs privés dégageront des standards de fait qui s'imposeront.

(1) Source : *JORF* n° 0129 du 6 juin 2010, page 10 453, NOR : CTNX1012892X, synonyme : infonuagique.

(2) Par exemple Salesforce, IBM et Microsoft aux États-Unis. En France, OVH et Thalès.

Face au succès grandissant des offres de l'informatique en nuage, d'autres acteurs ont souhaité pousser une approche par les normes plus ouvertes et permettant aux consommateurs de se retrouver plus facilement dans le maquis des offres propriétaires.

En 2012, la Commission européenne s'est inquiétée des offres d'informatique en nuage et a commandé un rapport sur la normalisation du nuage (ETSI, 2013), complété ensuite par une analyse des besoins des utilisateurs du nuage (ETSI, 2016).

La même année, des acteurs des réseaux de télécommunications support de l'Internet, la Toile (ou le Web), prennent conscience d'un autre enjeu : les acteurs de l'Internet offreur d'informatique dans le nuage vont se substituer aux offreurs de services traditionnels d'infogérance, accessible à travers des réseaux de liaisons spécialisées ou de réseaux privés qui forment une part substantielle de leur activité. De plus, si souscrire est facile, récupérer ses données s'avère lent et il faut reconfigurer une application formatée pour s'exécuter dans le nuage A pour l'exécuter dans un nuage B. Il n'y a pas une interopérabilité facile.

Entre 2012 et 2016, un ensemble de normes sont établies sous l'égide de deux grandes organisations : l'International Standards Organization et l'Union internationale des Télécommunications, par des groupes de travail réunissant acteurs des télécommunications et de l'informatique.

Pourquoi normaliser ?

Cette approche est « dans l'ADN » des Européens, qui ont développé depuis plus d'un siècle des organismes internationaux de normalisation, permettant à leurs acteurs économiques de proposer des services ou des produits pour le monde entier. Les normes permettent d'avoir une référence commune et publique, gage de compréhension⁽³⁾, d'interopérabilité, de portabilité, de conformité ou de sécurité. Les travaux de normalisation ont été à la base du déploiement des réseaux de télécommunications mondiaux (exemple : téléphonie avec UIT, Internet avec le W3C).

Pour le *Cloud*, les motivations de compréhension, de portabilité et de sécurité sont d'autant plus importantes que toute entreprise, profession libérale ou particulier peut être client.

L'histoire de l'informatique est marquée par des mondes propriétaires assez fermés⁽⁴⁾ et les acteurs des télécommunications se souviennent de la norme 3G en téléphonie mobile. Ils souhaitent ne pas reproduire ces schémas.

Comment normaliser ?

L'informatique en nuage (*cloud computing*) est, par nature, mondiale, simplement du fait que ses services sont offerts *via* Internet, réseau mondial, à tout internaute où qu'il soit. En conséquence, les normes ne peuvent être que mondiales, donc le fait d'organismes reconnus par la plupart des pays. *Exit* donc l'AFNOR ou même l'ETSI. Il reste les organismes américains (par exemple IEC, IETF, W3C) ou internationaux (ISO, UIT, etc.).

En 2009, les acteurs américains fondent un sous-comité⁽⁵⁾ du comité technique commun entre l'ISO et l'IEC dont le rôle est de proposer des standards dans les domaines de l'informatique en nuage et des plateformes distribuées. Il publie ses premiers standards en 2012, la plupart d'entre

(3) Le consommateur ou l'industriel sait comparer ce qu'il achète.

(4) Par exemple, dans les années 2000, travailler un document Microsoft Office sur un ordinateur Apple ou un document Apple sur un ordinateur sous Windows de Microsoft était très difficile, voire impossible.

(5) À savoir le sous-comité n° 38 du comité technique commun n° 1 ou JTC 1/SC 38.

eux traitant des plateformes, et le seul standard ⁽⁶⁾ concernant l’informatique en nuage sera révisé en 2016. Ce sous-comité travaillera à partir de 2012 en lien avec l’UIT-T et produira ses premiers standards communs à compter de 2014 (cf. Figure 1 ci-après).

Devant la montée des offres en nuage, les opérateurs européens choisiront l’UIT et l’ISO, organismes plus généralistes et qui disposent d’une reconnaissance mondiale.

Le processus de normalisation est fondé sur un double travail : un travail technique dont le résultat est le texte de la norme, et un travail de gouvernance dont le résultat est un consensus concernant l’intérêt et l’utilité de la norme.

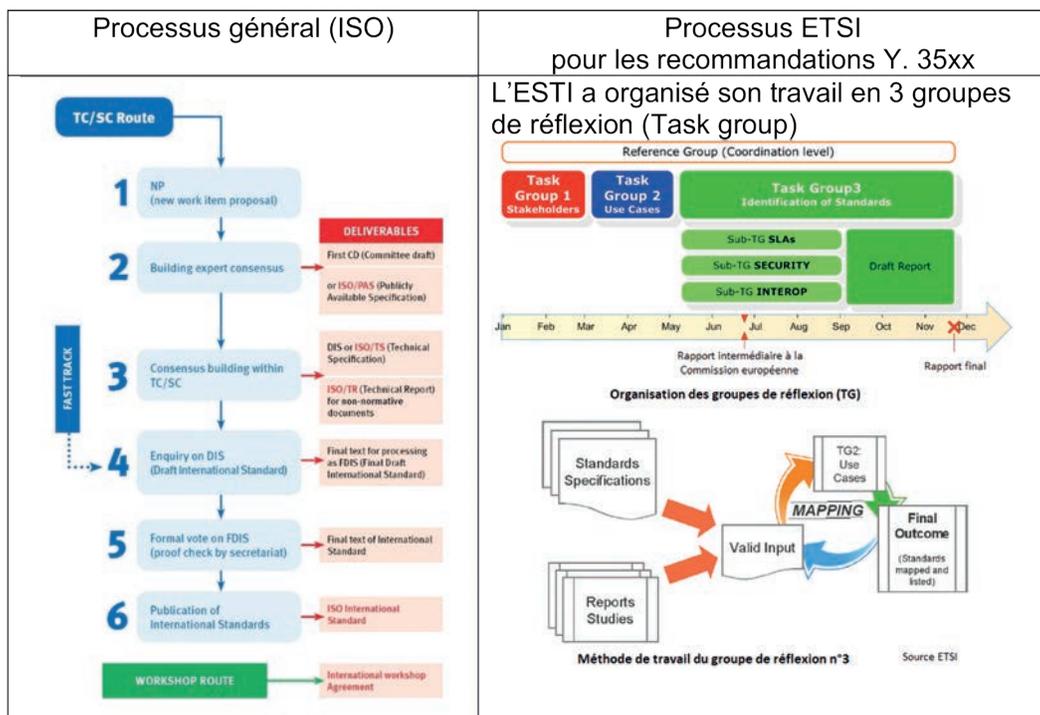


Figure 1 : Processus d’élaboration de standards, normes ou recommandations.

En 2012, Jamil Chawki (Orange) prend la présidence du groupe de travail UIT-T sur le *Cloud*, puis celle du groupe équivalent à l’ISO (JTC 1 / SC 38). Il poussera contre Google et Amazon, mais avec l’appui d’autres acteurs, dont IBM, Microsoft et Oracle, le besoin de publier un corpus de normes sur le *Cloud*. Les acteurs de l’Internet seront, dans un second temps, observateurs ou absents de ces groupes, et resteront neutres par rapport à la publication des normes. Le consensus sera obtenu fin 2013 et les premières normes sont publiées souvent sous un double timbre UIT-T et ISO. Les deux normes de base ⁽⁷⁾ sont publiées en 2014.

La rivalité entre les deux organismes UIT-T et ISO est contournée par une répartition des normes. En pratique et sur un thème donné, le travail est réalisé dans l’un des groupes de travail UIT-T ou ISO, selon les compétences de chacun des organismes. Par exemple : Sécurité, protection des données et portabilité sont réalisées à l’ISO ; Terminologie et architecture à l’UIT-T.

(5) À savoir le sous-comité n° 38 du comité technique commun n° 1 ou JTC 1/SC 38.

(6) ISO/IEC 17826 « Technologies de l’information – Interface de management des données du nuage informatique (CDMI) » spécifie l’interface d’accès au stockage en nuage et à la gestion des données stockées.

(7) Y. 3500 (terminologie) et Y. 3502 (architecture).

Le rapport ETSI de 2013 (ETSI, 2013) cite vingt-six organismes susceptibles de publier des standards ou des recommandations dans le champ de l’informatique en nuage. Douze d’entre eux ont publié des travaux, et une part importante est consacrée à une partie proche de l’informatique en nuage concernant la virtualisation des fonctions réseau.

En complément des textes relatifs à l’informatique en nuage, le développement de l’informatique en nuage fait appel à des processus non spécifiques au titre desquels on peut noter l’ISO 9001 (2015) pour la qualité et ISO 27001 pour la conception générale de la sécurité.

Les normes relatives à l’informatique en nuage

Agencement des normes

L’informatique en nuage s’inscrit dans un ensemble de normes de base, non spécifiques à l’informatique en nuage, comme par exemple la recommandation ISO 27002 qui liste les bonnes pratiques en matière de sécurité, et de normes spécifiques ou particulières à l’application envisagée, comme par exemple la recommandation ISO 27028 pour assurer la conformité aux exigences de sécurité pesant sur l’informatique en nuage.

Les normes générales traitent des besoins généraux des acteurs dans leur activité de fournisseurs de solutions ou de services. Elles sont comprises par les utilisateurs professionnels du numérique ou de l’informatique qui les utilisent couramment.

Les acteurs pourront également, dans d’autres segments de leur processus de conception-production, suivre d’autres normes ou standards communs à l’informatique.

Les normes particulières mentionnées dans la figure 2 permettent de traiter de spécificités à l’informatique en nuage.

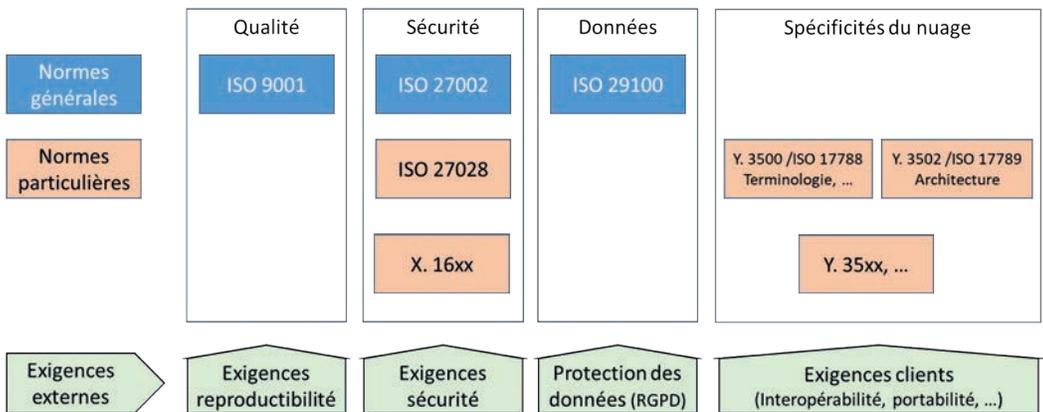


Figure 2 : Exemple d’agencement des standards, normes et recommandations pour le nuage.

Nota : Les standards ETSI X. 16xx concernent des aspects de la sécurité appliquée à l’informatique en nuage ou à sa supervision.

Nota : Les standards ETSI Y. 35xx concernent des dispositions techniques relatives aux services offerts dans l’informatique en nuage.

Les normes de base de l’informatique en nuage

Les recommandations ISO/IEC 17788:2014 / ITU Y3500 et ISO/IEC 17789:2014 / ITU Y3502 sont la base même de cette informatique. Elles apparaissent comme étant bien reconnues par les acteurs de l’informatique en nuage.

L’ISO/IEC 17788:2014 / ITU Y3500 « Informatique en nuage - vue d’ensemble et vocabulaire » fixe la terminologie, garante d’une compréhension des offres de différents fournisseurs.

Elle définit en particulier sept catégories de services :

- SaaS : Logiciel en tant que service (Software as a Service) ;
- PaaS : Plateforme en tant que service (Platform as a Service) ;
- IaaS : Infrastructure en tant que service (Infrastructure as a Service) ;
- NaaS : Réseau en tant que service (Network as a Service) ;
- CaaS : Communication en tant que service (Communication as a Service) ;
- CompaS : Calcul en tant que service (Compute as a Service) ;
- DSaaS : Stockage de données en tant que service (Data Storage as a Service).

Elle décrit notamment les principales caractéristiques de ces services et leurs modèles de déploiement (public, c’est-à-dire ouvert à tous ; privé, c’est-à-dire limité à certains ; hybride, conjugaison des deux modes précédents). D’après Chawki (2014).

Il est à noter que la liste ci-avant n’est pas exhaustive, les acteurs de l’informatique en nuage ayant depuis créé d’autres catégories et l’UIT-T adapte ses travaux à ces évolutions, tel le DaaS « Terminal en tant que service » ou « Desktop as a Service », objet de la recommandation Y. 3503.

L’ISO/IEC 17789:2014 / ITU Y3502 « Informatique en nuage - Architecture de référence » décrit les rôles et les activités de l’informatique en nuage et de ses composants fonctionnels.

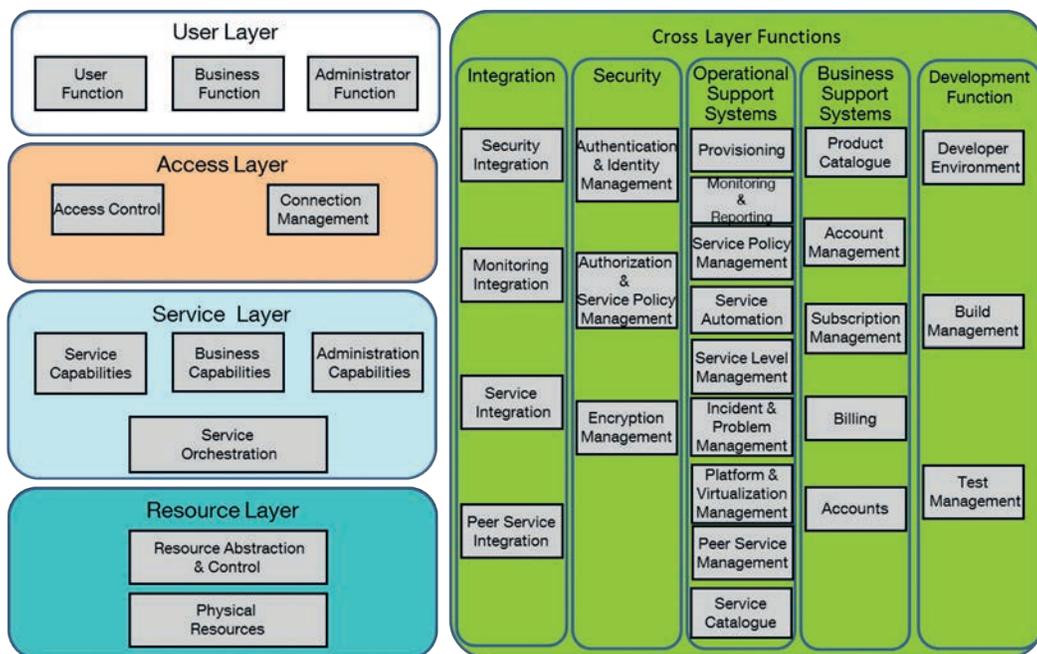


Figure 3 : Architecture de référence de l’informatique en nuage : domaines et composants fonctionnels (Source : Recommandation UIT-T Y. 3502 | Standard international ISO / CEI 17789).

Cette architecture est découpée en quatre domaines superposés ou couches appelés « Utilisateur », « Accès », « Service » et « Ressources » ainsi qu'un domaine transversal pour les fonctions d'intégration, de sécurité, de gestion et le développement de nouveaux services.

État des normes relatives à l'informatique dans le nuage (mai 2018)

Le lecteur trouvera ci-après les normes (standards, recommandations, etc.) d'intérêt et particulières à l'informatique en nuage.

Tableau 1 : Liste des standards ISO / IEC en vigueur ou en développement - d'après la page <https://www.iso.org/committee/601355/x/catalogue/p/1/u/1/w/0/d/0>, consultée en août 2018.

Standard and/or project under the direct responsibility of ISO/IEC JTC 1/ SC 38 Secretariat	Stage	ICS
ISO/IEC 17788:2014 / ITU Y3500 Information technology - Cloud computing - Overview and vocabulary	60.60	01.040.35 35.020
ISO/IEC 17789:2014 / ITU Y3502 Information technology - Cloud computing - Reference architecture	60.60	35.210
ISO/IEC 19086-1:2016 Information technology - Cloud computing - Service level agreement (SLA) framework - Part 1: Overview and concepts	60.60	35.210
ISO/IEC DIS 19086-2 [Under development] Information technology - Cloud computing - Service level agreement (SLA) framework - Part 2: Metric model	50.00	35.210
ISO/IEC 19086-3:2017 Information technology - Cloud computing - Service level agreement (SLA) framework - Part 3: Core conformance requirements	60.60	35.210
ISO/IEC 19941:2017 Information technology - Cloud computing - Interoperability and portability	60.60	35.020 01.040.35
ISO/IEC 19944:2017 Information technology - Cloud computing - Cloud services and devices: Data flow, data categories and data use	60.60	35.210
ISO/IEC 20933:2016 Information technology - Distributed Application Platforms and Services (DAPS) - Access Systems	90.92	35.210
ISO/IEC CD 22123 [Under development] Information technology - Cloud computing - Concepts and Terminology	30.60	01.040.35 35.210
ISO/IEC CD 22624 [Under development] Information technology - Cloud computing - Taxonomy based data handling for cloud services	30.60	35.210
ISO/IEC PDTR 22678 [Under development] Information Technologies - Cloud computing - Guidance for Policy Development	30.20	35.210
ISO/IEC AWI TS 23167 [Under development] Information Technology - Cloud computing - Common Technologies and Techniques	20.00	
ISO/IEC PDTR 23186 [Under development] Information technology - Cloud computing - Framework of trust for processing of multi-sourced data	30.20	35.210
ISO/IEC NP TR 23187 [Under development] Information technology - Cloud computing - Interacting with cloud service partners (CSNs)	10.99	
ISO/IEC NP TR 23188 [Under development] Information technology - Cloud computing - Edge computing landscape	10.99	
ISO/IEC NP TR 23613 [Under development] Information technology - Cloud service metering and billing elements	10.99	

Tableau 2 : Liste des Recommandations UIT relatives à l'informatique en nuage (série X 1600 pour la sécurité spécifique au nuage, série Y 3500 pour les aspects techniques spécifiques et Y3600 pour le recours au nuage pour le traitement des données massives – Big data).
Source : <https://www.itu.int/fr/ITU-T/publications/Pages/recs.aspx>, page consultée en mai 2018.

Numéro	Intitulé des recommandations relatives à l'informatique en nuage	Version
X 1601	Cadre de sécurité applicable à l'informatique en nuage	10/2015
X 1602	Exigences de sécurité pour l'environnement des applications de logiciel en tant que service (SaaS)	05/2017
X 1603	Exigences de sécurité des données pour les services de supervision de l'informatique en nuage	03/2018 (Prépubl.)
X 1631	Règles d'usage pour les contrôles de sécurité de l'information fondés sur ISO/IEC 27002 relatifs à l'informatique en nuage	07/2015
X 1641	Bonnes pratiques et lignes directrices concernant la sécurité de l'informatique en nuage	09/2016
X 1642	Bonnes pratiques et lignes directrices concernant la sécurité de l'informatique en nuage	03/2016
Y 3500	Terminologie	08/2014
Y 3501	Cadre et exigences de haut niveau	06/2016
Y 3502	Architecture générale	08/2014
Y 3503	Exigences relatives au terminal en tant que service (DaaS)	05/2014
Y 3504	Architecture fonctionnelle du terminal en tant que service	06/2016
Y 3510	Exigences pour l'infrastructure	02/2016
Y 3511	Calcul inter-nuages	03/2014
Y 3512	Exigences fonctionnelles relatives au réseau en tant que service	08/2014
Y 3513	Exigences fonctionnelles relatives à l'infrastructure en tant que service	08/2014
Y 3514	Cadre et exigences relatifs au calcul inter-nuages de confiance	05/2017
Y 3515	Architecture fonctionnelle relative au réseau en tant que service	07/2017
Y 3516	Architecture fonctionnelle relative au calcul inter-nuages	09/2017
Y 3520	Cadre de l'informatique en nuage pour la gestion des ressources de bout en bout	09/2015
Y 3521	Présentation générale de la gestion de bout en bout de l'informatique en nuage	03/2016
Y 3522	Exigences relatives à la gestion du cycle de vie des services en nuage de bout-en-bout	09/2016
Y 3600	(Big Data) Exigences et aptitudes fondées sur l'informatique en nuage	11/2015

Conclusion

L'informatique en nuage a atteint actuellement une maturité. Une part significative des services sont fournis dans le nuage, ce qui complexifie l'application des dernières réglementations européennes, dont le règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016, relatif à la protection des données personnelles.

Pour les fournisseurs de services, l'approche normative, en permettant d'unifier les notions et les référentiels, facilite la réalisation des projets et sécurise l'exploitation des services. Pour les clients

et les utilisateurs, elle fixe un cadre favorable à une transparence des offres et à l'exercice de leur choix.

Elle reste amenée à se développer et à s'enrichir de façon à maintenir la compréhension, l'interopérabilité et la portabilité des services du nuage.

Sources et références

CGEIET (2011), *Rapport Cloud computing*, Conseil général de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies, novembre.

ETSI (2013), *Rapport ETSI Cloud Standards Coordination, Final report*, novembre.

ETSI (2016), *Rapport ETSI SR 003 381 V2.1.1 Cloud Standards Coordination Phase 2 : Identification of Cloud user needs*, février.

BINDER P. (2013), « L'impact de la bioéconomie sur le secteur de la défense-sécurité : l'exemple de la biologie de synthèse », *Annales des Mines – Réalités industrielles*, février.

CHAWKI J. (2014), « L'UIT-T et l'ISO délivrent les premières normes fondamentales pour le Cloud », 23 octobre, article de blog consultable à l'adresse : <https://www.orange-business.com/fr/blogs/cloud-computing/normes-standards-et-certification/l-uit-t-et-l-iso-delivrent-les-premieres-normes-internationales-fondamentales-pour-le-clou>

L'auteur remercie M. Jamil Chawki pour ses contributions.

La normalisation et le Big Data

Par Charles HUOT

People in the Sun

Introduction

Les perspectives économiques, industrielles, techniques et sociétales associées à la collecte et l'exploitation des Big Data représentent d'importantes opportunités, mais aussi des risques qu'il convient d'appréhender, d'anticiper et de maîtriser. L'une des caractéristiques des Big Data est qu'elles concernent tous les secteurs et qu'elles interfèrent avec tous les domaines qui connaissent des situations de rupture technologique comme la ville intelligente, la e-santé, les moyens de production, les réseaux intelligents, les objets connectés, etc. Les technologies classiques de gestion des données, basées depuis des années sur des mécanismes transactionnels à partir du stockage et de l'interrogation de données structurées, ne suffisent plus car elles présentent des limites avec l'avènement de l'Internet social (*social web*), de la mobilité, des « *smart* » *phones* et des tablettes, des capteurs et des objets connectés. De nouvelles technologies prennent en compte les caractéristiques des Big Data et permettent leur analyse en temps réel ou quasi réel.

Développer l'exploitation des Big Data demande des leviers. Les normes sont des outils volontaires venant en appui des entreprises pour apporter des solutions aux enjeux des Big Data. Elles sont un facteur d'ouverture des marchés et de confiance entre partenaires. Leur développement, comme leur adoption, est un enjeu concurrentiel. Dans un environnement national, européen et international de plus en plus complexe et multiforme, il importe que les acteurs prennent conscience de l'importance de ce levier et réfléchissent à une stratégie appropriée dans le domaine clé des Big Data pour en faire des outils efficaces au service des différentes parties intéressées.

Par Big Data, nous entendons l'exploitation de grandes masses d'informations (téraoctets) composées de données souvent hétérogènes (multimédia, capteurs, réseaux sociaux, téléphonie, etc.) avec des outils extrêmement véloces (permettant d'envisager des décisions en temps réel), ce qui implique le cas échéant des moyens non conventionnels (par exemple, une base de données NO SQL). Le présent article analyse les enjeux pour la normalisation associés à la mise en œuvre de processus de collecte, traitement et exploitation de grandes masses de données, souvent hétérogènes et non structurées, par exemple en provenance d'Internet, de réseaux sociaux publics ou d'entreprises, de réseaux de communication, de capteurs associés à des réseaux intelligents, des objets mobiles, des dispositifs de sécurité ou des sites de production industrielle, etc. Pour ce qui est des enjeux normatifs, on ne se limite pas aux questions technologiques, bien qu'elles soient importantes, mais on considère l'outil normatif dans sa capacité à proposer aux entreprises et aux acteurs des interfaces, des pratiques et des modes d'organisation partagés et adaptés aux changements profonds qu'imposent les modèles économiques des Big Data.

Enjeux, perspectives et opportunités

L'exploitation des Big Data bénéficie de plusieurs ruptures technologiques rendant possibles l'intégration, le traitement, l'interprétation et la représentation de données hétérogènes provenant de différentes sources. Ceci permet de placer désormais les données au cœur des modèles économiques et d'apporter aux organisations une forte valeur ajoutée par un meilleur ciblage de leurs services à travers à la fois une meilleure connaissance de leur environnement et une optimisation

de leurs processus. Une convergence entre les domaines d'affaires est ainsi possible et ceci marque sans doute le début de nouveaux modèles économiques qui redéfinissent les relations entre les producteurs, les distributeurs et les consommateurs ou les biens et services. Ceci étant, la complexité liée à ces relations s'est considérablement accrue, rendant la prise de décision extrêmement difficile pour une organisation donnée. La nouveauté dans les Big Data réside dans le besoin d'exploiter de gigantesques volumes de données liés à la diversité et à la multiplicité des sources qui sont désormais accessibles.

Les freins

Le contrôle sur les données

Les entreprises sont conscientes de l'importance des données qu'elles détiennent. Le caractère stratégique peut imposer que ces données ne puissent être partageables. Ceci limite intrinsèquement leur exploitation dans un contexte de Big Data du fait que celui-ci accroît le risque de fuite d'informations. Les organisations ont une sensibilité renforcée aux événements et aux incidents de sécurité, puisque les dispositifs d'exploitation de Big Data imposent des systèmes très intégrés et font appel à des prestataires spécialisés. Lorsqu'elles sont partageables, les données posent la question des licences d'exploitation et de la propriété intellectuelle associée, ainsi que celle de la traçabilité de leur usage. Les notions de droits d'usage des données conduisent aussi à des questions de non-répudiation. L'enjeu de traçabilité des données et des traitements est d'autant plus important dans un contexte de données ouvertes. Ceci concerne en particulier l'exploitation de données culturelles, celle des données de la recherche, et induit celle de l'identification des auteurs ou/et des chercheurs. Il existe déjà des pratiques, des règles et des normes, mais dans des domaines limités que le Big Data bouleverse.

La sécurité juridique et l'éthique

La manipulation de données à caractère personnel conduit à des enjeux sur les processus d'anonymisation et soulève la question de leur cryptage non réversible. Par ailleurs, le risque d'image peut être important pour certains acteurs (collectivités publiques, organismes financiers, etc.) en raison des effets et des dérives « Big Brother » liés à la collecte massive de données. Ce risque vaut aussi pour les grandes entreprises qui souhaitent maîtriser leur réputation sur les réseaux sociaux et à travers celle-ci leur relation client. Les enjeux sociétaux peuvent aussi se traduire par des contraintes sur les processus de présentation de l'information et leur usage.

Pour les entreprises, mettre en œuvre une démarche de Big Data représente un enjeu de compétitivité avec la possibilité de générer de nouveaux profits et de se positionner dans de nouvelles activités. Pour les acteurs publics, c'est disposer d'une capacité d'optimiser leur fonctionnement et de proposer de nouveaux services aux citoyens. Pour les citoyens, c'est une possibilité d'être acteurs conscients dans l'écosystème des Big Data, et de bénéficier de nouveaux services qui amélioreront leur qualité de vie. Pour bénéficier de ce nouveau modèle économique, il est nécessaire de décloisonner les silos et de jouer sur la transversalité entre les métiers, ce qui impose une démarche de transformation de l'entreprise. Il s'agit en effet d'être en mesure d'appréhender l'information mais aussi de prendre conscience du patrimoine informationnel au sein des entreprises et des organisations. Ceci suppose une compréhension et une maîtrise de la valeur des données, de ce qui est partageable et de ce qui ne l'est pas, dans quelles conditions, avec des enjeux en termes de propriété intellectuelle, de connaissance de la réglementation notamment en matière de données à caractère personnel.

Pour les acteurs publics, les données deviennent essentielles pour le pilotage des territoires. La donnée se trouve au cœur de nombreux concepts émergents (Open Data, Big Data).

Les entreprises comme les collectivités territoriales sont cependant confrontées à des questions techniques :

- En premier lieu, la qualité de l'information résultant d'une démarche Big Data est directement liée à la qualité des jeux de données en entrée. La qualité des données est un enjeu important en raison de l'exploitation de données de différentes sources souvent non homogènes, ce qui a des répercussions sur les processus de traitement analytique et sémantique.
- En second lieu, il est utile de pouvoir mettre en œuvre une interopérabilité qui se traduit dans les processus de capture des données, dans la mise en œuvre de référentiels de métadonnées, dans les processus de filtrage et d'extraction de l'information ainsi qu'au niveau de la restitution des résultats.
- Enfin, il faut assurer une sécurité des données afin d'en garantir l'intégrité et la confidentialité. Il s'agira notamment de sécuriser l'intégralité du flux de traitement des données, et de disposer de mécanismes de non-répudiation (à la source) et d'approbation (du résultat).

Tout ceci nécessite un apport de compétences spécifiques (analystes, statisticiens, juristes de la donnée...), mais aussi des infrastructures et des technologies particulières.

Conclusion

Pour que l'écosystème du Big Data et de l'Intelligence Artificielle se développe, notamment sur le plan des modèles économiques, il convient de prendre en compte des problématiques-clés relatives aux données :

- L'interopérabilité des données et des systèmes d'information est essentielle pour permettre une utilisation de la masse d'information disponible, dans une démarche de pilotage global.
- La sécurisation des données doit être prise en compte dans les spécifications techniques des systèmes de collecte, de stockage et de traitement de l'information. Elle concerne aussi le niveau juridique pour ce qui est de la propriété des données et des résultats ainsi que l'exploitation des licences d'exploitation.
- Le respect des contraintes relatives aux données personnelles, encadrées par la CNIL, doit être pensé en amont de l'implémentation du système. Une anonymisation des données est l'une des techniques-clés pour faciliter leur exploitation (cf. encadré).
- Les conditions de gestion (mutualisation SIG...) et de transmission des données, entre entités privées, publiques ou publiques et privées doivent être précisées par une organisation spécifique.

Norme volontaire sur la métrologie de réidentification de jeux de données anonymisés : exemple dans le domaine de la santé

L'exploitation des Big Data dans le domaine touchant à la santé comporte la manipulation et le traitement de données particulièrement sensibles. C'est pourquoi le CNAM (laboratoire CEDRIC) a mis au point des modèles de mesure (quantification) du risque de réidentification d'un jeu de données, particulièrement en présence des croisements de jeux de données prévus et des traitements statistiques associés, sous les mêmes hypothèses concernant l'échantillon de données que celles de Latanya Sweeney (2002). La méthode mise au point permet d'estimer une probabilité de réidentification dans un temps raisonnable et présente l'avantage d'être rapide et originale.

Le CNAM a sollicité l'AFNOR afin d'établir un document de référence fondé sur ces travaux. À terme, l'outil développé pourrait permettre de quantifier un préjudice tel qu'un vol de données.

Dans le contexte de financiarisation et de judiciarisation des données dangereuses, la méthode pourrait permettre à des juges de prendre une décision de façon plus objective.

Si le numérique offre de nombreuses opportunités dans le domaine de la santé, il est également porteur de risques, principalement liés à la gouvernance des données et à l'exploitation de ces données particulièrement sensibles. En particulier, le nouveau Règlement général sur la protection des données (RGPD) s'applique puisque ces données concernent des personnes. Par ailleurs, en France, comme dans le reste de l'Europe, l'accès aux données de santé relève de la réglementation. La réglementation sur les données de santé définit dans quels cas les données de santé peuvent être utilisées. La règle générale est que les données de santé ne sont pas utilisables sauf exceptions.

Pour prévenir ces risques, l'une des méthodes couramment utilisées dans les processus Big Data et plus particulièrement en santé consiste à rendre anonymes (« anonymiser ») les données pour leur ôter tout caractère personnel.

Pour ce faire, différentes techniques existent dont certaines font l'objet de normes. Malgré tout, force est de constater que le risque de « data breach » de données anonymisées, et donc de ré-identification des personnes, est important :

- 72,7 % des attaques de ré-identification ont eu lieu depuis 2009 (tous secteurs confondus).
- Données utilisées : essentiellement des *data sets* de type ADS (gros tableau Excel + graphes)

Disposer d'une méthode pour évaluer le risque de ré-identification inhérent au processus d'anonymisation représente par conséquent un enjeu important. Or, les techniques couramment utilisées pour évaluer la robustesse de bases de données ayant été anonymisées font appel à la « force brute », et restent de ce fait particulièrement coûteuses en temps et en ressources de calcul. De ce fait, elles ne sont employées qu'avec parcimonie.

À ce jour, il n'existe pas à notre connaissance de norme concernant l'évaluation du risque de ré-identification de données anonymisées. L'enjeu d'une démarche de normalisation dans ce domaine est de valoriser la méthode mise au point par le CNAM afin de disposer d'un état de l'art.

Bibliographie

BERA M. (2017), « Big Data et anonymisation », *Le CNAM Mag*, N°8, Septembre.

EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT (2014), *Big Data: Seizing opportunities, preserving Values*, The white House, Washington, mai. https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/docs/big_data_privacy_report_may_1_2014.pdf

EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT & PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE & TECHNOLOGY (2014), *Big Data and Privacy: A Technological Perspective*, The White House, Washington, mai. https://bigdatawg.nist.gov/pdf/pcast_big_data_and_privacy_-_may_2014.pdf

GARNIER A. (2013), Livre blanc *Big Data et Réseaux Sociaux : Mythes & Réalités – La déclinaison pour les Réseaux Sociaux d'Entreprise*.

HAMEL M.-P. & MARGUERIT D. (2013), « Analyse des Big Data. Quels usages ? Quels défis ? », Commissariat général à la stratégie et à la prospective, *La note d'analyse*, n°08, 12 novembre. <https://www.strategie.gouv.fr/publications/analyse-big-data-usages-defis>

HENKE N., BUGHIN J., CHUI M. *et al.* (2016), *The Age of Analytics: competing in a Data-Driven world*, McKinsey Global Institute, décembre. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/the-age-of-analytics-competing-in-a-data-driven-world>

HUOT C. *et al.* (2015), « Données massives : Big Data, Impact et attentes pour la normalisation », *Livre blanc*, Afnor Normalisation (Mars).

ISO / IEC JTC 1 (2014), “big_data_report-jtc1.pdf”, *Information Technology*.

MANYIKA J., CHUI M., BROWN B. *et al.* (2011), *Big Data: the next frontier for innovation, competition, and productivity*, McKinsey Global Institute, Mai. <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>

SWEENEY L. (2002), “Achieving k-anonymity privacy protection using generalization and suppression.” *International Journal on Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems*, 10 (5), 2002; 571-588.

Normalisation et fréquences

Par François RANCY

Le spectre des fréquences radioélectriques constitue la ressource rare qui sous-tend la plupart des applications dont nos sociétés sont devenues largement dépendantes en quelques décennies : du GSM à la 5G, du Wi-Fi au Bluetooth, de la radio FM au DAB et à la TNT et à la télévision par satellite, du GPS à l'imagerie spatiale. Le spectre nourrit également nombre d'autres activités essentielles, telles que les transports aériens, fluviaux ou maritimes, la défense et la sécurité des populations, la recherche scientifique et spatiale, la météorologie, l'observation du climat et des ressources de la Terre.

Dès la mise au point du télégraphe sans fil, la nécessité d'organiser et d'encadrer l'usage du spectre au niveau mondial est apparue clairement et la conférence radiotélégraphique internationale de 1906 ouvrait la voie en adoptant la première édition du Règlement des Radiocommunications (RR), sous l'égide de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT). Deux ans après les premières expérimentations de télévision, la conférence de 1927 adoptait le premier tableau d'attribution des bandes de fréquences, répartissant le spectre entre services compatibles afin d'éviter les brouillages et créait la structure chargée de conduire les études techniques pour l'élaboration de normes en matière d'usage du spectre et la préparation des décisions des conférences mondiales. Les ingrédients nécessaires étaient dès lors en place pour assurer le développement durable de l'écosystème mondial des radiocommunications par la production de règles et de normes d'application universelle, comme en témoigne la croissance exponentielle du secteur dans les cinquante dernières années.

Depuis 1906, l'organisation internationale de la gestion du spectre a été régulièrement améliorée dans le cadre du mandat donné au Secteur des Radiocommunications de l'UIT (l'UIT-R) d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre des fréquences radioélectriques par tous les services de radiocommunications, sur la Terre et dans l'espace⁽¹⁾.

Aujourd'hui, cinq milliards de personnes disposent d'au moins un abonnement mobile dont trois milliards pour le large-bande. Six milliards de récepteurs de radionavigation par satellite permettent de se localiser à tout instant et en tout point du globe, plus d'un milliard de personnes disposent de la TNT et autant d'un récepteur de télévision par satellite. Tout cela dans des bandes de fréquences harmonisées mondialement, organisées et protégées depuis des décennies par l'UIT-R, au fur et à mesure que les technologies sous-jacentes ont émergé.

L'UIT-R est aujourd'hui un champ particulièrement mature de production de règles et de normes, où les pouvoirs législatif, normatif, judiciaire et exécutif sont clairement séparés, à l'issue d'une évolution de 112 ans (voir Tableau 1), et sans changement notable depuis 1992. L'UIT-R est également un champ essentiellement autonome au sein de l'UIT, le directeur du Bureau des Radiocommunications (BR) et les membres du Comité du Règlement des Radiocommunications étant élus directement par la Conférence des Plénipotentiaires de l'UIT. Cette autonomie tient à ce que, structurellement, le secteur n'a été intégré à l'UIT qu'en 1947, même s'il s'appuyait administrativement sur le secrétariat de l'UIT.

(1) Dès 1959, deux ans après le lancement du premier satellite artificiel de la Terre, le Règlement des radiocommunications était modifié pour inclure des attributions de spectre pour les radiocommunications spatiales.

Tableau 1 – Évolution de l'organisation des activités de l'UIT en radiocommunications

NORMATIF	LEGISLATIF	JUDICIAIRE	EXECUTIF
Production de normes mondiales et de meilleures pratiques en matière de radiocommunications	Production de règles internationales sur l'usage du spectre	Adoption de Règles de procédure et résolution des difficultés rencontrées dans l'application du Règlement des Radiocommunications	Administration, publication, information et assistance en relation avec les activités du Secteur
1927-1992 Comité Consultatif International des Radiocommunications (CCIR) : Assemblée Plénière et Commissions d'Etudes	1906-1938 Conférence radiotélégraphique internationale	1947-1992 Comité International d'Enregistrement des Fréquences (IFRB)	1906-1947 Bureau International de l'UIT
	1938-1966 Conférence Administrative Internationale des Radiocommunications		
	1967-1992 Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications (CAMR)		
1993- Assemblée des Radiocommunications et Commissions d'Etudes de l'UIT-R	1993- Conférence Mondiale des Radiocommunications (CMR)	1995- Comité du Règlement des Radiocommunications (RRB)	1993- Bureau des Radiocommunications

Le succès de l'UIT-R réside en grande partie dans l'adéquation d'une structure à un objectif : instance mondiale chargée de définir la bonne façon de gérer le spectre, l'UIT-R met en œuvre dans ce but un processus de construction de consensus entre toutes les parties prenantes (gouvernements, régulateurs, opérateurs, industriels, organisations internationales sectorielles). La légitimité de ce processus tient au fait qu'il est validé à toutes ses étapes par les instances nationales légitimes, c'est-à-dire les gouvernements et régulateurs, qui disposent du pouvoir de proposer les lois, de décider de la réglementation et de la normalisation nationales sur l'usage des fréquences, et du pouvoir de police pour les faire appliquer. En ce sens, le travail national, régional et mondial sur les règles et normes en matière d'usage des fréquences est un continuum où les États sont présents à toutes les étapes, à la fois en tant qu'acteurs, décideurs et modérateurs des luttes entre toutes les parties prenantes.

Ce processus conduit à l'adoption consensuelle de deux sortes de produits organisant l'usage du spectre : les règles et les normes internationales.

Les règles internationales sur l'usage du spectre

Il s'agit du Règlement des radiocommunications (RR) et des règles de procédure qui en précisent l'application.

Le RR, qui comprend des procédures et les dispositions techniques et opérationnelles associées, est un traité international qui s'impose aux 193 États membres de l'UIT. Son application permet aux États membres d'obtenir et de garantir la reconnaissance et la protection internationales des utilisations du spectre qu'ils autorisent sur leur territoire ou dans l'espace.

Les Règles de Procédure (RoP) sont adoptées par le Comité du Règlement des Radiocommunications (RRB), composé de 12 membres élus, et visent à préciser l'application du RR. Elles sont adoptées par consensus et soumises à consultation préalable des États membres de l'UIT.

Le RR est mis à jour tous les quatre ans par les Conférences mondiales des Radiocommunications (CMR) pour prendre en compte l'évolution des technologies et des usages du spectre. Ce processus

comprend :

- l'adoption de l'ordre du jour par la CMR précédente ;
- la conduite des études préparatoires par les commissions d'étude de l'UIT-R et leurs groupes de travail (une trentaine de réunions par an, chacune avec typiquement 300 délégués de 50 États membres et 30 membres du secteur UIT-R) ;
- la finalisation de ces études par la réunion préparatoire à la conférence (typiquement 1300 délégués de 110 États membres et 80 membres du secteur UIT-R) ;
- sur la base de ces études, la finalisation des propositions des États membres et des propositions communes des États membres d'une même région ;
- la tenue de la conférence elle-même (typiquement 3200 délégués de 165 États-Membres et 130 membres du secteur UIT-R).

Il s'agit donc d'un processus qui engage tout le secteur UIT-R. Celui-ci est le lieu de luttes entre agents pour faire reconnaître leur point de vue comme le point de vue universel. Les agents en lutte sont les représentants des États membres qui gèrent le spectre et défendent le consensus national, c'est-à-dire la résultante des intérêts nationaux. Ce sont aussi les représentants des opérateurs qui utilisent une partie du spectre et souhaitent protéger cette utilisation ou avoir accès à plus de spectre. Ce sont enfin les représentants des industriels qui fabriquent et vendent les équipements qui sont ou pourraient être utilisés. En cas de succès, le profit est évident : l'harmonisation mondiale travaille pour vous. En cas d'échec, elle travaille contre vous : pour l'industriel ou l'opérateur concerné, ce sont des milliards d'euros d'investissement qui deviennent problématiques, ceux qui sont déjà faits ou ceux qui doivent l'être. Pour l'État, c'est la perspective de milliards d'euros à verser en dédommagement pour avoir fait le mauvais choix cinq ou dix ans plus tôt.

On comprend dès lors que ces luttes soient acharnées et commencent dès qu'il s'agit de décider de la prochaine question qu'on va se poser, c'est-à-dire des points qui seront mis à l'ordre du jour de la prochaine CMR. Pour ces derniers, l'impulsion vient généralement de la nécessité de modifier le Règlement pour prendre en compte dans une bande de fréquences donnée une nouvelle technologie ou un nouvel usage qui sans cela ne pourra tout simplement pas se développer. L'opposition vient de ceux qui ont déjà réalisé des investissements dans la bande de fréquences visée et risquent de voir ces investissements menacés⁽²⁾.

Une fois un point inscrit à l'ordre du jour de la prochaine CMR, l'examen de ce point va être précédé d'études de partage du spectre visant à définir les conditions de compatibilité entre le nouvel usage proposé et les usages autorisés dans la bande précédemment. Ces études, conduites par les Commissions d'étude de l'UIT-R, vont caractériser le nouvel usage du point de vue de sa capacité de nuisance (en termes de brouillage) aux utilisations existantes. Parvenir à un résultat positif nécessite donc d'emporter l'adhésion des acteurs qui pourraient être affectés dans leurs investissements passés ou futurs, donc de ceux qui sont le plus susceptibles de s'opposer. Cela peut paraître exorbitant, mais c'est au fond de cette manière que la science avance et fonde sa légitimité en offrant une possibilité maximale de réfutation et en cumulant les acquis.

En modifiant le RR tous les quatre ans, les CMR organisent donc l'usage du spectre au niveau mondial pour plusieurs décennies, en intégrant les nouvelles technologies et les nouveaux usages

(2) Un exemple très actuel de ce genre de lutte est la décision prise par la CMR-15 d'exclure la bande des 28 GHz du champ des études couvert par l'ordre du jour de la CMR-19 sur le spectre additionnel pour les télécommunications mobiles internationales (IMT), c'est-à-dire la 5G. Huit pays, dont les États-Unis, le Japon et la Corée, souhaitaient retenir cette bande mais, n'ayant pas réussi à convaincre les autres, ont dû se ranger au consensus final, non sans faire une déclaration exprimant leur préoccupation. Ces pays ont engagé des investissements conséquents dans cette bande pour y déployer la 5G, mais la perspective de voir le reste du monde les y rejoindre est de ce fait compromise ou, à tout le moins, renvoyée à une date ultérieure.

par un processus d'innovation sous contrainte, poussant devant elles les contraintes liées à la protection des investissements encore productifs.

En 112 années d'existence, par l'engagement universel des gouvernements, des régulateurs et de toutes les parties prenantes dans ses décisions, cette institution a permis le développement d'un écosystème représentant plus de 10 000 milliards d'euros d'investissements et a intégré depuis 20 ans les conditions de développement de technologies qui arrivent seulement à maturité aujourd'hui, comme les méga-constellations de satellites non géostationnaires ou les plateformes à haute altitude. Elle a aussi permis le développement du mobile large-bande en harmonisant les bandes de fréquences pour le développement de la 3G, la 4G et, dès l'an prochain, de la 5G.

Les normes internationales sur l'usage du spectre

Tableau 2 – Règles et normes UIT-R pour l'usage des fréquences par la 3G, 4G, 5G

	Décisions sur les règles	Décisions sur les normes	Déploiement commercial
Février 1992	CAMR-92 : attribution et identification des bandes à 1.9/2.1 GHz pour l'IMT ⁽³⁾	Assemblée des Radiocommunications AR-95 : Adoption de la norme concernant les arrangements de fréquences applicables à la mise en œuvre de IMT-2000 (Recommandation UIT-R M.1036-0 ⁽⁴⁾)	2002 (3G)
Novembre 1997	CMR-97 identification des bandes à 450 MHz, 850 MHz, 900 MHz et 1800 MHz pour l'IMT		2012 (LTE : 4G)
Juin 2000	CMR-2000 : attribution et identification de la bande à 2.6 GHz pour l'IMT	Assemblée des Radiocommunications AR-2000 : Adoption de la norme IMT-2000 (Recommandation UIT-R M.1457-0 ⁽⁵⁾)	2012 (LTE : 4G)
Novembre 2007	CMR-07 : attribution et identification pour l'IMT des bandes à 700 MHz (Région 2), 800 MHz (mondial) et 3.5 GHz (une centaine de pays dont ceux d'Europe)		2009 (700 MHz aux USA pour LTE : 4G) 2010 (800 MHz : 4G en Europe) 2020 (date cible pour la 5G à 700 MHz et 3.5 GHz en Europe)
Janvier 2012		Assemblée des Radiocommunications AR-12 : Adoption de la norme IMT-Advanced (Recommandation UIT-R M.2012-0 ⁽⁶⁾)	2012 (LTE Advanced : 4G)
Novembre 2015	CMR-15 : attribution et identification pour l'IMT des bandes à 700 MHz, 1.5 GHz et 3.5 GHz (mondiales) et à 600 MHz (8 pays dont USA, Canada, Mexique, Nouvelle-Zélande)		2020 (700 MHz, 3.5 GHz : 5G en Europe) 2020 (600 MHz 5G USA, Canada, Mexique)
Novembre 2019	CMR-19 : Attributions et identifications attendues dans les bandes de fréquence au-dessus de 24 GHz		2020
Septembre 2020		2020 - Commission d'études 5 de l'UIT-R : adoption attendue de la norme IMT-2020	2020

(3) À l'époque le FPLMTS : *Future Public Land Mobile Telecommunication System*.

(4) <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1036-0-199403-S/fr>

(5) <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.1457-0-200005-S/fr>

(6) <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2012-0-201201-S/fr>

Il s'agit des « Recommandations » de l'UIT-R, qui définissent la bonne manière d'utiliser le spectre pour chacun des 39 services de radiocommunication définis par le RR et de partager ce spectre entre et au sein de ces services afin d'éviter les brouillages préjudiciables. Un assez grand nombre de ces normes sont incorporées au RR et donc d'application obligatoire. Elles intègrent notamment des objectifs de performance et de conception, des critères de protection, des limites d'émission, des plans de fréquences, autant de paramètres qui visent à l'usage efficace et harmonisé du spectre, prenant en compte les technologies les plus avancées.

Les autres recommandations, de même que les Rapports et Manuels de l'UIT-R, qui définissent les meilleures pratiques dans l'usage et la gestion du spectre, sont reconnus et appliqués universellement comme instruments de base pour la législation, la réglementation, la tarification et l'autorisation d'usage des fréquences, ainsi que pour la gestion et le contrôle du spectre, la fabrication des équipements de radiocommunication, le déploiement et l'exploitation des réseaux de Terre et des réseaux à satellites.

Le développement de recommandations UIT-R pour les Télécommunications mobiles internationales (IMT) depuis 1992 donne un exemple de la façon dont l'activité de l'UIT-R (commissions d'études et CMR) a défini et encadré le développement de la 3G, de la 4G et aujourd'hui de la 5G (voir Tableau 2), après que l'absence d'un tel encadrement à la fin des années 1980 a conduit pour la 2G à l'émergence de deux normes concurrentes et incompatibles (GSM et CDMA) et à la fragmentation du marché mondial entre des normes et des fréquences différentes.

On constate que les attributions de fréquences précèdent généralement le déploiement commercial de cinq à douze ans pour la 3G et la 4G. Ce décalage est lié au temps nécessaire pour la libération des bandes concernées par les utilisateurs précédemment autorisés⁽⁷⁾, pour le processus d'autorisation de fréquences aux opérateurs mobiles et pour le déploiement du réseau mobile proprement dit. De plus, tout cela ne peut se produire à grande échelle qu'une fois l'harmonisation mondiale clairement établie. Tel était le cas pour les bandes attribuées par la CAMR-92. En général, le processus d'harmonisation mondiale des fréquences se construit sur plusieurs CMR, le temps que tous les pays surmontent les réticences nationales au changement⁽⁸⁾.

En parallèle avec l'harmonisation des attributions de fréquences par les CMR, il convient d'harmoniser les normes capables d'utiliser ces fréquences. Le processus mis en place à cet effet par l'UIT-R a été appliqué avec succès pour la 3G (IMT-2000) et la 4G (IMT-Advanced). Il est aujourd'hui en cours pour la 5G (IMT-2020) et associe l'ensemble des parties intéressées (gouvernements, régulateurs, organismes de normalisation, industriels et opérateurs) à travers les étapes suivantes :

- formulation et adoption de la définition de l'IMT-2020 : « Vision pour les IMT – cadre et objectifs généraux du développement futur des IMT à l'horizon 2020 et au-delà », 29 septembre 2015 – Recommandation ITU-R M.2083⁽⁹⁾ ;
- adoption du calendrier⁽¹⁰⁾ de développement (30 novembre 2015) et des spécifications générales notamment en terme de débit, capacité, temps de latence (13 octobre 2016) ;

(7) Dans le cas des bandes à 800 MHz en Europe, il s'agissait de la radiodiffusion et la libération au profit du service mobile avait comme préalable le passage à la TNT et l'arrêt complet de la radiodiffusion analogique. Pour les bandes à 600 MHz aux USA et 700 MHz en Europe, des réaménagements de fréquences sont généralement nécessaires pour faire migrer la radiodiffusion, ce qui prend environ 5 ans.

(8) Ainsi, la bande des 700 MHz est ouverte par la CMR-07 pour les Régions 2 et 3 (Amérique et Asie) mais seulement par la CMR-15 mondialement. De même, la bande des 3,5 GHz est identifiée IMT par la CMR-07 pour une centaine de pays, mais seulement par la CMR-15 mondialement.

(9) <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2083/fr>

(10) <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx>

- adoption des critères d'évaluation pour la sélection des technologies candidates pour être inscrites dans la norme IMT-2020 (13 octobre 2016) – Rapport ITU-R M.2412⁽¹¹⁾ ;
- soumission des propositions de spécifications détaillées candidates (3 septembre 2019) et évaluation par des groupes indépendants de leur conformité aux spécifications générales – Rapport ITU-R M.2411⁽¹²⁾ ;
- adoption de la norme sur la base des spécifications retenues à l'issue de ces évaluations.

À l'issue de ce processus, la norme pour l'interface radio de l'IMT-2020 sera approuvée formellement par les 193 États-Membres de l'UIT en 2020, conférant à cette norme la légitimité requise pour sa mise en œuvre universelle dans tous les pays.

La gestion nationale des fréquences

C'est au niveau national que les normes et règles internationales sont mises en œuvre et appliquées. La gestion nationale du spectre est donc totalement immergée dans un contexte international qu'il s'agit à la fois de suivre et d'influencer. Elle est donc rythmée par la mise en œuvre des décisions de la dernière CMR et par la préparation de la suivante.

Le principal instrument juridique national dans la gestion du spectre est le tableau national d'attribution des bandes de fréquences. Il doit être conforme aux attributions de fréquences du RR applicables dans la région géographique correspondante. La réglementation internationale se trouve ainsi transposée dans la réglementation nationale, dont l'autorité administrative est la garante légitime (la police et la justice peuvent intervenir en cas de non-conformité).

Parce que les besoins en fréquences ne sont pas nécessairement les mêmes dans tous les pays, le RR laisse souvent le choix entre plusieurs attributions dans la même bande de fréquences, dès lors que l'utilisation d'attributions différentes dans des pays différents peut être rendue compatible par le truchement de limites ou de procédures de coordination spécifiées dans le RR. Les difficultés auxquelles sont confrontées les CMR résultent le plus souvent de choix historiques différents qui, par leur effet cumulatif, produisent à long terme des clivages entre pays ou régions qui s'opposent à tel ou tel choix d'harmonisation mondiale du fait que celui-ci conduirait à des réaménagements de fréquence trop coûteux. Ainsi, bien que l'harmonisation mondiale soit toujours un objectif partagé par tous les pays, chacun d'eux peut avoir des raisons de préférer une solution d'harmonisation différente.

Les normes internationales harmonisées par l'UIT-R, même si (au contraire des règles) elles ne sont pas d'application obligatoire et que le principe de « neutralité technologique » redouble cet aspect, sont *de facto* appliquées par tous les opérateurs de radiocommunication du fait des économies d'échelle et de l'interfonctionnement global qu'elles permettent, notamment pour les réseaux mobiles (voir les normes IMT de l'UIT pour la 3G, 4G et demain 5G).

Pour les équipements de radiocommunication utilisables par le grand public sans autorisation, tels que les dispositifs Wi-Fi, les conditions de partage entre services imposées par le RR peuvent conduire à inclure une règle dans la norme, ce qui nécessite un contrôle de la conformité de ces dispositifs. Dans l'Union européenne, ce contrôle se fait *a posteriori*, à travers une surveillance du marché par les régulateurs qui, après une vingtaine d'années, a montré ses limites. Ainsi, dans la bande des 5 GHz partagée entre radars météorologiques et dispositifs Wi-Fi, 50 % de ces derniers sont non conformes et les brouillages qui en résultent affectent les prévisions météorologiques.

(11) <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2412-2017/fr>

(12) <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2411-2017/fr>

La gestion régionale des fréquences

Le besoin d'harmoniser l'usage des fréquences entre pays voisins afin de bénéficier des économies d'échelle et de l'interfonctionnement des réseaux de radiocommunication a conduit, depuis quelques dizaines d'années, à la création d'organismes régionaux de gestion du spectre, qui ont aussi pour vocation de définir un point de vue régional commun dans les CMR et les commissions d'études de l'UIT-R : en Europe, la Conférence européenne des Postes et Télécommunications (CEPT) regroupe 48 pays européens depuis 1959. Par son Comité des Communications électroniques (ECC⁽¹³⁾), elle adopte des « Décisions » et des « Rapports » sur l'usage du spectre qui, tout en étant d'application volontaire, ont construit en près de soixante ans un spectre européen en grande partie harmonisé. On lui doit notamment la norme GSM. Elle adopte, par son Groupe de Préparation des Conférences (CPG⁽¹⁴⁾), les propositions communes européennes aux CMR.

Depuis 2002, l'Union européenne, à travers des mandats confiés à la CEPT et des décisions sur le spectre d'application obligatoire, a renforcé ce cadre et s'appuie sur les États membres à travers le Radio Spectrum Policy Group (RSPG⁽¹⁵⁾).

Conclusion

Le développement et l'adoption de règles et de normes internationales sur l'usage du spectre s'inscrivent dans un processus de construction de consensus sous l'égide de l'UIT et sous la conduite de ses États membres, en y associant étroitement les principales parties prenantes dans l'utilisation du spectre (opérateurs, industriels, organisations internationales).

Ce processus vise à construire un consensus régional et mondial sur la meilleure façon de gérer le spectre, en faisant évoluer conjointement les cadres nationaux et le cadre international de manière à les adapter à l'évolution rapide des technologies et des usages, sans pour autant mettre en danger les investissements réalisés précédemment.

Ce processus de production de règles et de normes d'application universelle, en place depuis 112 ans, a permis le développement de l'écosystème des radiocommunications tel que nous le connaissons aujourd'hui.

(13) <https://cept.org/ecc/>

(14) <https://cept.org/ecc/groups/ecc/cpg/client/introduction/>

(15) <http://rspg-spectrum.eu/about-rspg/>

Norme numérique et eSanté

Par Karima BOURQUARD
IN-SYSTEM

Fondements de la normalisation en e-Santé

La e-Santé ou son équivalent eHealth (ou e-Health) est un concept d'utilisation récente (fin du XX^e siècle) et couvre des domaines aussi divers que « le parcours de soins coordonnés, la médecine collaborative, l'accès à la connaissance médicale, le diagnostic et soins à distance, l'aide à la décision »⁽¹⁾, l'analyse des gros volumes de données médicales ou l'« utilisation des technologies de l'information et de la communication pour la santé »⁽²⁾. Au niveau européen, la e-Santé a pour objectif de fournir aux citoyens européens un accès à des services électroniques sécurisés et de qualité dans le domaine de la santé et du soin. Trois priorités ont été identifiées (au sein du programme « Santé et soins Digital ») qui couvrent :

- (1) l'accès des citoyens à leurs données de santé en Europe,
- (2) l'accès à la médecine personnalisée grâce à la mise en œuvre d'infrastructure de données partagées et enfin,
- (3) la possibilité pour les citoyens responsabilisés de disposer d'outils électroniques pour le suivi de leur état de santé⁽³⁾.

L'utilisation des technologies de l'information et de la communication en santé ouvre ainsi de nombreuses perspectives d'amélioration qui concernent : la santé, le confort du citoyen, la connaissance médicale et de la santé des populations, mais aussi la recherche notamment *via* l'utilisation de gros volumes de données et l'analyse de l'activité médico-économique. La e-Santé se concrétise par l'échange ou le partage de données de santé depuis des systèmes sources vers des systèmes consommateurs de ces données. Son développement est soumis à au moins deux importants défis qui sont d'une part la protection des données personnelles et leur utilisation éthique et d'autre part l'interopérabilité des systèmes. Ces deux aspects ont vocation à être supportés par un corpus normatif nécessaire à la résolution de leurs mises en œuvre.

Des normes pour l'interopérabilité

L'interopérabilité est l'aptitude à communiquer, exécuter des programmes ou de transférer des données entre différentes unités fonctionnelles (systèmes) en n'exigeant de l'utilisateur qu'un minimum de connaissance des caractéristiques uniques de ces systèmes⁽⁴⁾. Représentant un marché en pleine croissance, l'interopérabilité a fait l'objet de nombreux travaux au cours de ces dernières années. Elle a été modélisée au niveau européen comme un ensemble de niveaux⁽⁵⁾ représenté ci-après.

(1) L'Asip Santé, agence nationale, définit ses missions autour de la santé numérique : <http://esante.gouv.fr/asip-sante/qui-sommes-nous/missions>

(2) Voir le site de l'OMS : <http://www.who.int/ehealth/en/>

(3) <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/ehealth>

(4) ISO. ISO/IEC ISO/IEC 2382-1:1993. Technologies de l'information – Vocabulaire, Partie 1 : Termes fondamentaux

(5) eHealth Network, *Refined European Interoperability Framework*, 23 November 2015 : https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/ev_20151123_co03_en.pdf

- Le niveau légal et réglementaire précisant les règles légales et juridiques qui encadrent les échanges et le partage de données de santé (1) ;
- Le niveau des politiques publiques ou niveau « politique » définissant les règles organisationnelles qui découlent du cadre précédent et assurent que les professionnels de santé puissent travailler de manière coordonnée (2) ;
- Le niveau des processus de soin décrivant la manière de dérouler les activités (3) ;
- Le niveau des données qui assure que celles-ci soient comprises d'un bout à l'autre du processus de santé (sémantique et syntaxe) (4) ;
- Le niveau applicatif de l'échange incluant le transfert de messages et la portabilité des données (données interprétables par des systèmes d'origines différentes) (5) ;
- Le niveau des protocoles de communication (6).

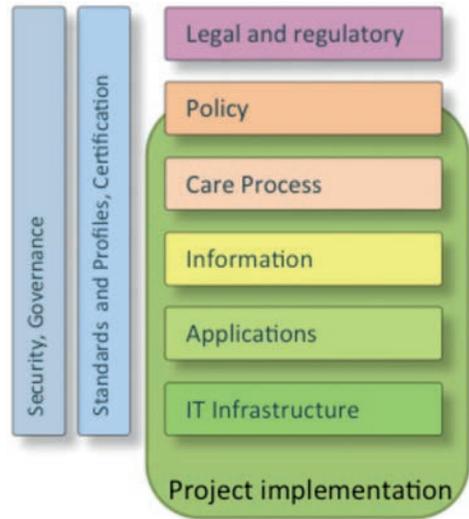


Figure 1 : Modèle raffiné de l'interopérabilité (Antilope, 2015)

(1) Le cadre législatif et réglementaire

Une description exhaustive des textes, très nombreux, s'appliquant au domaine de la eSanté sortirait du cadre de cet article. On citera à titre d'exemples :

- La loi n°2016-41 du 26 janvier 2016 « de modernisation de notre système de santé »⁽⁶⁾. Celle-ci précise par exemple que les lettres de liaison permettant la continuité des soins doivent être dématérialisées et déposées dans le dossier médical partagé. Cette même loi définit les attributions de la caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés, notamment celles concernant la conception, la mise en œuvre et l'administration du dossier médical partagé, ainsi qu'un système de communication sécurisé contribuant à l'échange d'information entre les professionnels de santé.
- Au niveau européen, la directive sur l'application des droits du patient en matière de soins de santé transfrontaliers⁽⁷⁾ ainsi que le règlement général de la protection des données⁽⁸⁾ encouragent l'utilisation de formats interopérables et structurés permettant d'assurer la portabilité des données.

(2) et (3) Description des collaborations en eSanté

De par la variabilité et l'étendue de ces collaborations, ce domaine ne fait pas l'objet d'un corpus normatif strict. Mais de nombreuses méthodes et bonnes pratiques sont aujourd'hui publiées et utilisées. Il s'agit, ici, de dissocier la description métier du processus de soins entre acteurs humains de sa transcription sous forme de gestion de flux gérée par les systèmes, ceux-ci incluant

(6) Loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016 de modernisation de notre système de santé. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000031912641&categorieLien=id>

(7) Directive 2011/24/UE du parlement Européen et du Conseil ; 9 mars 2011 relative à l'application des droits des patients en matière de soins de santé transfrontaliers. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32011L0024&from=FR>

(8) Règlement (UE) 2016/679 du Parlement Européen et du Conseil du 27 Avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE (Règlement général sur la protection des données). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>

eux-mêmes des « acteurs »⁽⁹⁾. Pour réduire la complexité, le concept de « cas d'utilisation » permet de décrire les besoins en termes simples de telle manière que cette description soit compréhensible par un utilisateur final (Bourquard, Orlova et Parisot, 2017). Pour aider les maîtrises d'ouvrage chargées de formaliser leurs besoins dans ce domaine, le projet Antilope⁽¹⁰⁾ a proposé des outils permettant de décrire les cas d'utilisation depuis le métier jusqu'au scénario de réalisation. Ce dernier précise la façon d'implémenter le cas d'utilisation dans une architecture d'interopérabilité.

(4) Les données

Les données sont le cœur de l'interopérabilité. Les nombreux débats que suscitent les données concernent notamment leur forme, leur mise à disposition dans des systèmes couvrant des besoins extrêmement variés, ainsi que l'usage primaire des données par les professionnels de santé dans leur activité pour assurer la prise en charge du patient sans rupture. Ces derniers attendent des données fiables et interprétables par leur système. La structuration et l'intelligibilité des données (sémantique) sont les principaux enjeux des échanges et de maîtrise des flux d'information. Au niveau sémantique, les terminologies internationales les plus connues sont :

- SNOMED/CT⁽¹¹⁾, terminologie de termes cliniques ;
- LOINC⁽¹²⁾ qui concerne les examens médicaux, notamment utilisée pour les résultats de biologie médicale ;
- ICD10 et ICD-10_CM⁽¹³⁾, bientôt ICD-11⁽¹⁴⁾ classification des maladies et des problèmes de santé classiques utilisés dans de nombreux pays dont la France.

Cependant des nomenclatures spécifiques à des spécialités ou à des organisations sont également massivement utilisées dans tous les pays. On notera que le choix du code par un professionnel de santé est réalisé dans un contexte spécifique – au sein du parcours de soins – et individualisé par rapport à un patient. Sans ce contexte, la donnée médicale n'a qu'une valeur limitée au regard du processus de soins. L'interopérabilité sémantique a fait l'objet de travaux importants, notamment dans le cadre des études sur les descriptions mobilisées sur le web (web sémantique) : OWL⁽¹⁵⁾, « Web Ontology Language », schéma RDF « Resource Description Framework ». D'autres modèles cliniques sont en cours de développement. Afin de faciliter la mise en œuvre de ces modèles en évolution constante, la tendance est de mettre en œuvre des démarches pragmatiques et ciblées. Il s'agira, à partir de la définition de cas d'utilisation répondant aux besoins utilisateur, de définir un lot de codes (donc par essence limité aux besoins identifiés) facilitant ainsi leur implémentation. Les usages secondaires des données sont multiples : la donnée prend une tout autre valeur dès lors qu'elle est traitée en gros volume, agrégée et restituée sous une forme élaborée (à but de statistiques, de recherche, d'épidémiologie, de connaissance...).

Dans tous les cas, la mise à disposition de données de qualité est cruciale et doit s'effectuer dans le cadre légal avec le consentement de(s) (la) personne(s) concernée(s) et dans un cadre éthique. Des mécanismes d'anonymisation ou de pseudonymisation sont alors sollicités.

(9) Un « acteur » système est une fonction implémentant des transactions supportant des échanges ou le partage de données. Ces ... actions sont basées sur des standards.

(10) Antilope project. <https://www.antilope-project.eu/front/index.html>

(11) SNOMED/CT. <https://www.snomed.org>

(12) LOINC. Logical Observation Identifiers Names and Codes. <https://loinc.org>

(13) ICD-10. International Statistical Classification of diseases and related Health Problems version 10. <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en#/>

(14) ICD-11. International Statistical Classification of diseases and related Health Problems version 11. <https://icd.who.int>

(15) <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/OWL>

(5) Le niveau applicatif

C'est le niveau de mise en œuvre des échanges et de partage de l'information. Les normes et standards sont aujourd'hui relativement consensuels. Ils résultent de travaux conduits au niveau international. La communauté d'experts et d'utilisateurs est importante, conférant à ces standards une certaine robustesse : on peut citer DICOM[®] (16) pour les images, le standard HL7[®] version 2 ou 3 (17) pour les échanges, le standard HL7 CDA[®] release 2 pour les documents cliniques. Un standard HL7 FHIR[®] (18) est en cours d'achèvement pour la gestion des ressources. Ce dernier est en rupture technologique par rapport aux standards précédents et répond aux besoins des applications mobiles et de l'Internet par l'utilisation d'API (application programming interface) et inclut des protocoles et standards comme RESTful et JSON. Dans le domaine des dispositifs médicaux, il existe aussi un corpus normatif parmi lesquels la suite de normes ISO IEE11073 (19) et autres normes ISO, ITU utilisés (dans le domaine de la sécurité des dispositifs médicaux notamment).

Si les standards sont génériques afin de répondre à tous les usages, les profils d'intégration sont des spécifications d'implémentation de cas d'utilisation. Un profil regroupe ainsi un assemblage de standards qui devront fonctionner ensemble pour répondre aux cas d'utilisation (figure 2), comme par exemple : séquences de données, formats de messages, etc. Deux *consortia* majeurs

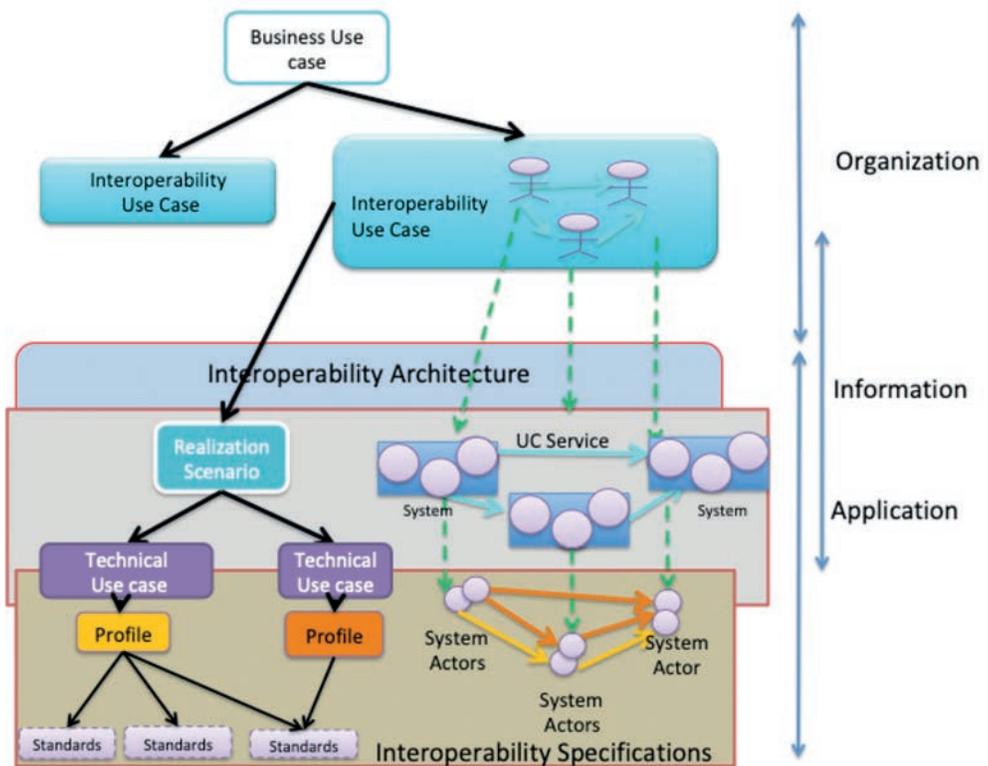


Figure 2 : du cas d'usage métier à son implémentation dans une architecture d'interopérabilité (d'après IHE-Europe, modifié)

(16) DICOM[®]. Digital Imaging and Communications In Medicine. <https://www.dicomstandard.org>

(17) HL7. High Level seven. <http://www.hl7.org>

(18) HL7 FHIR[®]. Fast Healthcare Interoperability Resources. <https://www.hl7.org/fhir/>

(19) ISO IEE11073 et suite. Personal Health Devices.

développent aujourd'hui ces profils d'intégration dans le domaine de la santé : IHE (Integrating the Healthcare Enterprise)⁽²⁰⁾ et PCHA/Continua Alliance⁽²¹⁾ dédié aux objets connectés dans la santé et le bien-être.

(6) Le niveau communication et infrastructure technique

Supportant les échanges et le partage des données, les infrastructures techniques et les protocoles de communication font aussi objet de descriptions formelles, de bonnes pratiques et de standardisation comme dans les cas précédents.

L'échange et le partage des données en e-Santé ne peuvent se réaliser sans la mise en place d'un espace de confiance permettant son adoption et son utilisation par les acteurs professionnels de santé et les patients/citoyens. Il comprend notamment la gestion du consentement du patient, la gestion des risques, les mécanismes de sécurité répondant aux menaces identifiées, la traçabilité des actions, l'accès sécurisé aux données cliniques, etc. Des normes, des standards et des bonnes pratiques sont disponibles dans ces domaines et généralement communs à d'autres domaines.

La normalisation en e-Santé : une dynamique ininterrompue

C'est au cours de ces vingt dernières années que le corpus de standards dans la e-Santé s'est beaucoup développé. Le secteur de la santé très réglementé s'est d'abord digitalisé dans le domaine administratif avant de s'aventurer dans les domaines des plateaux techniques, imagerie, laboratoire et pharmacie. C'est donc naturellement dans ces domaines que les premières demandes en standards applicatifs ont vu le jour.

L'environnement évolue lui aussi : les États européens et l'Europe s'emparent du sujet face aux nouveaux enjeux de la santé (vieillesse de la population, manque d'expertise médicale, égalité d'accès aux soins, prévention, accès par le patient à ses données cliniques, responsabilisation des patients, parcours de soins, maladies rares, etc.). De nombreux rapports qui ont été publiés tant au niveau national^(22, 23, 24), qu'européen^(25, 26, 27), ont mis en évidence la nécessité d'améliorer l'interopérabilité dans le domaine de la santé. L'Europe porte aujourd'hui activement la digitalisation des échanges transfrontaliers en favorisant les projets sur les remboursements des frais de santé et les échanges d'information clinique (projet eHDSI, eHealth Digital Service Infrastructure).

Le marché s'élargit avec les opportunités techniques : de nouveaux standards apparaissent au gré des ruptures technologiques mais leur mise au point est en cours et ils ne se stabiliseront que dans quelques années. Cependant, ces standards connaissent un réel succès (FHIR[®] par exemple). Avec une approche basée sur des cas d'utilisation, les initiatives comme IHE ou Continua Alliance associent les standards en « profils » qui apportent une réponse concrète aux besoins. Ils réduisent le risque que des équipements ou des applications ne puissent pas au final interopérer.

(20) DICOM[®]. Digital Imaging and Communications In Medecine. <https://www.dicomstandard.org>

(21) HL7. High Level seven. <http://www.hl7.org>

(22) SIMON P. et ACKER D. (2008), Rapport : *La place de la télémédecine dans l'organisation de soin*, novembre.

(23) *Un projet global pour la stratégie nationale de santé. 19 recommandations du Comité des Sages*, juin 2013.

(24) HAS (2018), *Rapport d'élaboration de la fiche memo : qualité et sécurité des actes de téléconsultation et de téléexpertise*, avril.

(25) European Commission (2016), *Rolling plan for ICT standardisation*.

(26) European Commission (2016), *Draft Blueprint on Digital Transformation of Health Care for the ageing society*, 26 septembre.

(27) *Communication on enabling the digital transformation of health and care in the digital single Market; empowerment citizens and building a healthier society*, 25 avril 2018. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-enabling-digital-transformation-health-and-care-digital-single-market-empowering>

Vers une professionnalisation de l'interopérabilité

Malgré les efforts consentis, les nouveaux besoins innovants ne sont pas encore couverts. Pour permettre la mise à disposition de nouveaux profils d'intégration pouvant être implémentés dans des produits, une démarche pragmatique a été élaborée et éprouvée. Elle est mobilisée par les comités d'experts pour couvrir de façon efficiente ces nouveaux besoins. Cette démarche se base sur les cinq principes suivants :

- 1) Identifier les cas d'utilisation et les décrire ;
- 2) Identifier les standards et les sélectionner ;
- 3) Spécifier le(s) profil(s) d'intégration ;
- 4) Développer les outils de test et tester les produits dans les bancs d'essai ;
- 5) Mettre sur le marché des produits conformes.

Cette démarche peut s'inscrire dans un processus plus large incluant la conception et les tests d'usage de ces nouveaux produits, par exemple en mobilisant des Living Labs.

Depuis quelques années se développent des plateformes de test ou des bancs d'essai permettant ainsi de vérifier que les systèmes sont capables d'échanger des données structurées tout en répondant aux exigences normatives identifiées. La mise à disposition auprès du plus grand nombre des plans de test et d'outils de test ainsi que des jeux d'essai permet d'améliorer l'appropriation des profils d'intégration et des standards. Des événements de test appelés « Connectathon » réunissant les développeurs de solutions qui testent leurs produits pendant un temps limité (cinq jours dans le cas d'IHE), des moniteurs qui vérifient les tests et des experts des standards, sont organisés chaque année en Europe. Véritable banc d'essai, ce type d'événement assure l'adoption des standards et permet dans le même temps de valider les spécifications d'intégration, de les améliorer et de former les ingénieurs à ces environnements complexes.



Figure 3 : IHE Connectathon (photo IHE-Europe)

La certification est souvent la réponse donnée par les pays pour s'assurer de la conformité des produits à des spécifications. Celles-ci sont soit propriétaires, spécifiées par un industriel unique ou un petit nombre d'offeurs, soit basées sur des standards publiés. Depuis quelques années, des schémas d'évaluation de la conformité définissent une gouvernance et une organisation qui ont pour objet de développer, de maintenir et de permettre l'exécution de l'évaluation de conformité des produits à des spécifications basées sur des standards. Les tests sont délégués à des laboratoires de test accrédités ISO/IEC 17025⁽²⁸⁾ dont les rapports bénéficient d'une reconnaissance internationale

(28) ISO/IEC 17025 : Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

(IHE CAS⁽²⁹⁾) ou européenne (EURO-CAS en cours de définition⁽³⁰⁾). Le développement de ces initiatives permet l'harmonisation et, à moyen terme, des modes d'échange, une plus grande cohérence du marché. Il permet de répondre aux enjeux d'interopérabilité présentés précédemment. Les résultats de test, consignés dans un rapport de test, peuvent ensuite être utilisés dans le cadre d'une certification souvent exigée par les autorités nationales ou régionales comme élément de confiance. La question centrale n'est plus celle de l'intérêt d'une norme ou d'une autre mais bien celle de son efficacité à répondre aux besoins une fois implémentée.

Les bénéfices d'une mobilisation des normes d'interopérabilité sont multiples :

- Harmoniser un marché de produits aujourd'hui fragmenté ;
- Répondre à la réglementation ;
- Tester des produits en réponse à des cas d'utilisation ;
- Favoriser l'appropriation et la connaissance des profils et standards d'échange en e-Santé ;
- Améliorer la qualité et la structuration des données cliniques ;
- Développer les mécanismes de sécurisation des échanges et de leur prise en compte ;
- Réduire les coûts des tests.

De ce fait, tous les ingrédients sont en place pour répondre aux nouveaux enjeux de la e-Santé dans les prochaines années. Le marché de la e-Santé, futur pourvoyeur de nouveaux métiers et d'emplois au bénéfice du patient et des professionnels de santé ne pourra réellement se concrétiser qu'avec le développement d'une interopérabilité comprise à sa juste valeur. Pour rendre pérennes les initiatives innovantes en cours, souvent construites en silos, il devient donc nécessaire d'améliorer la connaissance de ce domaine dès la formation initiale universitaire et dans les écoles, en prenant soin de considérer l'ensemble de la modélisation en niveaux décrite ici. Enfin, les tests de mise au point réalisés grâce à des outils de test communs au niveau national, européen et international, sont un élément-clé de succès : ils permettent de réduire le temps de mise sur le marché de produits qui feront ainsi partie d'une chaîne de valeurs plus étendue en permettant d'augmenter par là même leurs propres valeurs ajoutées.

Référence bibliographique

BOURQUARD K., ORLOVA A., PARISOT C. (2017), *Understanding User Needs for Interoperability: Defining Use Cases in eHealth*, JAHIMA, 88(6), pp. 42-45, <http://bok.ahima.org/doc?oid=302159>

Tous les sites ont été consultés en novembre 2018.

(29) <https://www.ihe.net/testing/conformity-assessment/>

(30) www.EURO-CAS.eu

La normalisation des systèmes de transport intelligents

Par Michelle WETTERWALD
NETELLANY

Introduction

Les systèmes de transport intelligents

La numérisation de notre vie quotidienne concerne aussi le domaine du transport. L'apport des nouvelles technologies numériques réside dans l'amélioration de l'efficacité et de la convivialité, tout en augmentant la sécurité des personnes et des biens transportés. Tous les modes de transport sont affectés par cette révolution (CE, 2018), dont le marché global est évalué à plusieurs milliards de dollars. Par exemple, dans le transport aérien, le numérique permet de gérer l'accroissement du trafic tout en maintenant un niveau de sécurité élevé. Dans le transport maritime, il permet de protéger les vaisseaux des collisions ou des pirates. Dans le transport ferroviaire, la communication permanente entre les trains et les centres de contrôle permet d'obtenir un état instantané de chaque convoi et de surveiller le mouvement des passagers. Le numérique permet aussi de coordonner entre eux tous ces modes de transport avec le développement du transport multimodal et de la billettique.

Le transport routier intelligent

Le transport routier n'est pas en reste, loin de là. Le numérique optimise déjà le transport des biens, par exemple avec le traçage et l'identification des cargaisons dans le domaine de la logistique. Dans le domaine de la gestion et de la maintenance des flottes commerciales, certains véhicules informent le conducteur ou le gestionnaire d'un problème technique ou simplement envoient un rappel pour la révision. Les systèmes de navigation intègrent en temps réel les données reçues du réseau routier. L'opérateur routier peut suivre des véhicules connectés, connaître leur vitesse de déplacement et évaluer la densité du trafic. Le nombre des applications possibles est très important, que ce soit pour la sécurité routière, la gestion du trafic, le divertissement, l'information dans le véhicule, ou l'électromobilité.

L'amélioration de la sécurité des personnes et l'objectif de réduire drastiquement le nombre de décès dus aux accidents à l'horizon 2050 constituent l'un des objectifs des systèmes de transport intelligents coopératifs (STI-C), ou plus généralement de la mobilité coopérative connectée et autonome (MCCA). Dans les STI-C, les différentes entités du trafic routier échangent des informations pour étendre leur connaissance du trafic au-delà de leur capacité visuelle. C'est la notion d'horizon étendu.

Les différents acteurs des STI

L'élément de base de l'architecture des STI-C est la « station STI » (ETSI, 2010). Quatre types de stations (Figure 1) sont définis : le véhicule, le relais de bord de route, l'appareil personnel type smartphone, et la station centrale de gestion des réseaux routier et numérique. Elles se différencient principalement par leur type de mobilité (rapide, lente, statique) ainsi que par les fonctions qu'elles assurent dans le système de coopération.

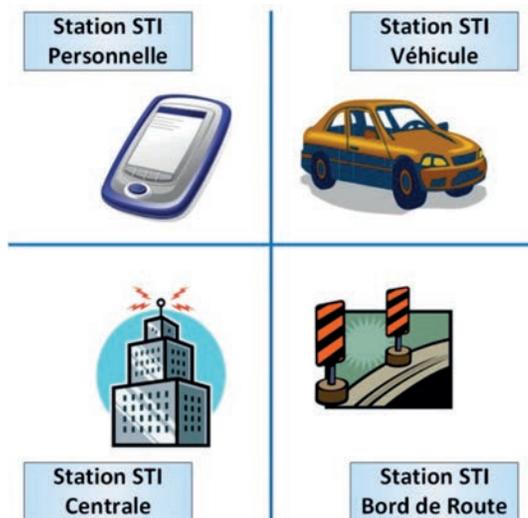


Figure 1 : Différents types de station STI

L'enjeu économique associé à ces technologies est très important. La concurrence se joue en partie au niveau de la normalisation qui, en assurant l'interopérabilité entre constructeurs, permet de favoriser certaines technologies. Les solutions et évolutions dans les STI se divisent en deux groupes : les solutions propriétaires, mises en œuvre par une entreprise en tant qu'avantage commercial pour ses clients, et les solutions normalisées, qui permettent le développement du marché et la mise en concurrence des différents constructeurs et fournisseurs de service. L'objectif des premières est de transformer un produit en norme *de facto* afin de garantir une position dominante sur le marché. Au contraire, la normalisation, lorsqu'elle est justifiée, permet l'impartialité dans l'équi-

libre et l'évolution du marché (Abdelkafi, 2018). Elle donne accès au marché aux PME, permet une amélioration des produits et de leur compatibilité, d'où une économie d'échelle, la structuration des technologies, etc. De ce fait, le périmètre des normes doit rester restreint aux spécifications de performance ou d'interface afin de ne pas freiner l'innovation.

Exemples de normes

Cette partie présente une sélection de quelques normes qui contribuent au développement du domaine des STI, ainsi que la coopération et parfois la compétition entre les différentes organisations d'élaboration des normes (OEN).

IEEE : le réseau local sans fil sans point d'accès

L'IEEE est surtout connue pour sa norme 802.11 (IEEE, 2016) qui est le fondement de la technologie Wi-Fi. En pratique, les domaines d'application de la normalisation à l'IEEE sont plus nombreux : Internet des Objets, informatique de la santé, robotique, etc. La norme 802.11 permet la mise en réseau local de périphériques sous le contrôle d'un point d'accès. Cette norme permet aussi l'établissement de liens *ad hoc* entre deux ou plusieurs nœuds (réseau maillé). Cette fonctionnalité a été reprise et développée par les constructeurs automobiles pour concevoir les STI-C sous la forme d'une variante appelée « 802.11p » ou 802.11-OCB (Outside the Context of a Basic Service Set). Cet amendement permet d'établir une communication entre des véhicules (ou stations STI) se déplaçant à grande vitesse, par une adaptation des caractéristiques techniques des communications au niveau radio, physique et lien logique. En particulier, elle compense l'effet Doppler qui peut s'avérer important, par exemple lorsqu'un véhicule en croise un autre qui roule en sens inverse.

ETSI : la coopération entre véhicules

En se fondant sur la norme 802.11-OCB, le comité ITS de l'ETSI (ETSI-ITS, 2018) a développé sous le mandat M/453 de la Commission européenne (CE, 2009) un ensemble de normes qui permet la coopération entre véhicules. Ces standards sont articulés autour d'une architecture basée sur le modèle en couches de l'ISO. Le modèle (Figure 2) est divisé en quatre couches (Wetterwald, 2015) : application, Facilities (ou services), réseau et transport (des données), accès (au réseau),

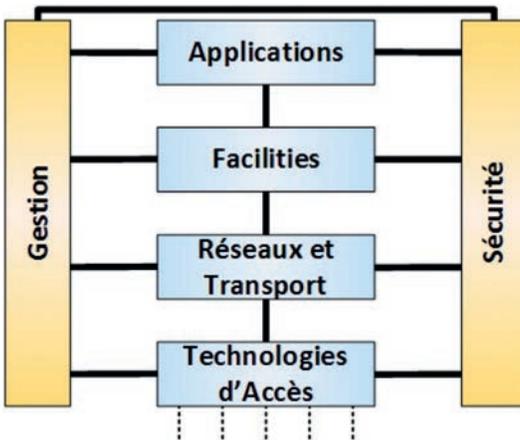


Figure 2 : Le modèle de station STI

complétées par deux entités verticales, pour la gestion de la station et la coordination entre couches, et pour la sécurité des communications. Grâce à ce modèle, des messages de conscience coopérative, de notification d'évènements, de signalisation dans le véhicule etc. sont diffusés par les stations STI et augmentent la connaissance que les véhicules et les opérateurs routiers ont de leur contexte à un instant donné.

Le modèle en couches indépendantes permet de diffuser les messages sur différents protocoles de réseau, dont le GeoNetworking (ETSI, 2014) ou le protocole IP mieux connu, ou de transporter les messages sur différents types de réseaux

d'accès. Une autre série de normes ayant un objectif similaire a aussi été développée par le CEN TC 278 WG16 en partenariat avec l'ISO TC 204 WG18. Ces deux piles de protocoles se concurrencent pour obtenir leur adoption par le marché. La première norme de réseau d'accès mise en œuvre, spécifiée à l'ETSI par les constructeurs automobiles européens principalement, est l'accès ITS-G5, profil européen de la norme 802.11-OCB. Plus récemment, les opérateurs de téléphonie mobile ont saisi l'importance de ce marché et se sont alliés aux constructeurs de puces électroniques et de produits télécom mondiaux pour proposer au 3GPP le LTE/V2X (3GPP, 2018), une norme concurrente où l'accès est géré par des réseaux mobiles dédiés basés sur la 4G. De nouveaux acteurs extérieurs internationaux ont donc rejoint la normalisation ITS de l'ETSI pour exiger une neutralité technologique qui leur permette de concurrencer la norme initiale. Leur objectif est d'utiliser aussi les fréquences radio de la bande 5,9 GHz, réservées aux STI-C pour ce service. Cela nécessitera le déploiement d'une nouvelle infrastructure, différente de celle servant la téléphonie mobile qui fonctionne à des fréquences plus basses, et alors que les deux technologies ne peuvent pas cohabiter sur la même fréquence sans se gêner mutuellement.

ISO : la mobilité urbaine

La mobilité des biens et des personnes est un domaine important pour les villes intelligentes. En 2015, la CE a émis le mandat M/546 (CE, 2016) pour demander aux OEN européennes de développer des normes pour le transport multimodal, la gestion du trafic et la logistique urbaine. Ce mandat est exécuté principalement par le CEN TC 278 WG17. Les premières normes adressent plus particulièrement les besoins d'harmonisation de la référence géographique, la qualité des systèmes de gestion du trafic et la gestion des émissions en zone urbaine. Ces normes sont en cours de développement.

CEN : l'appel d'urgence (eCall)

Le eCall est une initiative européenne dont l'objectif est d'accélérer les secours aux personnes en cas de collision. Lorsque le dispositif détecte un choc, *via* les airbags par exemple, ou en cas d'activation manuelle, il appelle directement le 112 pour obtenir des secours (Figure 3). L'appel est accompagné d'un ensemble de données sur le véhicule, sa localisation, et même les passagers ou la cargaison embarquée. L'opérateur rappelle la voiture pour communiquer avec le conducteur et évaluer sa situation.



Figure 3 : Le système eCall, d'après (CE-eCall, 2018).

Cette technologie a été normalisée par le CEN, en coopération avec le 3GPP. Les normes spécifient le fonctionnement du système, le contenu et le format de l'ensemble minimal de données (MSD) (CEN, 2015), les méthodes de transfert de l'appel vers les services d'urgence à travers le réseau cellulaire, et les tests qui permettent de valider un équipement. Cette technologie est déjà disponible depuis plusieurs années dans des véhicules haut de gamme, vendus par BMW, PSA ou Volvo, mais

il s'agit alors de solutions propriétaires qui communiquent avec une plateforme de service du constructeur. La généralisation d'un système normalisé et interopérable sur tous les nouveaux modèles à partir d'avril 2018 (UE, 2015) permettra d'offrir ce service à l'ensemble des usagers dans l'UE.

IETF : l'Internet véhiculaire

Certains véhicules peuvent déjà se connecter à Internet, notamment *via* le smartphone du conducteur, grâce à des plateformes développées par les grandes entreprises du numérique. L'IETF a donc établi un groupe de travail, appelé IPWAVE, qui étudie comment connecter les véhicules ou autres stations STI au réseau IP (Internet Protocol). Les messages des STI-C sont conçus *a priori* pour être transmis avec des protocoles de réseau plus légers et plus adaptés à la diffusion. Sur d'autres applications, le groupe IPWAVE analyse comment adapter les différentes fonctionnalités de l'IPv6 pour supporter une topologie de réseau particulièrement dynamique (impact sur la découverte des stations voisines) ainsi qu'une connectivité très brève, parfois de quelques secondes à peine : les mécanismes de configuration d'adresse doivent être simplifiés. Dans un premier temps, ce groupe de travail étudie l'état de l'art ainsi que les problématiques associées et élabore une RFC qui indique comment utiliser IPv6 sur l'accès 802.11-OCB. Ce groupe est étroitement lié à d'autres OEN comme l'ETSI, l'ISO TC 204 ou l'IEEE P1609, dont il complète les normes.

ETSI : le rail urbain automatique

L'utilisation des communications sans fil, afin de fournir aux opérateurs ferroviaires un moyen de contrôler et de gérer le trafic sur leurs réseaux, est une nécessité pour rendre ce trafic sûr et durable à l'avenir. Le système de contrôle des trains basé sur les communications (CBTC) est un système de contrôle et de commande (utilisé par exemple dans le métro) qui utilise la position du train et des communications trains-voie pour assurer la sécurité de l'exploitation des trains urbains. Ce système englobe des automatismes en bordure de voie et embarqués à bord des trains qui fournissent des fonctions de protection, d'exploitation et de supervision automatiques des trains.

Le système CBTC suit globalement la norme IEEE 1474.1 (IEEE, 2014) qui définit les règles de fonctionnement du système. Les communications sont basées sur les normes IEEE 802.11, aux fréquences 2.4 GHz ou 5.9 GHz selon le déploiement. Le comité RT (Rail Transport) de l'ETSI,

qui a aussi normalisé l'utilisation du GSM pour les trains (GSM-R), étudie actuellement leur évolution vers des technologies plus récentes ainsi que les spécifications des performances radio pour le CBTC, notamment pour la coexistence avec les STI-C.

Points complémentaires de la normalisation

Cette partie présente certains aspects importants des normes pour les STI.

Validation des normes et tests d'interopérabilité

Lors de la rédaction des normes, des prototypes sont réalisés afin de valider les spécifications. Dans le cas des STI-C, plusieurs étapes de déploiement en vraie grandeur ont été réalisées avec succès, depuis les premières démonstrations de communications véhicule à véhicule (V2V) jusqu'aux projets de déploiement pilotes incluant plusieurs milliers de véhicules, comme les projets SCOOP@F (France), Eco-AT (Autriche), ou C-ROADS (Europe). L'ETSI organise aussi régulièrement des tests d'interopérabilité. En novembre 2016, la cinquième campagne de tests a permis de démontrer la maturité des STI-C lors d'essais sur les voies d'accès du port de Livourne, en Italie (ETSI-CTI, 2016). Des cas d'usage comme la signalisation de voies rétrécies, la violation d'un feu rouge, l'avertissement de risque de collision (Figure 4) ont été mis en œuvre par 25 constructeurs d'équipement et 6 fournisseurs de solutions de test. Les normes LTE/V2X n'étant pas encore développées, ces tests ont été réalisés avec des équipements aux normes ITS-G5. La prochaine campagne de tests, prévue en février 2019, se concentrera plutôt sur l'interopérabilité des mécanismes de sécurité : obtention des certificats et anonymisation des véhicules pour éviter leur traçage.

Harmonisation internationale



Figure 4 : Avertissement de risque de collision

De nombreux OEN ont des groupes de normalisation dédiés aux STI. Aux États-Unis, l'IEEE P1609 aussi a défini un ensemble de protocoles pour les STI-C, en collaboration avec le SAE (Society of Automotive Engineers). De nombreuses zones pilotes (New York, Wyoming, etc.) ont été déployées avec un nombre important de véhicules. Depuis 2009, un accord de partenariat EU-US, géré avec l'USDOT (DOT, 2018) et étendu depuis à d'autres pays comme le Japon ou l'Australie, a permis l'harmonisation du format des données transportées dans les messages. Un groupe de travail, le HTG7 (Harmonization Task Group 7), analyse les normes dans les différentes régions du globe pour identifier les manques, différences et doublons.

Échange de données et sémantique

Les STI-C permettent l'échange de messages véhiculant des données statiques et dynamiques sur le véhicule et l'infrastructure routière. Cependant, la valeur brute d'une donnée n'est pas suffisante

pour son utilisation dans le système. Il faut l'associer à une sémantique, c'est-à-dire à un ensemble de métadonnées telles que le type de donnée, l'unité de mesure, l'échelle de valeurs, etc. Il est donc important de définir une sémantique et un schéma de données communs pour les données émises par les entités STI-C et les données transférées par l'infrastructure routière, qui applique ses propres normes (CEN:DATEX II, CENELEC:RDS-TMC). Afin de permettre l'interopérabilité des plateformes provenant des différents constructeurs, les normes sont écrites en utilisant des langages formels. Par exemple, pour les STI-C, les données sont définies dans un dictionnaire de données (ETSI, 2018) qui réutilise aussi les normes de l'infrastructure. L'interopérabilité sémantique des données entre le secteur de la mobilité et des véhicules, et d'autres secteurs verticaux comme les villes intelligentes ou l'agriculture, est en cours de définition à l'ETSI.

Le partage du spectre entre les différents usages

Une bande autour des fréquences 5,8-5,9 GHz a été attribuée aux applications STI par la décision ECC(08)01, avec certaines sous-bandes réservées à la sécurité routière par la décision 2008/671/EC (Figure 5). Cette bande hors licence est utilisée pour de nombreux usages : applications STI, extension du Wi-Fi large bande, systèmes de télépéage, rail urbain ou pour les satellites. La coexistence entre les différentes applications nécessite des mécanismes de protection des accès réseaux afin d'éviter une dégradation des performances mettant en péril les STI et la sécurité des personnes. Lorsqu'une station Wi-Fi détecte une station STI, elle libère la bande de fréquence et en utilise une autre. La norme ETSI TS 102 792 (ETSI, 2015) protège les zones de péage grâce à une balise STI-C qui oblige les véhicules à réduire leur puissance d'émission. Des travaux sont en cours pour définir un mécanisme similaire permettant une protection mutuelle entre le rail urbain et les STI-C. Le problème est plus délicat pour la cohabitation entre les technologies d'accès ITS-G5 et LTE/V2X. L'accès cellulaire prévoit d'utiliser les mêmes fréquences que l'ITS-G5 pour les mêmes cas d'usage, générant un risque de brouillage mutuel, ce qui serait contre-productif.

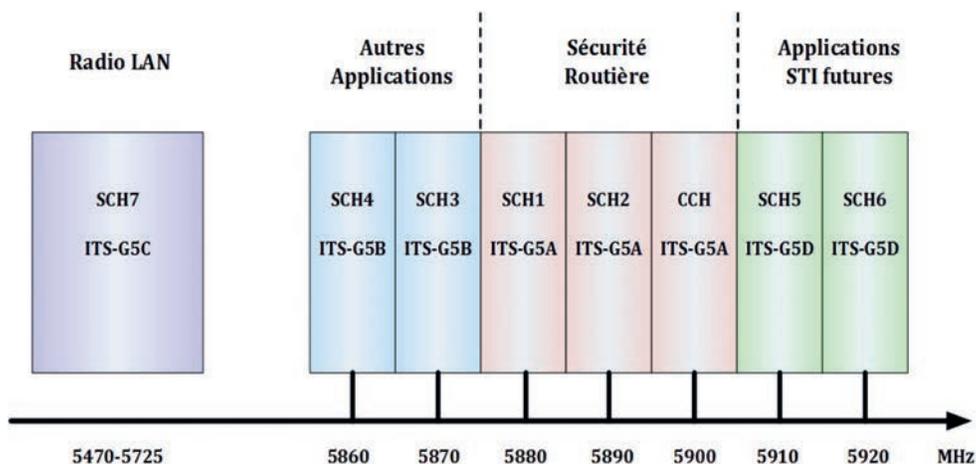


Figure 5 : Spectre de fréquences allouées en Europe.

Conclusion : le support du cadre législatif

La numérisation des transports est en cours et constitue l'une des prochaines grandes révolutions de notre société, avec des applications très nombreuses et variées et un enjeu économique considérable. Ces nouvelles technologies sont actuellement normalisées par de nombreux OEN, reflétant la dynamique des différents acteurs pour accéder à ce marché. La normalisation elle-même fait

l'objet d'une concurrence active entre les différents groupes de travail, sans qu'un consensus clair, basé sur des critères d'efficacité technique, puisse se dégager dans certains cas. Des considérations régionales, commerciales ou politiques entrent alors en jeu dans les choix, parfois confirmés par le cadre législatif. La norme eCall en est un bon exemple : elle doit son déploiement à une volonté politique obligeant légalement les constructeurs à installer ce système dans tous les nouveaux véhicules. De telles décisions et règlements ont la capacité de permettre à court terme de renforcer la sécurité des personnes et des biens grâce aux STI et de préserver des vies lorsque l'intérêt commercial des différents acteurs ne permet pas de le faire.

Bibliographie

3GPP (2018), *Architecture enhancements for V2X services* (Release 14), TS 23.285.

ABDELKAFI N. *et al.* (2018), *Understanding ICT standardization: principles and practice*, ETSI, <http://www.etsi.org/standardization-education>

COMMISSION EUROPÉENNE (2008), *Commission Decision 2008/671/EC of 5 August on the harmonised use of radio spectrum in the 5875-5905 MHz frequency band for safety related application of Intelligent Transport Systems (ITS)*.

COMMISSION EUROPÉENNE (2009), *Mandat de normalisation M/453 adressé au CEN, au CENELEC et à l'ETSI dans le domaine des technologies de l'information et de la communication en appui à l'interopérabilité des systèmes coopératifs pour le transport intelligent dans la communauté européenne*.

COMMISSION EUROPÉENNE (2016), *Mandat de normalisation M/546. Demande de normalisation adressée aux organismes européens de normalisation en ce qui concerne les systèmes de transport intelligents (STI) dans les zones urbaines, à l'appui de la directive 2010/40/UE du Parlement européen et du Conseil du 7 juillet 2010 concernant le cadre pour le déploiement de systèmes de transport intelligents dans le domaine du transport routier et d'interfaces avec d'autres modes de transport*.

COMMISSION EUROPÉENNE (2018), *Mobility and Transport, Transport modes*, https://ec.europa.eu/transport/modes_en

COMMISSION EUROPÉENNE (2018), *The interoperable EU-wide eCall*, https://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/ecall_en

CEN (2015), *Systèmes de transport intelligents - ESafety - Ensemble minimal de données (MSD) pour l'eCall*, EN 15722:2015.

US-DOT (2018), *Page ITS du DOT (Department of Transport) américain*, <https://www.its.dot.gov/index.htm>.

ECC (2015), *ECC Decision of 14 March 2008 on the harmonised use of the 5875-5925 frequency band for Intelligent Transport Systems (ITS), approved 14 March 2008 and amended 3 July 2015*, ECC Decision (08)01.

ETSI (2010), *Intelligent Transport Systems (ITS) – Communications architecture*, EN 302 665.

ETSI (2014), *Intelligent Transport Systems (ITS) – Vehicular Communications – GeoNetworking – Part 4: Geographical addressing and forwarding for point-to-point and point-to-multipoint communications – Sub-part 1: Media-independent functionality*, EN 302 636-4-1.

ETSI (2015), *Intelligent Transport Systems (ITS); Mitigation techniques to avoid interference between European CEN Dedicated Short Range Communication (CEN DSRC) equipment and*

Intelligent Transport Systems (ITS) operating in the 5 GHz frequency range, TS 102 792.

ETSI (2018), *Intelligent Transport Systems (ITS); Users and applications requirements; Part 2: Applications and facilities layer common data dictionary*, TS 102 894-2.

ETSI CTI (2016). *5th ITS Cooperative Mobility Services Plugtests Report*; Livorno, IT, 9 - 18 November 2016.

ETSI ITS (2018), *page de l'ETSI ITS*, <http://www.etsi.org/index.php/technologies-clusters/technologies/intelligent-transport>.

IEEE (2004), *IEEE Standard for Communications-Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirements*, IEEE 1474.1-2004.

IEEE (2016), *IEEE Standard for Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*, IEEE 802.11-2016.

UNION EUROPÉENNE (2008), *Plan d'action pour le déploiement de systèmes de transport intelligents en Europe*, Communication de la Commission COM/2008/0886.

UNION EUROPÉENNE (2015), *Règlement (UE) 2015/758 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2015 concernant les exigences en matière de réception par type pour le déploiement du système eCall embarqué fondé sur le service 112 et modifiant la directive 2007/46/CE*.

WETTERWALD M. (2015), *Les normes européennes dans les STI coopératifs*, Dossier n°TRP1007, Base Documentaire : Technologies Avancées et Système de Transport, Les Techniques de l'Ingénieur.

Le EPUB ⁽¹⁾ dans l'édition numérique, une norme et son adoption en évolution

Par Chloé GIRARD

Université Paris Nanterre

Depuis 2008, le Centre national du Livre (CNL) subventionne les éditeurs pour la « numérisation rétrospective et la diffusion numérique de documents sous droits ». En 2012, considérant que les éditeurs s'étaient équipés de chaînes de fabrication de leurs ouvrages en EPUB/XML, le CNL fixe au 31 décembre 2011 la date limite de publication des ouvrages éligibles au-delà de laquelle la subvention pour rétro-conversion baisse ou ne s'applique pas. Jusque-là facultative, en 2014, la production de « EPUB selon les standards en vigueur » est exigée. En avril 2015 la limite de publication pour les ouvrages éligibles est repoussée au 31 décembre 2014, « date fixe et définitive ». Cette limite n'a pas été réévaluée depuis. Peut-on en conclure que le EPUB, normalisé en 2007, est en effet largement adopté et produit par les éditeurs français depuis 2014 ?

Des taux d'adoption très différents selon les catégories d'éditeurs

Un rapide calcul montre qu'en 2017 moins de 20 % des nouveautés papier étaient produites en format numérique. Le nombre de nouveautés numériques recensées en 2017 était de 22 720. Il faut retrancher à ce chiffre les 6 624 références ⁽²⁾ qui relèvent de la rétro-conversion de livres subventionnée par le CNL cette même année ⁽³⁾. Nous avons alors, en 2017, 16 096 nouveautés numériques pour 81 263 nouveautés papier, soit 19,8 %. Mais il faut encore détailler ce chiffre. Les grands groupes français d'édition déclarent produire nativement du EPUB3 pour toutes leurs nouveautés. Si l'on reste très prudents en ramenant cette affirmation au seul « noir », c'est-à-dire en excluant les livres graphiques et beaux-livres, et que l'on retranche ces nouveautés EPUB, au total on arrive au maximum à un taux de production numérique pour les autres éditeurs de l'ordre de 7 %. Et ceci tous formats confondus car nous ne connaissons pas le détail de ce qui se trouve derrière le terme « livre numérique » dans les études du ministère de la Culture et de la Communication (MCC). On peut en conclure que l'adoption de la norme EPUB par les éditeurs est réelle en ce qui concerne les éditeurs appartenant à un groupe alors qu'elle est faible voire nulle chez les éditeurs indépendants, dont on sait qu'ils sont une myriade de petits éditeurs. Aucune étude n'existe à ce jour sur ce taux réel d'adoption dans la fabrication native.

Une norme en évolution constante

Le EPUB a été développé dans le courant des années 2000 pour répondre au besoin de lecture sur des écrans diversifiés. Alors que le PDF présente une composition fixe peu adaptée à la lecture sur des écrans de petite taille, le EPUB est un format en flux (*reflowable*). Comme c'est le cas pour une page web, la mise en page du texte se recompose en fonction des paramètres de l'appareil

(1) EPUB pour *electronic publication*.

(2) Ministère de la Culture. Direction générale des médias et des industries culturelles, Service du livre et de la lecture (2018), *Chiffres-clés du secteur du livre 2016-2017*, 14 mars. <http://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Livre-et-Lecture/Documentation/Publications/Chiffres-cles-du-secteur-du-livre/Chiffres-cles-du-secteur-du-livre-2016-2017>.

(3) Centre national du Livre (2018), *Bilan des aides 2017*, p. 208. http://www.centrenationaldulivre.fr/en/ressources/rapports_d_activites/.

de lecture et des préférences du lecteur, notamment la taille de l'écran ou les police et taille de caractères. Or les années 2000 sont celles qui voient s'installer sur le marché les premières « liseuses » à encre électronique⁽⁴⁾. Ces liseuses sont alors des machines non connectées, avec des moteurs de rendu peu puissants dont la technologie force consiste dans l'écran à encre électronique. La concomitance de l'émergence de ces deux objets, EPUB et liseuse, n'est pas un hasard. Le premier répond au besoin des secondes. Le EPUB est alors un mini-site internet empaqueté, dépourvu de tout script informatique. Il n'accepte aucun comportement, tels que des menus déroulants ou des pop-ups, ni mise en page élaborée qui fait pourtant l'art de la composition éditoriale : espaces insécables, positionnement des éléments les uns par rapport aux autres, coupe des mots en fin de phrase, veuves et orphelines, encarts, ni même la justification gauche-droite du texte. Ce format, qui tout d'abord braque de nombreux éditeurs et lecteurs, est porté par le *International digital publishing forum* (IDPF), issu en 2005 de l'*Open EBook Forum* (OEBF, 1999). L'IDPF est constitué d'éditeurs et d'industriels parmi lesquels certains géants tels que Microsoft, Google, Apple, Adobe ou Barnes & Noble. Il normalise officiellement le format EPUB en 2007.

Nous avons alors un format assez pauvre, si on le compare au Html web, mais qui présente les avantages suivants :

- Il répond aux contraintes techniques de l'industrie émergente des liseuses ;
- C'est un format ouvert pour lequel tous les acteurs peuvent donc développer des logiciels de production comme de lecture ;
- Il permet de produire des exemplaires détachables du web et ainsi d'alimenter un marché du livre numérique au détail, à l'exemplaire, sur le modèle du livre papier ;
- Il peut être verrouillé, au moyen de *digital rights management* (DRM) afin d'éviter la copie non autorisée (ce qui est alors également possible avec le PDF) ;
- Par rapport à un site web, il répond spécifiquement aux besoins de l'ordre de discours « livre » en ce qu'il offre :
 - un ordre de lecture,
 - une navigation afférente,
 - une liste complète des ressources constitutives du livre.

À ce point reste la question de la mise en page pour le moins aléatoire. Mais les années 2010 voient l'apparition des premières tablettes connectées, équivalents d'ordinateurs ultraportables. Alors, notamment pour la presse magazine, les livres graphiques ou jeunesse, Apple spécifie pour ses iPad le EPUB *fixed-layout*, soit « à cadre fixe ». Cette technologie consiste à fixer les dimensions du document EPUB, en hauteur et largeur, ce qui permet de placer au pixel près les éléments de contenu, texte et images. Alors que le EPUB, à l'instar de la page Html, sortait de la culture de l'imprimé, le EPUB *fixed-layout* y retourne. Ce format est volontiers comparé au PDF, avec les désavantages qui lui incombent notamment sur des écrans de petite taille : il n'est plus question dans ce format d'adapter le texte à ses préférences car le cadre se trouve imposé aux écrans de toutes les tablettes. Il répond cependant à un besoin et sera normalisé par l'IDPF en 2012 dans la spécification EPUB3 qui y précise les spécifications *Apple Fixed-Layout*.⁽⁵⁾

Les grands acteurs de la distribution de eBooks, en particulier Apple et Amazon, ont un impact fort sur le EPUB et son marché. Leurs librairies liées (Amazon/Kindle, Apple iBookstore/iPAD, Fnac/Kobo) n'acceptent comme format que le EPUB qui se trouve converti dans leurs propres formats fermés (.ibooks et .mobi/.azw) encryptés et augmentés de données propriétaires de manière à ce qu'ils ne puissent être lus sur d'autres applications ou appareils que les leurs, créant ainsi des marchés verticaux appareils-contenus. Sous peine de perdre ces marchés importants (29 % des

(4) Sony Librié en 2004, Cybook Gen3 de Bookeen en 2007.

(5) IDPF (2012), *EPUB 3 Fixed Layout Documents*, 13 mars, <http://www.idpf.org/EPUB/fxl/>.

achats en France), les éditeurs doivent produire un EPUB valide relativement aux spécifications de l'IDPF mais répondant également aux spécifications impératives ou recommandées par ces géants de la distribution, spécifications qui évoluent régulièrement et peuvent concerner aussi bien la taille des images que l'ajout d'une métadonnée *ad hoc*⁽⁶⁾.

Le EPUB a connu plusieurs spécifications, la dernière en date étant la 3.1, approuvée le 5 janvier 2017 par le *EPUB Working Group Charter*⁽⁷⁾. Les appareils de lecture ont considérablement évolué, les tablettes, smartphones et ordinateurs portables captent aujourd'hui la plus grande partie des pratiques de lecture de livres numériques, la liseuse n'arrivant qu'en 4^e place⁽⁸⁾. Le format inclus aujourd'hui Javascript, Html5, et CSS3, soit les derniers standards du web, et permet un rendu de plus en plus enrichi et graphique : vocalisation de l'écrit (*Text-to-speech*), accessibilité aux personnes en situation de handicap, etc. Comme l'exprime l'équipe de l'IDPF dans un post non daté, « *EPUB can, in principle, represent anything that you might deliver via an HTML5 website as long as the core content assets (HTML and CSS files, images and other media) can be determined in advance so that they can be stored in the .EPUB file* »⁽⁹⁾. On assiste en effet à la convergence entre EPUB et web. Logiquement, le 30 janvier 2017, l'IDPF fusionne avec le consortium W3C, en charge du développement des standards du web, et son *Publishing working group* créé le 12 juin 2017⁽¹⁰⁾. Les questions relatives à la norme EPUB sont dorénavant discutées au sein du *EPUB3 Community Group*⁽¹¹⁾. Le EPUB est destiné à devenir un « type de publication web »⁽¹²⁾, un Html acceptant un vocabulaire métier, une sémantique « ordre de discours », une forme de DTD « livre ». La convergence est destinée à se résoudre dans une version 4 du EPUB, « tout en maintenant le EPUB3 autour duquel de nombreux écosystèmes commerciaux et de production sont organisés ». Fin 2018, le EPUB3 reste la norme d'actualité et les spécifications du EPUB3.2 sont sur le point d'être finalisées⁽¹³⁾.

Ce rapide historique de l'évolution de la norme EPUB donne des indices quant aux raisons de la non-adoption du format par les éditeurs indépendants.

Fabrication, pérennité et maintenance

À la fin des années 2000, outre les questions de mise en page, auxquelles la norme actuelle EPUB3 répond bien, de nombreux éditeurs, peu technophiles par nature, hésitaient à adopter un format dont ils ne savaient pas s'il serait le « bon », c'est-à-dire s'il serait pérenne. Se lancer alors dans l'aventure pouvait sembler périlleux. En douze ans, le EPUB est passé de la norme 2 à 3 puis bientôt à 4. Lors de la sortie du EPUB3, avait été annoncé le maintien parallèle du EPUB2, les deux normes évoluant en parallèle, l'une répondant aux besoins du livre augmenté, l'autre à ceux du livre homothétique. On sait aujourd'hui qu'il n'en est rien. L'impératif actuel est de produire du EPUB3 dans tous les cas et l'on peut envisager à plus ou moins court terme l'obsolescence du catalogue de EPUB2 déjà produit, soit la plus grande partie du catalogue existant. Un certain nombre

(6) *Apple Books Asset Guide 5.2.9*. <https://help.apple.com/itc/booksassetguide/en.lproj/static.html>. Consulté le 12 décembre 2018.

(7) EPUB 3.1. *Recommended Specification*, 5 janvier 2017, <http://www.idpf.org/EPUB/31/spec/EPUB-spec.html>

(8) Société Française des Intérêts des Auteurs de l'Écrit (2018), *Baromètre sur les usages du livre numérique SOFIA/SNE/SGDL*, <https://www.sne.fr/actu/barometre-sur-les-usages-du-livre-numerique-sofiasnesgdl-2018/>.

(9) « What Kind of Content Is EPUB Useful For? » EPUB Zone, <https://www.EPUBzone.org/EPUB-3-overview/what-kind-of-content-is-EPUB-useful-for/>. Consulté le 12 décembre 2018.

(10) « Publishing WG Charter », <https://www.w3.org/2017/04/publ-wg-charter/>. Consulté le 12 décembre 2018.

(11) EPUB 3 Community Group, « Participants in the EPUB 3 Community Group », <https://www.w3.org/community/EPUB3/participants>. Consulté le 12 décembre 2018.

(12) KASDORF B., « The Importance of EPUB and the Need for EPUB 4 ». W3C on GitHub, https://w3c.github.io/publ-bg/docs/EPUB4_business_case.html. Consulté le 12 décembre 2018.

(13) « EPUB Content Documents 3.2 ». W3C on GitHub, 5 décembre 2018, <https://w3c.github.io/publ-EPUB-revision/EPUB32/spec/EPUB-contentdocs.html>.

d'éditeurs investissent déjà dans la conversion de leur catalogue EPUB2 vers EPUB3. De la même façon, on peut nourrir quelques doutes quant au maintien du EPUB3 à l'avenir. Il faudra certainement en financer également la conversion vers EPUB4. Le passage de l'imprimé au numérique, c'est aussi le passage de la conservation à la maintenance.

La culture XML/EPUB acquise durant ces 12 années montre que cette maintenance est impérative mais également accessible. Elle consiste dans l'ajustement des outils de composition, que celle-ci soit externalisée ou non, et la re-production de leur catalogue complet dans la dernière norme en vigueur. Les éditeurs sont aujourd'hui fixés sur ces points techniques. Sur le plan économique, si de nombreux compositeurs produisent aujourd'hui nativement les formats PDF, XML et EPUB pour un prix proche de celui de la composition PDF seule et avec un code de qualité – ce qui ne fut pas toujours le cas –, il reste à évaluer le coût que représentera la maintenance. Si l'on veut arriver à une adoption large de la norme, ce coût devra peut-être à l'avenir faire l'objet d'une subvention, en plus d'une extension de la date limite pour la rétro-conversion du catalogue des éditeurs encore prudents aujourd'hui.

Restera la question de la migration des processus de fabrication, dont on sait les barrières autres qu'économiques : temps de recherche de nouveaux partenaires de travail, exclusion éventuelle de partenaires historiques, adaptation des outils internes pour la préparation des données et métadonnées, intégration d'une double vérification d'épreuves, papier et numériques, mise en place de la distribution numérique, etc. Chacune de ces tâches représente un coût non négligeable pour de petits éditeurs, coût autant humain, qu'en temps et formation, que l'intégration dans un grand groupe a tendance à effacer. Cependant, alors que le CNL là encore propose depuis 2015 une aide aux « Éditeurs indépendants pour la production de livres numériques »⁽¹⁴⁾, celle-ci n'a pas vraiment eu de succès puisque seules cinq maisons y ont eu recours. Est-ce à dire que la composition est externalisée, ou tend plutôt à s'externaliser ? Actuellement le paysage de la fabrication numérique présente différents cas de figure. Certains éditeurs n'ont procédé à aucun changement dans leur processus de fabrication mais ont ajouté en aval la production par un prestataire spécialisé de EPUB et XML à partir de la source PDF. Les autres livrent toujours des fichiers bureautiques, spécifiquement préparés ou non, à un compositeur multi-formats. Ceux-ci, pour la plupart, semblent avoir trouvé leurs marques dans cette migration de l'approche graphique des contenus vers une approche balisée aux rendus différentiels. Les compositeurs traditionnels ont eux-mêmes dû s'adapter, devenir en quelque sorte *webmasters*, mais peuvent aujourd'hui être des partenaires de confiance.

Un marché encore incertain

Enfin, au-delà des barrières à la mise en œuvre technique, quels sont les moteurs favorisant cette migration ? On peut encore douter des avantages à investir le marché du livre numérique. En France, il démarre en 2009 avec 0,5 % de part de marché, pour atteindre 5,7 % en 2014 et 8,3 % en 2016-2017⁽¹⁵⁾. Ces chiffres ne distinguent pas EPUB, PDF, bouquets de textes en ligne et livres audio dont le marché semble en explosion⁽¹⁶⁾ et l'on sait qu'en 2016, les lecteurs de livres numériques

(14) La précision « indépendants » apparaît dans le menu du site du CNL mais ne se retrouve pas dans le descriptif de la subvention. *Aides aux éditeurs indépendants souhaitant s'engager dans le numérique* - Site internet du Centre national du Livre, consulté le 14 décembre 2018 : <http://www.centrenationaldulivre.fr/en/numerique/presentation/aides-aux-diteurs-ind-pendants-souhaitant-s-engager-dans-le-num-rique/>

(15) Ministère de la Culture, Direction générale des médias et des industries culturelles, Service du livre et de la lecture (2011), *Chiffres-clés du secteur du livre 2009-2010*, 15 mars, http://www.culture.gouv.fr/content/download/19232/164647/version/1/file/Chiffres-cles_Livre_2009-2010.pdf.

(16) Près de 2 français sur 10 auraient déjà écouté un livre audio, « Le livre audio, une nouvelle dimension au plaisir de lire ». Syndicat national de l'Édition, <https://www.sne.fr/actu/le-livre-audio-une-nouvelle-dimension-au-plaisir-de-lire/>. Consulté le 12 décembre 2018.

plébiscitaient « les formats standards : le PDF à 43 % et l'EPUB à 28 % (+10 %) ⁽¹⁷⁾ », le PDF restant donc majoritairement apprécié. Là encore, nous n'avons pas de données permettant de connaître les parts respectives des différents formats mais l'on peut dire qu'en 2018, la part réelle des ventes EPUB dans le chiffre d'affaires des éditeurs français est globalement faible voire très faible.

Conclusion

En somme, l'étude de l'adoption de la norme EPUB par les éditeurs français demande de la prudence. Aucune étude détaillée n'existe quant à ce format spécifique par rapport à d'autres formes numériques mais nous savons qu'une telle étude devrait impérativement distinguer groupes éditoriaux et éditeurs indépendants. Les formats EPUB et XML consistent en une migration technologique qui rompt avec les processus métier historiques et avec la logique graphique jusque-là souveraine. On peut considérer les douze années passées comme celles qui auront permis de lever quelques doutes, quant à la typographie, et d'en confirmer certains, quant à l'évolution du format et sa nécessaire maintenance ou quant à l'opportunité du marché. Mais ces années sont aussi celles d'une acculturation numérique des acteurs de la chaîne du livre. Cette culture du code et de l'évolution de l'informatique confirme que l'adoption pleine par l'édition indépendante de la norme EPUB demandera encore du temps et des aides prolongées ou nouvelles, notamment pour l'évolution des catalogues numériques conjointement à l'évolution de la norme elle-même.

Bibliographie

Amazon.fr Aide : Service de documents personnels Kindle. Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.amazon.fr/gp/help/customer/display.html?nodeId=200767340>

Apple Books Asset Guide 5.2.9. Consulté le 12 décembre 2018, <https://help.apple.com/itc/booksassetguide/en.lproj/static.html>

CENTRE NATIONAL DU LIVRE (2018), *Bilan des aides 2017* (p. 208). http://www.centrenationaldulivre.fr/en/ressources/rapports_d_activites/

CENTRE NATIONAL DU LIVRE, *Aides aux éditeurs indépendants souhaitant s'engager dans le numérique*. Consulté le 12 décembre 2018, <http://www.centrenationaldulivre.fr/en/numerique/presentation/aides-aux--diteurs-ind-pendants-souhaitant-s-engager-dans-le-num-rique/>

MINISTERE DE LA CULTURE, Direction Générale des médias et des industries culturelles, Service du Livre et de la Lecture (2011), *Chiffres-clés du secteur du livre 2009-2010*, http://www.culture.gouv.fr/content/download/19232/164647/version/1/file/Chiffres-cles_Livre_2009-2010.pdf

MINISTERE DE LA CULTURE, Direction Générale des Médias et des Industries culturelles, Service du Livre et de la Lecture (2018), *Chiffres-clés du secteur du livre 2016-2017*, <http://www.culture.gouv.fr/Thematiques/Livre-et-Lecture/Documentation/Publications/Chiffres-cles-du-secteur-du-livre/Chiffres-cles-du-secteur-du-livre-2016-2017>

EPUB 3 Community Group. Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.w3.org/publishing/groups/EPUB3-cg/>

EPUB 3 Fixed Layout Documents (2012). Consulté le 12 décembre 2018, <http://www.idpf.org/EPUB/fxl/>

(17) Société française des Intérêts des Auteurs de l'écrit (2017), *Baromètre sur les usages du livre numérique SOFIA/SNE/SGDL 2017*, <https://www.sne.fr/actu/barometre-sur-les-usages-du-livre-numerique-sofiasnesgdl-2018/>.

- EPUB 3.1.* (2017). Consulté le 12 décembre 2018, <http://www.idpf.org/EPUB/31/spec/EPUB-spec.html>
- EPUB Content Documents 3.2.* (2018). Consulté le 12 décembre 2018, <https://w3c.github.io/publ-EPUB-revision/EPUB32/spec/EPUB-contentdocs.html>
- KASDORF B. (1998), “SGML and PDF: Why We Need Both”. *Journal of Electronic Publishing*, 3(4). <https://doi.org/10.3998/3336451.0003.406>
- KASDORF B. *The Importance of EPUB and the Need for EPUB 4.* Consulté le 12 décembre 2018, https://w3c.github.io/publ-bg/docs/EPUB4_business_case.html
- Le livre audio, une nouvelle dimension au plaisir de lire.* Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.sne.fr/actu/le-livre-audio-une-nouvelle-dimension-au-plaisir-de-lire/>
- Lizzie.* Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.lizzie.audio/>
- Participants in the EPUB 3 Community Group.* Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.w3.org/community/EPUB3/participants>
- Publishing WG Charter.* Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.w3.org/2017/04/publ-wg-charter/>
- Société Française des Intérêts des Auteurs de l’écrit (2017), *Baromètre sur les usages du livre numérique SOFIA/SNE/SGDL 2017.* <https://www.sne.fr/actu/barometre-sur-les-usages-du-livre-numerique-sofiasnesgdl-2018/>
- Société Française des Intérêts des Auteurs de l’écrit (2018), *Baromètre sur les usages du livre numérique SOFIA/SNE/SGDL 2018.* <https://www.sne.fr/actu/barometre-sur-les-usages-du-livre-numerique-sofiasnesgdl-2018/>
- Subvention aux Éditeurs pour la numérisation rétrospective et la diffusion numérique de documents sous droits.* Consulté le 12 décembre 2018, http://www.centrenationaldulivre.fr/fr/numerique/presentation/on_pour_la_numerisation_retrospective_et_la_diffusion_numerique_de_documents_sous_droits/
- Understanding EPUB 3.* Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.EPUBzone.org/EPUB-3-overview/understanding-EPUB-3/>
- What Kind of Content is EPUB useful for?* Consulté le 12 décembre 2018, <https://www.EPUBzone.org/EPUB-3-overview/what-kind-of-content-is-EPUB-useful-for/>

Les normes pour l'accessibilité numérique

Par Armony ALTINIER
Présidente de Koena

L'accessibilité numérique signifie que les sites web, outils et technologies sont conçus et développés pour que les personnes handicapées puissent les utiliser. Plus précisément, que les personnes puissent : percevoir, comprendre, naviguer, interagir et contribuer. L'accessibilité numérique concerne tous les types de handicap qui affectent l'accès au numérique, et bénéficie aussi à d'autres, notamment les seniors dont les capacités peuvent être altérées par l'âge ⁽¹⁾. Alors qu'un mouvement se développe autour des « handitechs » ⁽²⁾ pour soutenir le développement de technologies innovantes visant à faciliter la vie des personnes handicapées, l'accessibilité numérique ne consiste pas, dans son sens normatif, à créer de nouvelles technologies. Il s'agit de respecter des standards techniques permettant de rendre les sites web et les outils numériques compatibles avec l'accessibilité, y compris les technologies d'assistance actuelles et futures. Le respect des règles d'accessibilité est donc au fondement de cette interopérabilité indispensable à une approche inclusive des technologies. Pourtant, alors que des standards existent, ils sont encore rarement connus et appliqués ⁽³⁾. À l'heure du tout numérique, où nombre de services disparaissent du monde physique ⁽⁴⁾, le manque d'accessibilité crée de l'exclusion et de nouvelles discriminations ⁽⁵⁾. Un renforcement des obligations légales vise à renverser la tendance, avec une loi votée le 30 juillet 2018 ⁽⁶⁾ pour transposer une directive européenne ⁽⁷⁾, prévoyant des amendes annuelles jusqu'à 25 000 euros. Un nouveau standard européen ⁽⁸⁾ devient ainsi la référence. Mais bien que l'existence de ces normes soit une chance, seule une mise en pratique avisée peut permettre d'instaurer une conception non excluante des technologies.

(1) Web Accessibility Initiative, 2018 : <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/#what>

(2) Voir l'association La HandiTech et le trophée du même nom : <https://www.lahanditech.fr/#handitech>

(3) Voir les études de BrailleNet (2014), indiquant que moins de 4 % des sites publics avaient entamé une démarche d'accessibilité : <http://www.brailletnet.org/accessibilite-numerique/publications-brailletnet/#sites%20Web>, et de la Fédération des aveugles de France (2017) indiquant que 66 % des utilisateurs de lecteur d'écran considéraient que l'accessibilité n'avait pas progressé, voire avait régressé en 2017 : <https://www.aveuglesdefrance.org/actualites/resultats-de-la-deuxieme-enquete-internationale-sur-lusage-des-technologies-dassistance>

(4) C'est le cas par exemple du service de carte grise, de la déclaration des impôts ou de la possibilité de candidater à certaines offres d'emploi.

(5) Voir l'article de *La Voix du Nord*, « Aveugle, il perd son emploi à la MDPH à cause d'un logiciel inadapté » www.lavoixdunord.fr/archive/recup/region/villeneuve-d-ascq-aveugle-il-perd-son-emploi-a-la-mdph-ia28b50417n3304473 ainsi que la décision du 10/02/2017 présentée sur le site du Défenseur des droits : « Discriminations : accessibilité des logiciels utilisés par les agents publics, des administrations encore en défaut » : <https://www.defenseurdesdroits.fr/fr/a-la-une/2017/02/discriminations-accessibilite-des-logiciels-utilises-par-les-agents-publics-des>

(6) Article 80 de la loi pour la Liberté de choisir son avenir professionnel, publiée le 5 septembre 2018, à retrouver sur Légifrance : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=431D4DC2306588E9ACA5D302DCE7B6EA.tplgfr43s_1?cidTexte=JORFTEXT000037367660&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&iJO=JORFCONT000037367657#JORFARTI000037367812

(7) Directive (UE) 2016/2102 du Parlement européen et du Conseil du 26 octobre 2016 relative à l'accessibilité des sites internet et des applications mobiles des organismes du secteur public : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32016L2102>

(8) Standard EN 301 549 "Accessibility requirements suitable for public procurement of ICT products and services in Europe" : <http://mandate376.standards.eu/standard>

Normes et standards : sur le Web et au-delà

Les standards du W3C et le standard européen EN 301 549

Le premier objectif du consortium W3C qui crée les standards du Web est l'universalité : « La valeur sociale du Web réside dans le fait qu'il permet la communication entre humains, le commerce et offre des opportunités pour partager le savoir. Un des objectifs premiers du W3C est de mettre ces bénéfices à la disposition de tous les peuples, quel[le]s que soient [...] leurs aptitudes physiques ou mentales. »⁽⁹⁾. Au sein du W3C, un groupe de travail dédié, la Web Accessibility Initiative⁽¹⁰⁾ (WAI), a édicté un ensemble de règles pour permettre la prise en compte de l'accessibilité numérique :

1. les *User Agent Accessibility Guidelines*⁽¹¹⁾ (UAAG) à destination des fabricants de navigateurs et de technologies d'assistance notamment ;
2. les *Authoring Tools Accessibility Guidelines*⁽¹²⁾ (ATAG) pour les éditeurs de logiciels d'édition, tels que les CMS par exemple ;
3. les *Web Content Accessibility Guidelines*⁽¹³⁾ (WCAG) pour les développeurs d'interface et toute personne amenée à créer des contenus sur le Web. Les règles WCAG font l'objet d'une reconnaissance légale au niveau de l'Union européenne et sont désormais intégrées dans le standard européen EN 301 549.

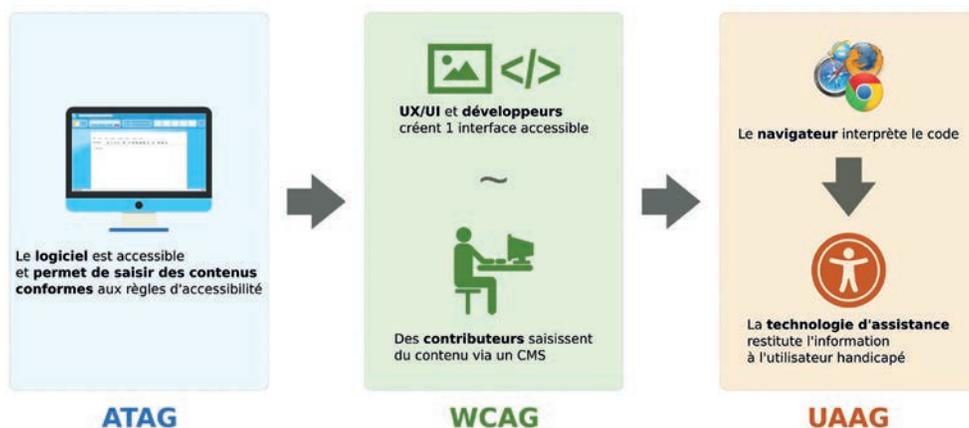


Figure 1 : ATAG, WCAG, UAAG, par Armony Altinier sous licence CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons

Les WCAG dans leur version 2.1 publiée le 5 juin 2018⁽¹⁴⁾ reposent sur 4 principes, déclinés en 13 règles, qui donnent lieu à 78 critères de succès. Seuls les critères de succès des WCAG permettent d'en vérifier la conformité. Pour atteindre ces critères de succès, plus de 600 techniques sont proposées à titre indicatif.

(9) <https://www.w3.org/Consortium/mission>

(10) Voir le site de la WAI : <https://www.w3.org/WAI/>

(11) <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/uaag/>

(12) <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/atag/>

(13) <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>

(14) <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>



Illustration 2 : La Pyramide WCAG 2.1, par Armony Altinier sous licence CC BY-SA 4.0 via Wikimedia Commons

En France, la Direction interministérielle du Numérique et du Système d'Information et de la Communication de l'État (DINSIC) édite une déclinaison des WCAG : le référentiel général d'accessibilité pour les administrations⁽¹⁵⁾ (RGAA) dont la version 3 est imposée par décret⁽¹⁶⁾. Le RGAA vise aujourd'hui à vérifier la conformité aux règles WCAG, et demain au standard européen EN 301 549.

Au-delà du Web, de nouveaux besoins...

La complexité du numérique et des nouveaux usages rend nécessaires de nouvelles règles pour couvrir les technologies telles que la réalité augmentée, l'Internet des Objets, les nouveaux usages liés à l'intelligence artificielle. La loi comprend par exemple dans son périmètre le mobi-

lier urbain numérique pour lequel aucun standard dédié n'existe actuellement. L'accessibilité des distributeurs de billets mis à disposition par les banques en est un exemple, et donne lieu à des travaux de recherches au niveau européen⁽¹⁷⁾. La méthodologie adoptée repose alors plutôt sur une approche globale pour rendre le service accessible, au-delà de l'interface numérique à proprement parler, alliant accessibilité normative et ergonomie.

Les règles WCAG restent la référence et servent de base à des déclinaisons selon les usages⁽¹⁸⁾. Leur approche non dépendante d'une technologie permet en effet aux WCAG d'être adaptables. Un document du W3C pour expliquer comment appliquer les WCAG en dehors du Web⁽¹⁹⁾ a même été édité en ce sens. Pourtant, une grande méconnaissance subsiste encore, et ce manque général de formation peut donner l'impression que ces règles d'accessibilité sont plus complexes qu'elles ne le sont réellement, et rendre le débat difficilement lisible pour les citoyens concernés.

Le respect des standards au service de l'accessibilité des personnes handicapées

Les dangers d'une obligation légale reposant sur une norme, dans un contexte non réglementé

Avec les nouvelles obligations légales, le « marché » de l'accessibilité numérique devient attractif, et de nouvelles solutions « magiques » émergent, qui permettent de rendre les sites web et outils numériques conformes sans effort. Ce genre de solution trouve son public, car la tentation est grande de vouloir externaliser le sujet. Le manque de certification des professionnels sérieux dans le domaine rend l'offre peu lisible. C'est un problème qui a déjà été soulevé concernant la mise aux

(15) À noter que les 2 A du RGAA, qui signifient, à l'heure où nous écrivons ces lignes, « Accessibilité pour les Administrations », devrait avoir une nouvelle signification prochainement pour élargir son périmètre d'application, et signifier « Référentiel général d'Audit d'Accessibilité ». Le RGAA est consultable en ligne sur : <http://references.modernisation.gouv.fr/referentiel/>

(16) Voir sur Légifrance le décret 2009 546 du 14 mai 2009 : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020616980&fastPos=1&fastReqId=1286775406&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>

(17) Voir par exemple le projet européen Pay Able : <http://pay-able.eu/>

(18) Voir la présentation du groupe de travail AccessLearn : <https://www.w3.org/community/accesslearn/>

et la présentation projet FUN : <https://www.fun-mooc.fr/news/projet-eiffela-vers-une-experience-utilisateur-enr/>

(19) WCAG2ICT : <https://www.w3.org/TR/wcag2ict/>

normes d'accessibilité des lieux recevant du public. Un article du 27 juin 2018 intitulé « Arnaque au diagnostic accessibilité » avait été publié par la DGCCRF⁽²⁰⁾, et une note d'information pour prévenir le démarchage abusif est mise à disposition sur le site du ministère de la Transition écologique et solidaire⁽²¹⁾. Mais au-delà du manque de lisibilité de l'offre et de l'apparente complexité des normes, l'approche normative vise avant tout à aborder un sujet social et politique : l'accès aux mêmes droits et libertés pour les personnes handicapées que pour les personnes valides.

Règles d'accessibilité numérique : au-delà de l'obligation légale, un outil pour l'inclusion

Les règles d'accessibilité WCAG, tout comme leur déclinaison française RGAA, sont déclinées en 3 niveaux : A, double A (AA) et triple A (AAA). Chaque critère d'accessibilité est étiqueté A, AA ou AAA. Les niveaux sont cumulatifs :

- pour atteindre le niveau A, il faut valider 100 % des critères de niveau A ;
- pour atteindre le niveau AA, il faut valider 100 % des critères de niveau A et 100 % des critères de niveau AA...

Concernant le niveau AAA, les WCAG sont explicites : « *Il n'est pas recommandé de faire du niveau AAA le niveau de conformité requis en tant que politique générale pour des sites entiers parce qu'il n'est pas possible de satisfaire tous les critères de succès de niveau AAA pour certains contenus.* »⁽²²⁾

Le législateur en a logiquement conclu que le niveau légal à atteindre devait être le niveau AA. Or, avec une obligation de conformité au niveau AA, les responsables de services et outils numériques ne regardent pas les critères de niveau AAA, estimant avoir assez à faire avec les critères de niveau A et AA. Certains besoins ne sont alors pas couverts. C'est le cas de la langue des signes, ou de la transcription de textes en *facile à lire et à comprendre*⁽²³⁾ pour les personnes ayant un handicap intellectuel. Pourtant les règles d'accessibilité ont bien prévu des critères AAA pour traiter les cas d'usage nécessitant une adaptation.

Ainsi, une approche purement légale fait courir un double risque :

- le risque de créer une hiérarchie entre les types de handicaps pris en charge, avec une non-prise en charge de tout ce qui ne serait pas directement couvert par l'obligation légale ;
- le risque de voir ce sujet citoyen confisqué par des experts auto-proclamés, ajoutant à la complexité technique une opacité dans un débat déjà difficile.

Pour conclure ce bref tour d'horizon, nous avons vu que l'accessibilité numérique reposait sur des normes solidement établies. Cependant, celles-ci doivent être maniées avec discernement et pour ce qu'elles sont : un outil pratique pour rendre accessible. La formation est donc une clé essentielle. L'enjeu est avant tout de penser ses interfaces en prenant en compte tous les publics : valides et handicapés, sans discriminer. Dans cette démarche, des outils complémentaires comme la médiation ou l'ergonomie sont également à prendre en considération.

(20) Voir l'article « Arnaque au diagnostic accessibilité » de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes : <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/arnaque-au-diagnostic-accessibilite>

(21) Voir sur le site du ministère de la Transition écologique et solidaire le document « Démarchage abusif, quelle conduite tenir ? » : https://codicologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/5%20d%C3%A9marchage%20agressif_%C3%A9l%C3%A9ments%20de%20doctrine.pdf

(22) Voir la note 2 (en anglais) : <https://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/conformance.html#uc-conf-req1-head>

(23) Voir à ce sujet le site web du projet européen dont sont issues la première version des règles : <http://easy-to-read.eu/fr/> ainsi que la page dédiée sur le site web de l'Unapei, association qui édite une version mise à jour des règles du FALC : <http://www.unapei.org/Les-regles-pour-une-information-Facile-a-lire-et-a-comprendre.html>

L'accessibilité du livre numérique

Par Luc AUDRAIN
Hachette Livre

Le livre numérique est un fichier informatique répondant à des spécifications techniques précises, standardisées, afin qu'il puisse être lu sur une grande diversité d'appareils. Le mode de consommation déjà classique est l'immersion dans le texte affiché sur l'écran d'un ordinateur (de moins en moins), d'un smartphone (de plus en plus) ou d'une liseuse (privilégiée par les grands lecteurs). L'accès en mobilité suppose une disponibilité du livre même en mode déconnecté, donc après un téléchargement sur l'appareil. La proposition de consommation en *streaming* existe mais semble plus anecdotique. L'accessibilité périphérique au livre numérique implique que les maillons de la chaîne de distribution (le site web du libraire, le système de paiement), et les appareils eux-mêmes, soient accessibles. Les applications sur smartphones ou liseuses peuvent enfin présenter des obstacles à l'usage par une personne handicapée.

Les formats de livres numériques

Sur l'accès au livre lui-même, c'est dans les technologies utilisées pour encoder le contenu que se joue, ou pas, une possible expérience de lecture pleine et immersive pour tout public, fût-il déficient visuel.

À la date de cet article, trois formats techniques sont observables sur le marché :

- Le PDF, format historique et encore beaucoup utilisé en milieu universitaire, est en perte de parts de marché car peu adaptable aux différentes tailles d'écran et ne bénéficiant plus depuis une décennie d'efforts d'innovation.
- Le format propriétaire de Amazon, Kindle (ou .mobi), n'est utilisable que dans l'environnement fermé d'Amazon : sites de vente, appareils et applications propriétaires. Ses spécifications n'étant pas publiques, ses principes d'accessibilité sont inconnus.
- Les spécifications du format EPUB ont été développées par des organisations internationales sans but lucratif, d'abord au sein de l'IDPF⁽¹⁾ (2006-2016) puis depuis 2017 par le W3C⁽²⁾ au sein d'un département appelé Publishing@W3C⁽³⁾. Fortes de plusieurs centaines de membres issus de tous les domaines du numérique, ces organisations ont publié des spécifications publiques, gratuites et libres de droit. Assemblage des technologies du Web, le format EPUB bénéficie aujourd'hui de toute l'énergie d'innovation d'Internet.

Ainsi, nous ne nous intéresserons ici qu'aux normes d'accessibilité du format EPUB.

EPUB, un format nativement accessible

Le format EPUB s'appuie sur les technologies du Web :

- Le codage du contenu textuel est à la norme Unicode⁽⁴⁾ permettant de publier dans toutes les écritures connues de la planète avec les polices de caractères les plus modernes ;

(1) <http://idpf.org/>

(2) <https://www.w3.org/>

(3) <https://www.w3.org/publishing/>

(4) <http://unicode.org/>

- Le codage de la structure du livre est au standard Html des pages Web ;
- Les stratégies de présentation utilisent les feuilles de style CSS ;
- Les images sont incluses dans les types de fichiers reconnus des navigateurs (jpeg, png) ;
- Les enrichissements multimédia appelés par les balises natives audio et vidéo du HTML sont codés dans les formats habituels du Web.

Un EPUB : un site web packagé

Une publication en livre numérique est un assemblage de ressources qui doit pouvoir être téléchargé pour permettre une lecture en mode non connecté. Compte tenu de son volume très largement supérieur à celui d'une page Web, une publication est découpée en autant de pages Web que de chapitres.

La cohésion de cet ensemble passe par un mécanisme de packaging assuré aujourd'hui par la compression ZIP.

Ainsi un fichier EPUB peut être compris comme la livraison d'un site Web cohérent (la publication) en un dossier compressé contenant essentiellement :

- les fichiers HTML des contenus textuels par chapitres,
- les documents graphiques (images, schémas),
- les éléments de style (CSS),
- les métadonnées descriptives de la publication : titre, auteur, éditeur, date de publication, image de couverture,
- les métadonnées d'accessibilité,
- d'éventuels contenus multimédia (audio, vidéo),
- d'éventuelles interactivités codées en Javascript.

La problématique de l'accessibilité du livre numérique en EPUB repose donc sur les normes fondamentales de l'Internet. Les acteurs du Web ont travaillé depuis de nombreuses années au sein du W3C à spécifier les méthodes, les codages, les valeurs qui feront que l'expérience de navigation dans un site internet pour un aveugle sera parfaitement intelligible et fluide. C'est le projet Web Accessibility Initiative qui a été développé dans la première partie de cet article.

L'accessibilité des EPUB

Accessibilité de la publication

Au-delà de l'accessibilité dans le contenu HTML assurée par WCAG, l'accessibilité de la publication repose sur des axes transversaux :

- navigation : table des matières, tables des pages ;
- marquage structurel de l'organisation du titre : un vocabulaire sémantique est disponible, *EPUB 3 Structural Semantics Vocabulary*⁽⁵⁾. Une table de correspondance a été établie vers les valeurs de l'attribut ARIA « *role* ».

Pour le domaine des publications, de nouvelles valeurs ont été ajoutées à « *role* », explicitées au sein du document « *Digital Publishing WAI-ARIA Module 1.0*⁽⁶⁾ ».

(5) <https://idpf.github.io/EPUB-vocabs/structure/>

(6) <https://www.w3.org/TR/dpub-aria-1.0/>

Exemple pour une préface de livre :

```
<section role="doc-preface" aria-label="Preface">
<p>Lorsque l'auteur me fit parvenir son manuscrit ...</p>
...
</section>
```

L'accessibilité pour l'EPUB a été décrite dans une publication de 2017 : *EPUB Accessibility 1.0*⁽⁷⁾ accompagnée d'une documentation concrète sur les techniques à mettre en œuvre *EPUB Accessibility Techniques 1.0*⁽⁸⁾. L'édition française s'est emparée de ce sujet au sein du groupe Normes & Standards⁽⁹⁾ du Syndicat national de l'Édition qui a publié un ensemble de ressources dont une traduction française des *Techniques d'Accessibilité EPUB 1.0*⁽¹⁰⁾.

Enfin, le DAISY Consortium⁽¹¹⁾, acteur majeur pour l'accessibilité des ressources numériques, maintient une base de connaissances pour les bonnes pratiques : *Accessible Publishing Knowledge Base*⁽¹²⁾. Cette organisation internationale promeut la version 3 du standard EPUB comme format d'eBook nativement accessible pour prendre la suite du format spécifique qu'elle avait développé⁽¹³⁾. À cette fin, elle a mis au point fin 2017 un outil de vérification technique du bon codage de l'accessibilité dans les EPUB appelé « *Accessibility Checker for EPUB* » ou Ace⁽¹⁴⁾. Cet outil gratuit permet à tous les producteurs de fichiers EPUB3 de vérifier le niveau de qualité des éléments techniques introduits dans le codage des contenus.

Conclusion : des EPUBs nativement accessibles

C'est sur ces bases normalisées que les maisons d'édition commencent à produire des versions numériques nativement accessibles. Ainsi, la production de livres numériques de type roman du groupe d'édition Hachette Livre est passée depuis le début de l'année 2018 pour toutes les nouveautés au format EPUB3 nativement accessible. Un contrôle systématique de tous les fichiers fournis par les sous-traitants et les services de production internes est opéré avec le logiciel Ace. Toute anomalie technique entraîne le rejet du fichier et une demande de correction. En conséquence, l'ensemble des acteurs de la production s'acculture aux problématiques d'accessibilité des livres numériques.

D'autres acteurs, comme la BNF, produisent pour les ouvrages disponibles dans Gallica des versions accessibles.

Ce sont ainsi plusieurs milliers de titres rendus disponibles chaque année en version numérique nativement accessible, permettant aux personnes empêchées de lire d'entrevoir la fin de la pénurie de livres.

(7) <https://www.w3.org/Submission/EPUB-a11y/>

(8) <http://www.idpf.org/EPUB/a11y/techniques/techniques.html>

(9) <https://www.sne.fr/numerique-2/normes-et-standards/>

(10) http://www.edrlab.org/public/sne/TAE_HTML_V3/Techniques_d_Accessibilite_EPUB%201.0.htm

(11) <http://www.daisy.org/>

(12) <http://kb.daisy.org/publishing/>

(13) <http://www.daisy.org/baseline>

(14) <https://inclusivEPublishing.org/toolbox/accessibility-checker/getting-started/>

HORS DOSSIER

Le baromètre 2018 du numérique

Par Gérard LALLEMENT
et Matthias de JOUVENEL
Conseil général de l'Économie

« Le baromètre du numérique est un rendez-vous annuel référent qui éclaire sur l'équipement et les usages numériques des citoyens. Il prend le pouls de notre société face aux évolutions technologiques. Il renseigne sur les comportements des Français, les pratiques nouvelles qui rentrent dans leur quotidien, il donne des orientations sur les attentes et sur ce que soulèvent les appréhensions. Il nourrit l'action que nous devons mener. »

Mounir Mahjoubi, Secrétaire d'État chargé du numérique

Le baromètre, la référence en matière de diffusion du numérique

Depuis l'an 2000, le Conseil général de l'Économie (CGE) commande chaque année un sondage sur la diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française, en liaison avec l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes, depuis 2003, et avec l'Agence du numérique, depuis 2016. Les accès, les équipements et les usages les plus importants sont suivis avec régularité sans que les phénomènes émergents soient négligés.

La fiabilité de cette enquête repose sur des entretiens en face-à-face⁽¹⁾ avec un large échantillon de personnes âgées de plus de douze ans⁽²⁾ (2 214 personnes en 2018) sélectionnées selon la méthode des quotas. Les résultats sont redressés pour être représentatifs de la population française. Le mode de collecte et la taille de l'échantillon permettent de construire des analyses détaillées en fonction du sexe, de l'âge, du nombre de personnes dans le logement, du niveau de diplôme, de la profession, des revenus ou de la dimension de l'agglomération de résidence.

Le sérieux et l'ancienneté de cette enquête annuelle en font le baromètre de référence. L'ensemble des données postérieures à 2007 sont disponibles en *open data* sur le site : data.gouv.fr. Les rapports sont, quant à eux, disponibles sur le site du CGE⁽³⁾.

La France compte une écrasante majorité d'internautes

En 2018, 89 % de la population de plus de 12 ans sont des internautes⁽⁴⁾. Cette proportion s'élève à 100 % chez les 18-24 ans et à 97 % chez les 12-59 ans. La part des internautes dans la population progresse désormais plus lentement (+1 point en 2018, comme en 2017). Les personnes de plus de 70 ans constituent la catégorie d'âge la moins connectée mais aussi celle qui accomplit

(1) CROUTTE P., DAUDEY E., HOIBIAN S., LEGLEYE S. & CHARRANCE G. (2015), « Une approche de l'effet du passage sur Internet d'une enquête en population générale », Cahier de recherche, CREDOC.

(2) Ainsi, sauf précision contraire, les résultats présentés ici concernent la population âgée de 12 ans et plus.

(3) Édition 2018, <https://www.economie.gouv.fr/cge/barometre-numerique-edition-2018>

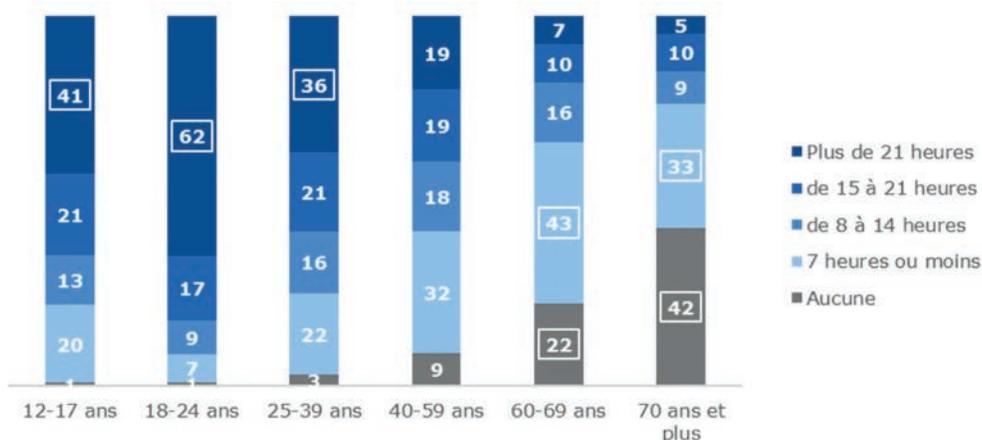
(4) Les personnes qui se connectent à Internet, quel que soit le lieu, le mode ou la fréquence de connexion, sont considérées comme des internautes.

régulièrement les progrès les plus importants : la part d'internautes chez les plus de 70 ans a progressé de 7 points en 2018, de 5 points en 2017 et de 10 points en 2016, passant de 38 à 60 % entre 2015 et 2018.



À quelle fréquence vous connectez-vous à Internet, et ce quel que soit le lieu ou le mode de connexion ?
 Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus (en %).

89 % des internautes (correspondant à 80 % de la population de plus de 12 ans) se connectent à Internet tous les jours, contre 81 % en 2015. La croissance de l'usage quotidien ne s'est pas accompagnée d'une augmentation importante du temps passé sur Internet : celui-ci représente en moyenne 18,1 heures par semaine en 2018 (environ autant que le temps passé devant la télévision) contre 17,5 heures en 2016. Ces durées varient cependant beaucoup en fonction de l'âge : 79 % des 18-24 ans se connectent plus de deux heures par jour contre 15 % des plus de 70 ans (42 % de la population utilise Internet plus de deux heures par jour).

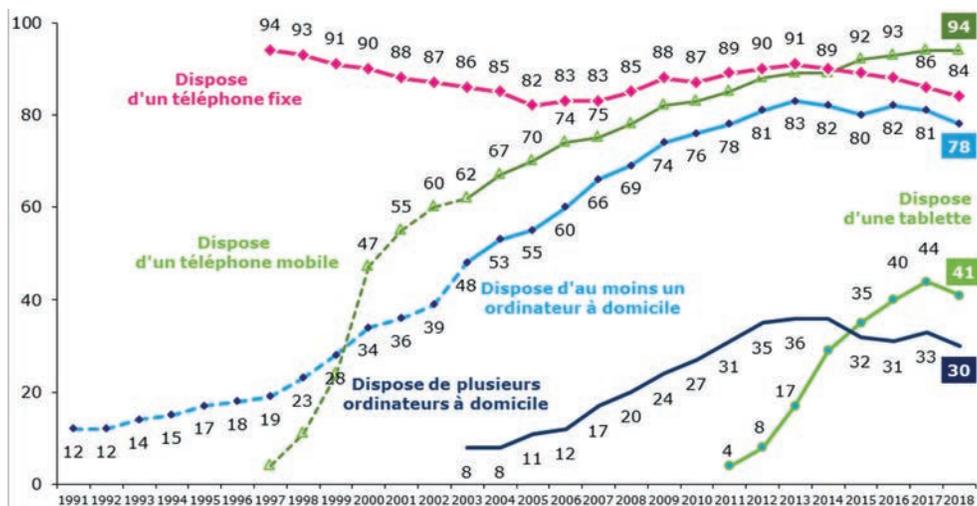


Temps passé sur Internet en fonction de l'âge.
 Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus (en %).

En 2018, les Français disposent d'une large palette de terminaux d'accès à Internet : 93 % d'entre eux possèdent au moins un ordinateur, un *smartphone* ou une tablette, 33 % disposent de ces trois équipements et 42 % en possèdent deux sur les trois.

Certains taux d'équipement régressent

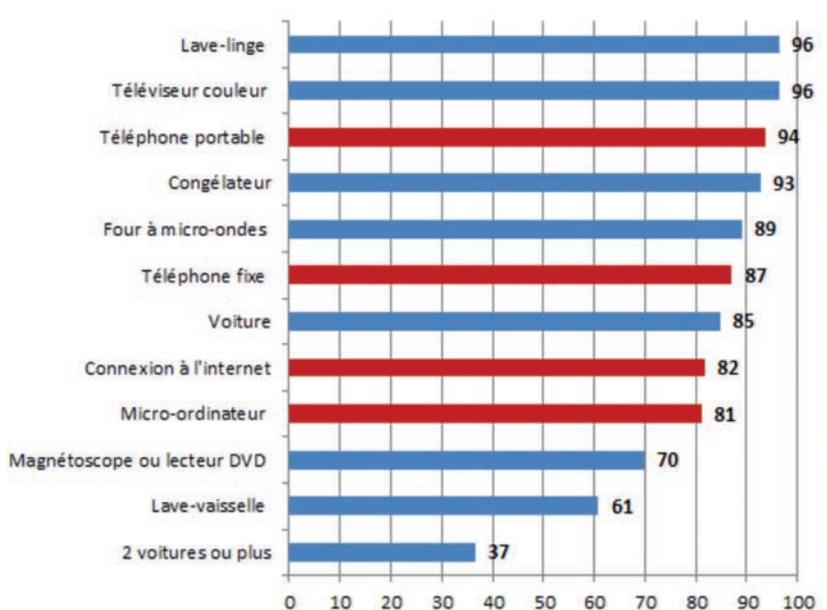
À l'exception du *smartphone* et du mobile, les taux d'équipement ont régressé : celui en ordinateurs est passé de 81 à 78 % ; le multi-équipement en ordinateurs a baissé, passant de 33 à 30 % ; et les tablettes sont tombées à 41 %, après avoir explosé de 4 à 44 % entre 2011 et 2017.



Les taux d'équipement.

Champ : population de 12 ans et plus (en %).

Depuis l'éclatement de la bulle Internet en 2000, les « nouvelles technologies » sont devenues des biens et des services de consommation de masse. En 1997, le téléphone fixe était au plus haut (94 %) et le mobile insignifiant (4 %). Puis le mobile a fortement progressé, dépassant le fixe en 2014. Aujourd'hui le mobile atteint 94 % (contre 84 % pour le fixe).



Source : INSEE/SRCV Silc – Équipement des ménages en biens durables en 2016.

Champ : ensemble des ménages dont la personne de référence est âgée de 16 ans ou plus.

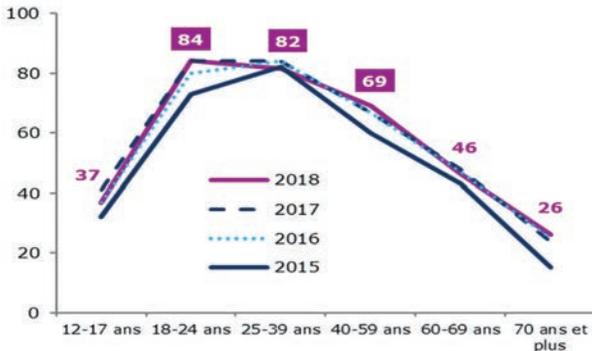
Beaucoup d'équipements numériques se sont répandus et banalisés dans la population, ils sont aujourd'hui complètement entrés dans les mœurs. Le niveau d'équipement des ménages en téléphone portable se situe entre le lave-linge et le congélateur, la connexion à Internet se positionne entre la voiture et le lave-vaisselle.

Les usages installés plafonnent



Proportion d'individus ayant participé, au cours des 12 derniers mois, à des réseaux sociaux.

Champ : population de 12 ans et plus (en %).



Proportion d'individus ayant effectué, dans les 12 derniers mois, des achats sur Internet.

Champ : population de 12 ans et plus (en %).

Les usages établis marquent le pas. Si le taux d'adhésion aux réseaux sociaux reste stable à 59 %, ceux-ci perdent les plus jeunes de leurs membres : la participation baisse de 8 points chez les 12-17 ans (de 84 à 76 %) et de 3 points chez les 18-24 ans (de 96 à 93 %). Comme les jeunes sont précurseurs et prescripteurs, les géants du numérique investissent massivement pour les retenir avec des services qui ne sont pas nécessairement perçus comme des réseaux sociaux.

La part des acheteurs en ligne reste stable à 61 % en 2018, au même niveau que 2017. Les 18-39 ans sont toutefois plus de 80 % à acheter en ligne. En termes de marché, le nombre des transactions croît : la part de ceux qui achètent au moins une fois par semaine est passée de 29 à 35 %, entre 2016 et 2018. Les freins à l'achat évoluent : les craintes relatives à la sécurité des paiements en ligne diminuent, passant de 38 à 29 % en un an, tandis que la critique liée à l'impossibilité de voir ou de toucher les produits augmente de 24 à 28 % sur la même période.

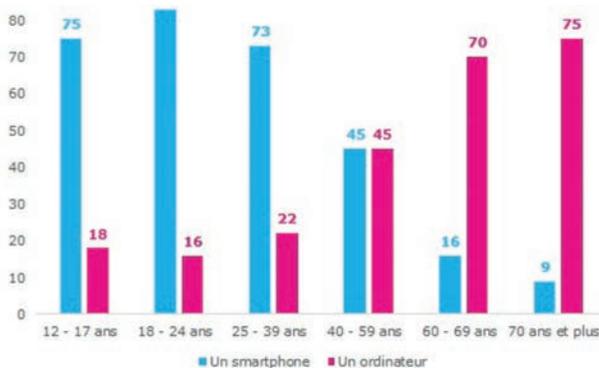
La dynamique numérique est portée par le smartphone...

Le chemin parcouru depuis le début du siècle est immense. En 2001, à l'époque oubliée du WAP (*Wireless Application Protocol*), 13 % des Français pensaient qu'ils utiliseraient un téléphone mobile pour naviguer sur Internet dans les deux ans à venir, moins de 5 % pensaient que le téléphone mobile était dans l'absolu le meilleur moyen pour se connecter à Internet. En 2009, l'Internet mobile a véritablement décollé, passant de 7 à 13 % des personnes disposant d'un mobile ; mais, à l'époque, 45 % des possesseurs de mobiles ne ressentaient toujours pas le besoin de se connecter à Internet.



Taux d'équipement en téléphones mobiles et smartphones.
Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus (en %).

domicile, 55 % de la population se connecte à Internet *via* le réseau mobile (+4 points par rapport à 2017).



Par quel moyen vous connectez-vous le plus souvent à Internet ? (en %).
Champ : ensemble de la population qui se connecte à Internet.

à Internet : avec 46 % de la population (+4 points), il devance l'ordinateur (35 %, -3 points) et la tablette (7 %, taux inchangé). Les avis diffèrent beaucoup avec l'âge : les plus âgés préfèrent encore l'ordinateur, mais les 40-59 ans, qui, l'année dernière encore, utilisaient davantage l'ordinateur que le *smartphone* (52 % contre 37 %), utilisent désormais autant l'un que l'autre pour se connecter à Internet (45 %).

En 2017, les avis dépendaient également de l'usage : l'ordinateur était ainsi plus utilisé pour le travail ou les achats en ligne.

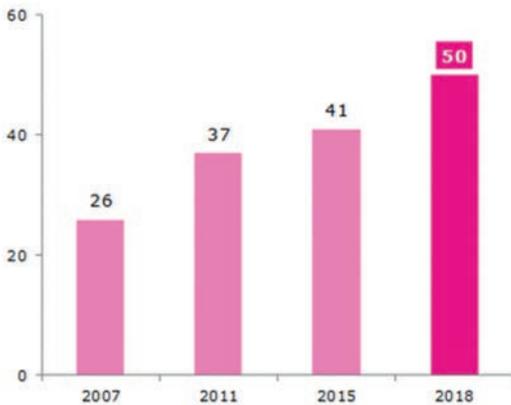
... ainsi que par les nouveaux usages

En 2018, 25 % de la population française est abonnée à un service de vidéo à la demande (+5 points par rapport à 2016), 27 % de la population regarde la télévision sur un terminal mobile, une tablette ou un ordinateur et 33 % regarde des contenus audiovisuels sur ces mêmes supports. Le temps passé à regarder des vidéos sur Internet atteint 5 heures par semaine en moyenne (10 heures pour la population concernée).

La situation a profondément changé depuis : en 2017, le *smartphone* était jugé utile ou très utile par 78 % de la population, de même, l'Internet mobile était jugé utile ou très utile par 76 % de la population. En 2018, 64 % de la population utilise son téléphone mobile pour naviguer sur Internet ; 61 % des utilisateurs de téléphones mobiles profitent de la 4G pour se connecter à Internet et 42 % des Français considèrent que leur connexion mobile à Internet est plus rapide que leur connexion fixe. Même à

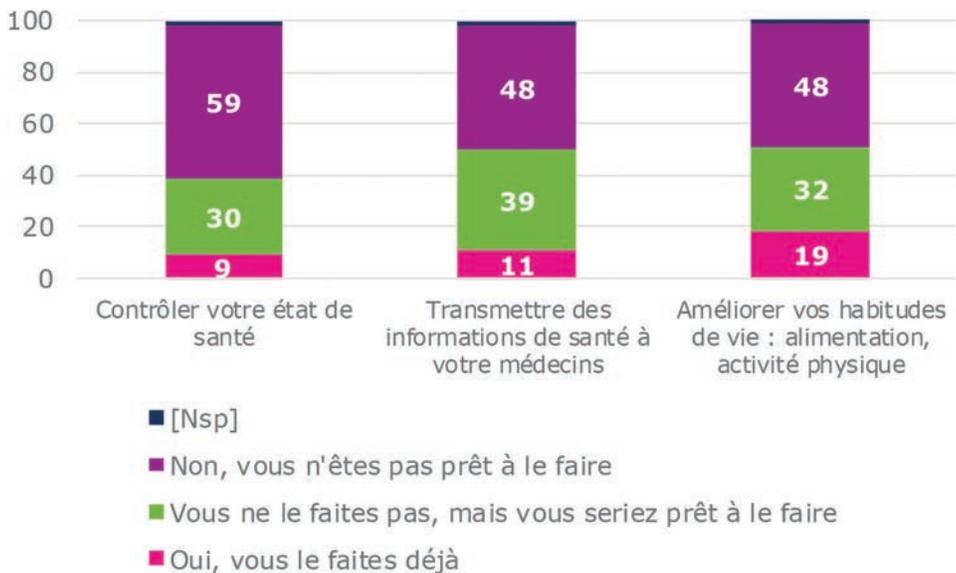
Contrairement aux équipements désormais classiques, le *smartphone* progresse encore cette année (75 %, soit +2 points), se substituant progressivement au « simple » mobile. Les tranches d'âge les moins équipées en *smartphone* connaissent les hausses d'équipement les plus importantes, ainsi l'équipement des personnes de plus de 70 ans a augmenté de 4 points.

En 2018, le *smartphone* est devenu le moyen le plus utilisé pour accéder



Proportion d'individus utilisant Internet à propos de leur santé ou de celle d'un proche.
 Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus (en %).

Avec Internet et les technologies numériques, la population contrôle son état de santé (9 %), transmet des informations de santé à son médecin (11 %) et améliore ses habitudes de vie en matière d'alimentation ou d'activité physique (19 %). Globalement, 26 % des Français ont adopté l'un ou l'autre de ces usages, dont le potentiel de développement est par ailleurs important : 37 % de la population sont en effet disposés à en adopter au moins un, les 18-24 ans étant les plus enclins à le faire (46 % y sont disposés). Mais, dans le même temps, 36 % de la population ne sont pas prêts à adopter ces technologies, un pourcentage qui tombe à 20 % chez les 18-24 ans,.

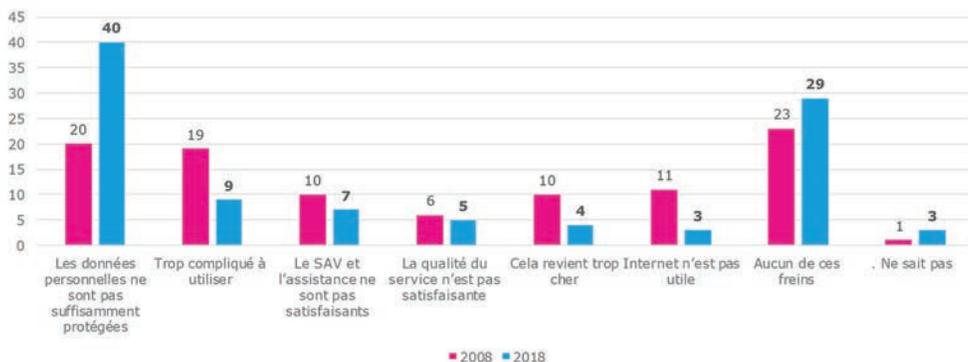


Vous, personnellement, seriez-vous prêt à utiliser Internet et les technologies numériques pour...
 Champ : ensemble de la population de 12 ans et plus (en %).

Le paradoxe de la protection des données personnelles

Depuis des années, l'insuffisante protection des données personnelles est identifiée comme le principal frein à l'utilisation d'Internet. En 2018, année de l'entrée en vigueur du Règlement général sur la protection des données (RGPD) et de l'affaire Cambridge Analytica, cette crainte s'est accrue de 6 points pour atteindre 40 % dans la population et 43 % chez les internautes. La complexité d'Internet est ressentie comme un frein essentiellement par les non-internautes, même si la perception de ce frein a fortement diminué (-14 points depuis 2017).

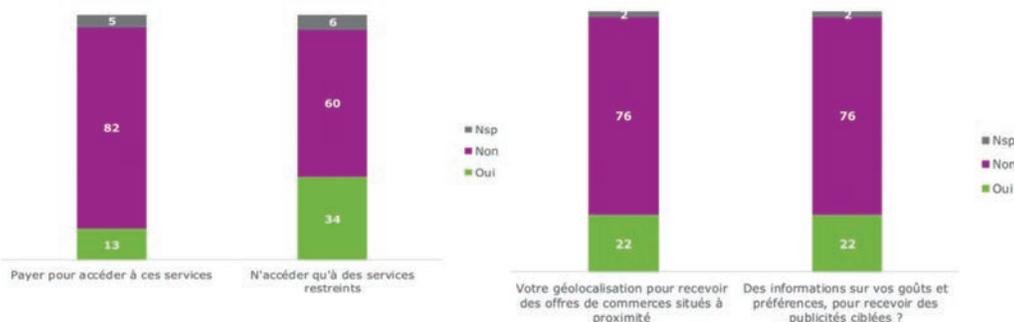
Le RGPD ne rassure que 23 % de la population et 64 % de la population pense qu'il ne changera pas grand-chose à la situation. Dire que la population est lucide ou pessimiste au regard de l'utilité du RGPD est une question d'opinion. En revanche, il est clair que l'enjeu de la confiance dans la protection des données personnelles est considérable pour l'avenir du numérique.



Quel est le principal frein à l'utilisation d'Internet ?

Champ : population de 12 ans et plus, internaute ou non (en %).

Pour autant, la population paraît peu disposée à faire un effort pour protéger ses données personnelles. Seuls 40 % de la population sont prêts à payer pour un service qui garantirait cette protection ou à accepter un service restreint ; au contraire, 30 % de la population seraient disposés à partager des données personnelles (géolocalisation, goûts et préférences) pour préserver la gratuité des services.



De nombreux services sur Internet, comme les réseaux sociaux, les moteurs de recherche, la presse, etc., sont gratuits : les opérateurs se rémunèrent en utilisant les données confiées par les utilisateurs. En échange de la garantie que vos données personnelles ne seront pas utilisées, seriez-vous prêt à...

Champ : population de 12 ans et plus (en %).

Pour éviter de payer un service Internet gratuit qui deviendrait payant, seriez-vous prêt à partager...

Champ : population de 12 ans et plus (en %).

La société française à l'ère numérique

La révolution numérique est terminée, les Français sont presque tous devenus des internautes, ils disposent en moyenne de deux terminaux (*smartphone*, tablette ou ordinateur) et utilisent quotidiennement Internet pour faire leurs achats ou pour échanger avec leurs amis.

En même temps, les frontières de la sphère numérique sont sans cesse repoussées : de nouveaux champs s'ouvrent régulièrement, comme la santé. Le numérique paraît appelé à couvrir à terme tous les aspects de la vie et de la société.

Si le numérique est entré dans les mœurs, les mœurs numériques ne sont pas au niveau des exigences éthiques attendues, en particulier en matière de protection des données personnelles. Un effort est donc nécessaire pour sortir de la jungle numérique, l'avenir dira si le RGPD et le projet de règlement *e-privacy* permettront de le faire.

La régulation du droit d'auteur dans l'environnement numérique

Par Alexandra BENSAMOUN

Professeur de droit privé à l'Université de Rennes 1

Introduction

Modification des équilibres

L'environnement numérique a fait émerger de nouveaux rapports de force qui ont des implications sur la chaîne de valeur. Traditionnellement, l'équilibre du droit d'auteur reposait sur la prise en compte de trois catégories d'acteurs : les auteurs, placés au centre des attentions dans la loi française, les exploitants, cocontractants des auteurs, et le public. Cette appréhension est aujourd'hui remise en cause par l'apparition d'une nouvelle catégorie d'intervenants : les intermédiaires techniques de l'Internet et surtout, parmi eux, les plateformes. Celles-ci s'interposent désormais dans les relations entre les auteurs et le public, voire entre les cocontractants de l'auteur, titulaires dérivés des droits, et le public. Elles sont aussi parfois utilisées comme des supports de la contrefaçon, hébergeant des contenus non autorisés. Le modèle normatif artistique peine dès lors à s'imposer sur les réseaux.

Modification de la norme

L'inadaptation du droit invite naturellement à sa modification. Deux voies s'offrent alors : réécrire ou co-écrire la norme. Les deux se recoupent d'ailleurs parfois ⁽¹⁾. Dans la première hypothèse, il s'agit de réformer le droit existant, pour l'adapter à l'environnement numérique, précisément en responsabilisant les acteurs visés. Cette voie, législative, est la plus longue, la plus encadrée, la plus difficile à obtenir, surtout qu'elle n'est pertinente qu'à l'échelle européenne *a minima* ⁽²⁾. Dans la seconde hypothèse, il est question d'impliquer les acteurs de manière volontaire, en particulier d'en faire des relais de la lutte contre la contrefaçon. L'engagement prend alors la forme de chartes ou autres textes de *soft law*.

Contre toute attente, les deux voies partagent la même précarité, car le numérique ne se laisse pas saisir facilement. D'abord, parce qu'il est porteur de progrès et que les autorités ne souhaitent pas brider l'innovation. Ensuite, parce qu'il est facteur de liberté, l'Internet s'étant révélé un formidable outil de la liberté d'expression, et que le droit d'auteur, par la réservation qu'il permet, a pu être présenté comme liberticide. Enfin, parce qu'il a donné naissance à des entreprises puissantes, souvent réduites à une appellation uniforme, « GAFA(M) », des entreprises souveraines (Blandin-Obernesser, 2016), qui ont un pouvoir de négociation (et un pouvoir financier) comparable à celui de certains États.

Régulation et pluralisme

Aussi ces différents facteurs impliquent-ils d'adopter une vision pluraliste de la régulation ⁽³⁾ du droit d'auteur dans l'environnement numérique, participant d'un mouvement plus profond de

(1) Le site participatif mis en place dans le cadre de la réflexion sur la Loi pour une République numérique annonçait officiellement une « cocréation de la loi ». Pour une analyse critique, voir Bensamoun (2017, p. 65).

(2) À l'instar de la fermeture de Google News en Espagne lors de la mise en place d'un droit voisin au profit des éditeurs de presse.

(3) La régulation est ici appréhendée au sens large, intégrant la réglementation comme l'un des instruments disponibles (Frison-Roche, 2001, p. 610).

renouvellement des sources du droit (Bensamoun, 2011, p. 279). Les voies identifiées, celle du droit dur et celle du droit mou, ne s'excluent pas, elles se complètent. Mais si le droit souple, impliquant les acteurs du numérique, s'est considérablement développé ces dernières années, le droit dur, s'imposant à eux, peine à se réformer.

La régulation du droit d'auteur dans l'environnement numérique passe ainsi tant par un assouplissement que par une modification des rapports de force, par l'implication volontaire des nouveaux acteurs, grâce au droit souple, comme par leur responsabilisation, imposée par la réforme du droit dur.

Assouplir les rapports de force : l'implication des nouveaux acteurs par le droit souple

Droit souple et lutte contre la contrefaçon numérique

La remise en cause du système légicentré a conduit à une multiplication des ordres juridiques, où les sources se complètent, se concurrencent, s'enchevêtrent. Délaissant le schéma pyramidal, le droit se construit en réseau (Ost et Van de Kerchove, 2002) et s'ouvre à des sources à la juridicité douteuse, hésitante : chartes, codes éthiques, etc.

Le droit d'auteur n'a pas échappé à ce mouvement prônant la flexibilité du droit et reposant sur le dialogue des parties prenantes. Le droit ne s'impose alors plus aux acteurs, il est négocié par eux. C'est en matière de lutte contre la contrefaçon en ligne que la tendance s'est illustrée en droit de la propriété intellectuelle, marquant l'insuffisance du droit légiféré en la matière (Bensamoun et Zolynski, 2011, p. 59).

Le droit souple pour tarir les sources de contrefaçon

La voie du droit souple en droit d'auteur s'est ouverte aux États-Unis, dès 2007, avec les *User Generated Content Principles*, charte signée entre les parties intéressées, titulaires de droits et sites contributifs, en vue de tarir la contrefaçon grâce à des technologies de filtrage *ex ante* des contenus affichés par les utilisateurs⁽⁴⁾. En France, c'est sur le terrain de la propriété industrielle que s'est d'abord illustrée la démarche, avec la « Charte de lutte contre la contrefaçon sur Internet », de décembre 2009, signée par les ayants droit et certains prestataires techniques proposant des plateformes de vente de produits, renforçant la coopération entre les acteurs pour détecter plus activement les produits de contrefaçon proposés à la vente, les retirer des sites et prendre des mesures techniques permettant d'éviter la récurrence des contrefacteurs. Dans le même sens, un *MoU – Memorandum of Understanding* – a été signé en mai 2011 au niveau européen entre des ayants droit et des plateformes.

Le droit souple pour tarir les revenus des sites contrefaisants

L'implication des acteurs a également été requise dans une logique d'assèchement des revenus financiers des sites illicites. La logique, dite « *Follow the money* », a été portée au niveau européen par l'unité « Lutte contre la contrefaçon et le piratage » de la Commission européenne⁽⁵⁾. Il s'agit de « frapper au portefeuille » les sites « massivement contrefaisants », souvent domiciliés à l'étranger et très mobiles, qui tirent principalement leurs revenus de la publicité ou d'abonnements payés au moyen de cartes bancaires. La recommandation s'est traduite en France en mars 2015 par la signature de la « Charte des bonnes pratiques dans la publicité pour le respect du droit d'auteur et des droits voisins », entre les représentants des ayants droit (musique, logiciels de loisir, jeux

(4) Sur cette charte, voir Sirinelli (2009).

(5) Stratégie visant à l'adoption de chartes annoncée dans la Communication de la Commission, *Vers un cadre moderne et plus européen pour le droit d'auteur*, COM(2015) 626 final, décembre 2015.

vidéo, édition, secteur audiovisuel...) et ceux du monde de la publicité (régies, annonceurs...) (Bensamoun, 2016, p. 182). L'engagement se matérialise par un partage d'informations entre les parties prenantes en vue d'exclure les sites dits « contrevenants » des relations commerciales, les annonceurs n'ayant pas intérêt, en termes d'image, à être associés à des sites en infraction. La démarche est rendue pérenne grâce à la mise en place d'un comité de suivi. Un comité de suivi assure un dispositif équivalent à destination des moyens de paiement. Au niveau européen, un *Memorandum of Understanding on Online Advertising and Intellectual Property Rights* a été arrêté en juin 2018.

L'évaluation des chartes

La *soft law* présente de nombreux avantages : l'adhésion des parties est gage d'effectivité de la norme ; la norme devient alors horizontale et non plus verticale. Élaborée par les acteurs, elle est au plus proche des besoins de la pratique. Sectorielle, elle peut, le cas échéant, s'affranchir des frontières. Mais l'efficacité ne doit pas obérer l'évaluation objective des chartes. Évaluer ces textes de droit mou, c'est poser les questions de leur légitimité et de leur effectivité. La norme négociée est une norme qui concentre les pouvoirs : faite par des acteurs, pour eux-mêmes, déliée du processus démocratique et, souvent, opaque sur les mécanismes qu'elle met en œuvre (opacité qui est pourtant gage de son efficacité), le processus fait douter de sa légitimité. Or, les parties n'ont ni la compétence ni l'autorité qui leur permettraient de justifier de cette légitimité.

Pourtant, l'autorité étatique ou supra-étatique valide la démarche et même l'encourage. Les chartes sont d'ailleurs bien souvent signées en des lieux officiels qui imposent une certaine solennité. C'est en effet à l'invitation – plus ou moins menaçante – de l'autorité officielle que le droit souple visant à lutter contre la contrefaçon numérique est mis en place. L'autorité délègue, en quelque sorte, sa capacité d'action normative à des acteurs privés. Cette privatisation de la norme, qui porte en elle le désengagement de l'État, peut également inquiéter.

Enfin, on peut douter de l'effectivité de ces normes où l'ordre de contrainte est défaillant. Pour autant, leur juridicité est-elle totalement absente ? Certes, la majorité des textes réfute la valeur contraignante de l'engagement. Mais cette qualification n'est pas nécessairement la chose des parties. Engagements d'honneur⁽⁶⁾, contrats ou engagements unilatéraux de volonté (Ghestin, Barbier et Bergé, 2018), voire quasi-contrats fondés sur la croyance légitime du destinataire..., plusieurs mécanismes ont été proposés pour juridiciser ce droit souple. On retiendra celui du (feu) « bon père de famille » : la diffusion des comportements vertueux pourrait permettre la création d'un standard qui pourrait servir de référence au juge, offrant alors un contenu normatif obligatoire à la règle.

Modifier les rapports de force : la responsabilisation des nouveaux acteurs par le droit dur

Droit d'auteur et commerce électronique

La mise en œuvre – ou la mise en cause – du droit d'auteur dans l'environnement numérique se résume à une opposition, celle entre deux directives européennes. D'abord, la directive 2001/29, dite « Infosoc »⁽⁷⁾, qui réglemente de manière transversale l'application du droit d'auteur sur l'Internet, au point d'en être aujourd'hui considérée comme le « droit commun »⁽⁹⁾. Le texte impose au

(6) Cass. com., 23 janvier 2007, n°05-13.189 : *Bull.* IV, n°12 ; D. 2007, p. 442, obs.. Delpach X ; RTD civ. 2007, p. 340, obs. Mestre J. et Fages B. ; RDC 2007/3, p. 697, note Laithier Y.-M. ; *CCE 2007*, comm. 54, obs. Caron C. – Voir aussi les exemples donnés dans Oppetit (1979, p. 107).

(7) Directive 2001/29/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2001 sur l'harmonisation de certains aspects du droit d'auteur et des droits voisins dans la société de l'information.

public, utilisateur d'œuvres, de respecter le monopole d'exploitation de l'auteur, plus précisément son droit de reproduction et son droit de communication au public. Aussi, toute utilisation d'une œuvre tombe en principe, sous réserve des cas (limitatifs) d'exception, dans le giron de la protection. Mais cette opposabilité du droit est en quelque sorte suspendue pour certains acteurs par la directive 2000/31, dite « e-commerce »⁽⁹⁾, qui pose un régime de responsabilité conditionnée, notamment pour les hébergeurs (article 14), fondée sur le triptyque : « savoir, pouvoir, inertie »⁽¹⁰⁾. Leur responsabilité ne peut être engagée du fait de contenus illicites que s'ils avaient connaissance de l'illicéité de ceux-ci (notification), et que, bien qu'en capacité de retirer lesdits contenus, ils se sont abstenus de le faire. Or, sans anticipation législative, les plateformes UUC (*user uploaded content*) ont pu profiter de ce régime de faveur.

Chaîne de valeur et Internet

Les modèles économiques ont évidemment changé depuis l'adoption de la directive « e-commerce ». Or, le régime de faveur conduit à déresponsabiliser des acteurs qui pourtant profitent de l'utilisation des œuvres, notamment grâce aux recettes publicitaires associées. En outre, il existe une véritable distorsion de concurrence entre ceux qui rémunèrent les ayants droit – plateformes sur abonnement du type Spotify ou Deezer – et ceux qui considèrent n'être pas soumis au droit d'auteur – plateformes UUC type YouTube ou Vimeo. Les premiers reversent 70 à 80 % du chiffre d'affaires téléchargement/*streaming* à la filière musicale, pendant que les seconds n'en reversent aux ayants droit que 20 % (Farchy et Moreau, 2016).

Ce déplacement de la valeur générée par les contenus culturels protégés, des ayants droit vers les plateformes 2.0, a donné naissance à une réflexion européenne, fondée sur l'idée de transfert de valeur ou *value gap*⁽¹¹⁾. C'est l'objet de l'article 13 (et du considérant 38) de la proposition de directive « Droit d'auteur dans le marché unique numérique ». L'idée est double : d'abord, rendre le droit d'auteur à nouveau opposable aux plateformes qui communiquent au public des œuvres chargées par leurs utilisateurs et qui ont un rôle actif, par l'optimisation de la présentation des œuvres ou encore leur promotion – ce qui impliquera de passer des licences avec les ayants droit ; ensuite, obliger à la mise en place de mesures à même de faire respecter le droit d'auteur.

Pour l'avenir...

Début 2019, le projet de texte européen précité est toujours en phase de trilogie. De nombreuses versions ont circulé et de l'aveu de certains parlementaires européens, le *lobbying*⁽¹²⁾ a rarement atteint un tel degré pour un texte qui, en définitive, a pour objectif prioritaire de protéger les contenus culturels. Sans savoir ce qu'il en restera, on retiendra une chose : combien les enjeux de la régulation du droit d'auteur sont devenus fondamentaux dans l'environnement numérique.

(8) CJUE, 22 décembre 2010, affaire C-393/09, point 44 : « il convient de vérifier si l'interface utilisateur graphique d'un programme d'ordinateur peut bénéficier de la protection *du droit d'auteur de droit commun en vertu de la directive 2001/29* » (passage souligné par nos soins).

(9) Directive 2000/31/CE du Parlement européen et du Conseil du 8 juin 2000 relative à certains aspects juridiques des services de la société de l'information, et notamment du commerce électronique, dans le marché intérieur.

(10) L'expression est de M. Vivant.

(11) Voir notamment la résolution du Parlement européen sur la mise en œuvre de la directive 2001/29/CE du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2001 sur l'harmonisation de certains aspects du droit d'auteur et des droits voisins dans la société de l'information, 9 juillet 2015, 2014/2256(INI) : « les œuvres créatives sont l'une des principales sources qui alimentent l'économie numérique et les acteurs du secteur des technologies de l'information tels que les moteurs de recherche, les médias sociaux ou les plateformes de contenu généré par les utilisateurs, mais que la quasi-totalité de la valeur dégagée par les œuvres créatives est transférée à ces intermédiaires numériques, qui refusent de rémunérer les auteurs ou négocient des rémunérations extrêmement faibles ». Adde Communication de la Commission *Vers un cadre moderne et plus européen pour le droit d'auteur*, précitée – Sur cette disposition de la proposition de directive, voir Bensamoun (2018, p. 278).

(12) Sur le sujet en général, voir Lapousterle (2009).

Bibliographie

BENSAMOUN A. & ZOLYNSKI C. (2011), « La lutte contre la contrefaçon sur Internet : les sources de l'implication des prestataires techniques », *RLDI*, octobre, n°2494.

BENSAMOUN A. (2011), « Les mutations de la norme en droit d'auteur (réflexion sur les sources) », in MARTIAL-BRAZ N., RIFFARD J.-F. & BEHAR-TOUCHAIS M. (dir.), *Les mutations de la norme : le renouvellement des sources du droit*, dir. Economica, coll. « Études juridiques ».

BENSAMOUN A. (2016), « Droit souple et lutte contre la contrefaçon en ligne », *Dalloz IP/IT*.

BENSAMOUN A. (2017), « Réflexion méthodologique sur la norme : l'exemple de la "République numérique" », in GAULLIER F. (dir.) (2017), *Liber Amicorum en l'honneur de Gilles Vercken*, éd. Cabinet Vercken et Gaullier.

BENSAMOUN A. (2018), « Le *value gap* ou le partage de la valeur dans la proposition de directive sur le droit d'auteur dans le marché unique numérique », *Revue Entertainment*, Bruylant, n°2018-4.

BLANDIN-OBERNESSER A. (dir.) (2016), *Droits et souveraineté numérique en Europe*, Bruylant.

FARCHY J. & MOREAU F. (2016), *L'économie numérique de la distribution des œuvres et le financement de la création*, septembre, rapport téléchargeable via <http://la-rem.eu/wp-content/uploads/2017/03/Economie-nume%CC%81rique-financement-de-la-cre%CC%81ation.pdf>

FRISON-ROCHE M.-A. (2001), « Le droit de la régulation », *Recueil Dalloz*.

GHESTIN J., BARBIER H. & BERGÉ J.-S. (2018), *Introduction générale, Traité de droit civil*, Tome 1, dir. GHESTIN J., LGDJ-Lextenso, 5^{ème} éd.

LAPOUSTERLE J. (2009), *L'influence des groupes de pression sur l'élaboration des normes*, Dalloz, coll. « Nouvelle Bibliothèque de thèses ».

OPPÉTIT B. (1979), « L'engagement d'honneur », *Recueil Dalloz*.

OST F. & VAN DE KERCHOVE M. (2002), *De la pyramide au réseau ? Pour une théorie dialectique du droit*, Bruxelles, Publications des Facultés universitaires Saint Louis.

SIRINELLI P. (2009), « La responsabilité des prestataires de l'Internet : l'exemple des sites contributifs », in *La propriété littéraire et artistique en quête de sens, Colloque à l'occasion du 20^e anniversaire du Cerdi et du Master DI2C*, *RLDI*, suppl. n°49, mai, n°1645.

Résumés

06 Quel est l'apport d'une norme volontaire dans le domaine du numérique ? Pourquoi les acteurs s'y intéressent-ils ?

Olivier PEYRAT et Jean-François LEGENDRE

Dans le monde du numérique, standards propriétaires, spécifications - de consortiums ou de forums - et normes volontaires coexistent, avec des vocations bien différentes. La transformation numérique de la société n'est pas un long fleuve tranquille, et l'on trouve beaucoup d'appétits pour exploiter les opportunités, la valeur créée, et renforcer des positions concurrentielles, voire créer des rentes. Face à cela, la norme volontaire, qui se veut neutre par rapport aux technologies, permet à une multitude d'acteurs d'innover en coopérant, en se regroupant, sans que la loi du plus fort soit toujours la meilleure. Dans le numérique, les normes volontaires permettent, si toutes les catégories de parties prenantes s'impliquent effectivement, de faire émerger de bonnes pratiques, notamment autour des cas d'usage, afin d'améliorer l'acceptabilité de la transformation numérique, de construire la confiance et d'éviter les « angles morts », situations où une catégorie d'acteurs serait totalement gagnante ou tout à fait perdante.

11 Ouverture, standardisation technique et régulation

Pierre-Jean BENGHOZI

Dans le numérique plus encore que dans les autres secteurs industriels, la normalisation constitue un facteur essentiel de régulation concurrentielle. Mais le poids des enjeux économiques pose des limites aux processus de normalisation articulant coopération pour l'édiction de standards et compétition dans leur application. Les caractéristiques des systèmes techniques actuels appellent ainsi à repenser la place et les modalités d'une normalisation qui se situe, par nature, hors du champ de la régulation économique *stricto sensu*. Les modèles historiques de normalisation sont bousculés par les nouvelles formes de développement des réseaux des télécommunications et ouvrent à une nouvelle conception de la norme, centrée sur la question de l'interopérabilité. Garantir un Internet ouvert suppose en effet de savoir réguler les limites économiques et techniques posées à l'accès par les caractéristiques matérielles des réseaux.

16 La standardisation de l'IoT à l'ETSI et l'alliance AIOTI

Patrick GUILLEMIN

L'article a pour but d'expliquer par où commencer si l'on veut découvrir la standardisation de l'IoT à l'ETSI et pourquoi l'ETSI est engagé dans l'AIOTI/Alliance for IoT Innovation en tant que président du groupe de standardisation. Concernant l'IoT à l'ETSI, l'article décrit le rôle essentiel joué par 3GPP/ETSI TC MSG (réseaux mobiles) et oneM2M/ETSI TC SmartM2M (M2M/IoT) et leurs liens avec AIOTI. Ces travaux de standardisation sont étroitement liés à la recherche et l'innovation financées par l'Union européenne et servent à résoudre les problèmes d'interopérabilité et de cybersécurité de l'IoT. L'article renvoie vers une courte bibliographie récente et demeure une introduction qui, je l'espère, vous donnera envie d'approfondir le sujet à l'ETSI et AIOTI.

22 Norme numérique et green IT

Amélie BOHAS, Françoise BERTHOUD et Gabrielle FELTIN

Le green IT est un sujet relativement récent, encore en construction. Pas étonnant dans ces circonstances que les normes relatives à ce sujet soient encore peu développées. Néanmoins, face aux enjeux que recouvre ce domaine en termes de préservation des ressources, de pollution, d'émission de gaz à effet de serre, il apparaît essentiel de continuer à le faire progresser. Nous présentons dans cet article des initiatives (guides, règlements, standards et autres formes de régulations) qui vont dans ce sens.

31 Standards et concurrence dans les technologies de communication

Justine BULKAERT et Axel GAUTIER

En présence d'externalités de réseau, l'utilisation d'une norme technique commune augmente la compatibilité entre biens et de ce fait le bénéficie pour les utilisateurs. Ces dernières années, les technologies de communication se sont développées sur la base de normes standardisées. Ces normes ont été définies par le secteur au sein d'organismes de standardisation (on parle de norme *de jure*). Le standard est composé de brevets dits « essentiels au standard » pour lesquels les utilisateurs de la technologie doivent obtenir une licence. L'existence de brevets essentiels crée un goulot d'étranglement, et confère un pouvoir de marché *a priori* important aux détenteurs de ces brevets. Se pose dès lors la question du lien entre standardisation et concurrence et l'opportunité d'une intervention régulatrice est débattue. Ce bref article discute les conséquences du processus de standardisation sur la concurrence, tant en amont qu'en aval du marché, en utilisant les technologies mobiles comme illustration.

37 La bataille Wi-Fi (IEEE)/HiperLAN (ETSI)

Philippe JACQUET

Le titre tue un peu le suspense de l'article. À moins de débarquer de la planète Mars, tout le monde de nos jours connaît Wi-Fi. Donc, petite devinette : Il y a vingt-cinq ans, Wi-Fi et HiperLAN étaient dans le même bateau, lequel est tombé à l'eau ?

42 5G Standardisation

Achilleas KEMOS, Bernard BARANI and Peter STUCKMANN

The article highlights the importance of 5G Connectivity in the EU policy context as expressed by President Juncker and European Commission's 5G Action Plan. The Commission initiated visionary EU-funded research activities already in 2012, which led to the setup of the European 5G Public Private Partnership (5G PPP). In this context, fostering the emergence of global industry standards under EU leadership for key 5G technologies is an important policy objective. The 3rd Generation Partnership Project (3GPP) is the key global standardisation body for 5G standardisation. In 2018, the 3GPP celebrated its 20 years having delivered 3G, 4G and 5G standards. Several hundreds of industry contributions to 3GPP originate from results of projects supported under the 5G PPP initiative. During 2018, Release 15 was finalised and Release 16 was launched. The 3GPP has managed to maintain a high level of efficiency, in spite of an unprecedented complexity. This intense process might lead to some delays in implementations. The European Commission is following the developments, attentive that the inclusive standardisation process remains inclusive.

48 La normalisation de l'informatique en nuage (*cloud computing*)

Cédric SIBEN

L'informatique en nuage, issue de l'action de quelques sociétés de services de l'Internet (Google, Amazon, Facebook...) s'est d'abord développée en dehors d'un cadre normatif. En 2012, et devant le succès de cette nouvelle informatique propriétaire, les opérateurs traditionnels des télécommunications et de l'informatique européens prennent conscience de la nécessité de fluidifier le marché. Leur action se traduira par un ensemble de normes internationales et reconnues qui assurent aux clients la compréhension des offres, la portabilité des données et des services, l'interopérabilité des applications. Entre 2014 et 2016, un corpus de normes coordonné (ISO/UIT-T) est publié et fait l'objet d'une reconnaissance par l'ensemble des acteurs. Ces normes contribuent maintenant à l'adoption massive de l'informatique en nuage. L'article fait le point sur l'établissement de ces normes et en donne la liste.

56 La normalisation et le Big Data

Charles HUOT

Au cours des années 2014-2015, un groupe de travail composé de trente-deux personnes : acteurs de différents secteurs économiques (santé, documentation, énergie, armée...), experts technologiques, représentants des autorités publiques et des laboratoires de recherche, a réfléchi sous l'égide de l'AFNOR à la question de la normalisation et du Big Data. En tant que président de l'Alliance Big Data, l'AFNOR m'avait proposé d'animer ce travail collaboratif avec le soutien du rapporteur de cette action auprès du comité d'orientation stratégique de l'AFNOR, Jean-François Legendre. Après douze mois de travail, un livre blanc a été publié. Il a fait l'objet d'une présentation publique, le 15 juin 2015, sous l'intitulé : « Données massives ou "Big data", quels défis pour la normalisation ? ». Le présent article reprend les principaux points de ce travail en y incluant les mises à jour.

61 Normalisation et fréquence

François RANCY

Le spectre des fréquences radioélectriques constitue la ressource rare qui sous-tend la plupart des applications dont nos sociétés sont devenues largement dépendantes en quelques décennies. Sa gestion repose sur un système de règles et de normes internationales qui sont adoptées dans le cadre de l'Union internationale des Télécommunications (UIT) à travers un processus conduit par les États membres de l'UIT et associant étroitement les principales parties prenantes dans l'utilisation du spectre (opérateurs, industriels, organisations internationales et sectorielles). Ce processus vise à construire un consensus régional et mondial sur la meilleure façon de gérer le spectre, en faisant évoluer conjointement les cadres nationaux et international de manière à les adapter à l'évolution rapide des technologies et des usages, sans pour autant mettre en danger les investissements réalisés précédemment. Ce processus de production de règles et de normes d'application universelle, en place depuis cent douze ans, a permis le développement de l'écosystème des radiocommunications tel que nous le connaissons aujourd'hui.

68 Norme numérique et eSanté

Karima BOURQUARD

La eSanté couvre des domaines aussi variés que le parcours des soins au patient ou l'« utilisation des technologies de l'information et de la communication pour la santé ». Elle répond donc à de nombreux défis de la santé comme le vieillissement de la population et des professionnels de santé, la rareté de l'expertise médicale, l'égalité d'accès aux soins, la prévention, l'accès pour le patient à ses données cliniques, l'appel à la responsabilisation des patients, les maladies rares, etc. La eSanté se concrétise par l'échange ou le partage de données de santé depuis des systèmes sources vers des systèmes consommateurs dans un environnement de confiance. Son développement dépend fortement de la manière dont ces systèmes interagissent entre eux et l'interopérabilité est une exigence forte pour sa réussite. L'objet de cet article est de préciser ce qu'on entend par ce concept d'interopérabilité et la manière dont il a été décliné en Europe - modélisation en plusieurs niveaux - pour une meilleure compréhension et adoption. Des approches basées, cas d'utilisation facilitant la mise en œuvre et de nombreux standards techniques, ont été définies depuis maintenant une vingtaine d'année en eSanté mais leur implémentation semble toujours difficile. L'utilisation de plateformes de tests ouvertes permet aujourd'hui de mieux répondre aux problématiques de déploiement des projets en eSanté.

75 La normalisation des systèmes de transport intelligents

Michelle WETTERWALD

Le domaine des transports est en pleine révolution suite à l'apparition des technologies numériques. Tous les types de transports deviennent intelligents, ce qui s'accompagne de l'élaboration de nouvelles normes numériques. Le transport routier est particulièrement actif, avec de nombreuses applications possibles, comme la sécurité routière, la logistique, le divertissement, l'électromobilité ou la capacité de fonctionner de manière autonome. Les différents acteurs des STI développent leurs solutions, la normalisation permettant de développer l'écosystème créé. Cet article présente quelques exemples d'organismes de normalisation travaillant dans le domaine des STI ainsi que leurs normes pour les communications directes entre véhicules, les STI coopératifs, la mobilité urbaine, l'appel d'urgence, l'Internet véhiculaire ou le rail urbain automatique. Finalement, certains aspects complémentaires de la normalisation des STI sont évoqués, comme les tests d'interopérabilité, l'harmonisation internationale et la compétition entre organismes, la définition de sémantiques pour les données et le partage du spectre de fréquence entre les différents usages et technologies.

83 Le EPUB dans l'édition numérique, une norme et son adoption en évolution

Chloé GIRARD

La première norme EPUB, pour *Electronic Publishing*, a été spécifiée en 2007. Aujourd'hui, bien que peu d'études précises existent à ce sujet, nous pouvons montrer qu'elle est très diversement adoptée et produite par les éditeurs français selon, en particulier, qu'ils appartiennent à un groupe éditorial ou sont indépendants. Nous verrons, en retraçant rapidement l'historique de la naissance et de l'évolution de cette norme, quels sont les barrières et éventuels incitatifs qui ont modelé le paysage actuel de l'édition numérique. Il est question d'une norme pauvre imposée par des supports à l'avènement et qui se rapproche

progressivement de son objet, le livre, d'acculturation numérique d'acteurs métier peu technophiles et de marché encore émergent.

89 Les normes pour l'accessibilité numérique

Armony ALTINIER

L'accessibilité numérique signifie que les sites web, outils et technologies sont conçus et développés pour que les personnes handicapées puissent les utiliser. Cela passe par le respect de règles techniques solidement établies, mais encore peu appliquées. La loi évolue pour mieux cadrer l'obligation légale, et les règles s'étoffent et se déclinent au-delà du Web pour prendre en compte les nouveaux usages. L'enjeu : prendre en compte les publics valides et handicapés, sans discriminer.

93 L'accessibilité du livre numérique

Luc AUDRAIN

Les livres numériques au format EPUB s'appuient sur les standards de l'accessibilité du Web pour apporter les éléments d'assistance aux personnes empêchées de lire. Grâce aux techniques d'encodage de l'accessibilité normalisées par les acteurs internationaux comme le DAISY Consortium, les éditeurs traditionnels d'ouvrages de type roman ont initié la production systématique de livres numériques nativement accessibles au format EPUB3.

HORS DOSSIER

96 Le baromètre 2018 du numérique

Gérard LALLEMENT et Matthias de JOUVENEL

Le baromètre du numérique est un sondage annuel sur les équipements et les usages numériques en France. Il s'est établi, au fil du temps, comme une source de référence par les acteurs intéressés par le numérique. En 2018, presque tous les Français sont internautes. Ils utilisent Internet tous les jours. Les équipements et les usages plafonnent (réseaux sociaux, commerce en ligne), voire régressent (ordinateur, tablette). La dynamique numérique se perpétue avec les nouveaux équipements et accès (smartphone et internet mobile) et les nouveaux usages (audiovisuel et santé en ligne par exemple). Les Français considèrent que l'insuffisante protection des données personnelles est le premier frein à l'utilisation d'Internet, et paradoxalement ils sont prêts à faire peu d'efforts pour protéger leurs données personnelles.

103 La régulation du droit d'auteur dans l'environnement numérique

Alexandra BENSAMOUN

La régulation du droit d'auteur dans l'environnement numérique est un lieu d'observation de l'évolution de la norme juridique, évolution impliquée par une modification des rapports de force. Aussi l'approche doit-elle être pluraliste, mêlant *soft law* - qui en assouplissant la norme par la conviction implique volontairement les acteurs - et droit dur - tentant de dépasser l'obsolescence de la norme juridique pour responsabiliser les acteurs.

Abstracts

06 What do voluntary standards bring to digital technology? Why the interest in them?

Olivier PEYRAT & Jean-François LEGENDRE

In the digital realm, proprietary standards, voluntary standards and technical specifications from consortiums or forums coexist but for quite different purposes. The digital transformation of society has not been smooth sailing. Appetites have been whetted for exploiting opportunities, capturing the value thus created and bolstering positions in competition or even as rentiers. To deal with this situation, voluntary standards are intended to be neutral in relation to technology. Thanks to them, a multitude of parties can innovate while cooperating and forming groups but under conditions such that the law of the survival of the strongest is not always the best. If all stakeholders in the digital realm are effectively implicated, voluntary standards can allow for the emergence of “good” practices, in particular around use cases. The objective is to build up confidence, make the digital transformation more acceptable, and avoid “blind spots” (situations in which a category of stakeholders either wins or loses everything).

11 Openness, technical standardization and regulation

Pierre-Jean BENGHOZI

In information and communications technology even more than in other branches of industry, standardization is a key factor for regulating competition. However, the economic issues, given their importance, set limits on a standardization that combines cooperation (in drafting standards) and competition (in applying them). Given the characteristics of present-day technical systems, it is time to reconsider the place and forms of standardization, which, by its very nature, lies outside the scope of economic regulations in the strict sense of the word. New developments in telecommunication networks have upended historical standardization procedures, which are open to a new conception of standards centered around the issue of interoperability. Guaranteeing that the Internet remains open means knowing how to adjust the economic and technical limits on access that a network’s material characteristics impose.

16 Standardizing the Internet of Things: ETSI and AIOTI

Patrick GUILLEMIN

Where to start in order to learn how standards are being drafted and set for the Internet of Things (IoT)? and why the European Telecommunications Standards Institute (ETSI) presides the standardization group in AIOTI (Alliance for Internet of Things Innovation)? A key factor has been 3GPP/ETSI TC MSG (mobile networks) et oneM2M/ETSI TC SmartM2M (M2M/IoT) and their links to AIOTI. These projects of standardization, which sought to solve problems of cybersecurity and interoperability on the IoT, had close ties with R&D programs funded by the European Union. This introduction with its short, up-to-date bibliography will hopefully stimulate the reader to take a closer look at ETSI and AIOTI...

22 Digital standards and green information technology

Amélie BOHAS, Françoise BERTHOUD & Gabrielle FELTIN

Green information technology is a rather recent topic. Since it is in a formative stage, it comes as no surprise that the development of standards in this field is still lagging. Given the stakes however — the conservation of resources or the reduction of pollution and greenhouse gases — progress must continue being made. A presentation of the guidelines, regulations, standards and others forms of regulation that are tending in this direction...

31 Standards and competition in communications technology

Axel GAUTIER & Justine BULKAERT

Given network externalities, the joint use of technical standards increases the compatibility between goods and thus benefits users. In recent years, communications technology has developed thanks to shared standards drafted in standardization organizations. A standard includes patents that are said to be “essential” to it and for which users must obtain a license. These “essential” patents are a bottleneck in the process. They grant a major competitive advantage to the patent-holders, whence questions about the relation between standardization and competition. The issue of whether regulatory authorities should intervene is being debated. This brief discussion of the consequences of standardization on competition both upstream from, and downstream in, the market takes mobile communications as an example.

37 The battle between WiFi (IEEE) and HiperLAN (ETSI)

Philippe JACQUET

The title does not do justice to the suspense. If you're not from Mars, you know what WiFi is. A riddle: 25 years ago, WiFi (under standards from the Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) and HiperLAN (under standards created by the European Telecommunications Standards Institute, ETSI) were in the same boat. Which one fell into the water?

42 5G Standardization

Achilleas KEMOS, Bernard BARANI & Peter STUCKMANN

The importance of 5G Connectivity was expressed by President Juncker and in the European Commission's 5G Action Plan. The visionary EU-funded research activities initiated by the Commission back in 2012 led to the European 5G Public Private Partnership (5G PPP). An important policy objective has been to foster, under EU leadership, the emergence of global industry standards for key 5G technologies. The 3rd Generation Partnership Project (3GPP) is the principal global standardization body for standardizing 5G. In 2018, it celebrated its 20th anniversary. Hundreds of industry contributions to 3GPP have come from projects supported under 5G PPP. During 2018, Release 15 was finalized; and Release 16, launched. 3GPP has managed to deliver 3G, 4G and 5G standards and maintain a high level of efficiency, despite the incredible complexity, an intense process that might encounter delays in implementation. The European Commission is following developments, attentive that the inclusive standardization process remains inclusive.

48 The standardization of cloud computing

Cédric SIBEN

Stemming from the actions of a few Internet firms (Google, Amazon, Facebook...), cloud computing initially developed outside any normative framework. In 2012, given the success of this new proprietary form of information technology, traditional European operators in information and communications technology became aware of the need for “fluidity” in this market. Their action led to a set of internationally recognized standards whereby customers are to understand the offers made, data and services are to be portable, and applications are to be interoperable. Between 2014 and 2016, a body of standards (ISO/UIT-T) was released. These standards, recognized by all parties active in this field, are a positive factor in the massive adoption of cloud computing. A list of these standards and an account of how they have been instituted...

56 Standardization and big data

Charles HUOT

During 2014 and 2015 under the auspices of AFNOR, a work group — 32 persons from various fields (health, energy, the armed forces, documentary services...) and experts in technology representing public authorities and research laboratories — reflected on the question of standardization and big data. As chair of the Big Data Alliance, AFNOR, the French standards organization, proposed that the author head this group along with Jean-François Legendre as rapporteur to AFNOR’s Committee of Strategic Orientation. Twelve months later, a white book (*Données massives ou “Big data” : Quels défis pour la normalisation?*) was published and presented to the public on 15 June 2015. The principal points in this publication are updated...

61 Standardization and the radio frequency spectrum

François RANCY

The radio frequency spectrum is a scarce resource for most applications on which our societies have become so dependent over the past few decades. Its management is based on a system of international standards and regulations adopted under the auspices of the International Telecommunication Union (ITU) following a procedure that, undertaken by member states, associates the major stakeholders (operators, industrialists, international organizations, trade groups) who use this spectrum. This procedure is intended to result in a regional and worldwide consensus about the best way to manage the spectrum and to help national and international regulatory frameworks evolve together so as to adapt to rapidly changing technology and its uses, but without jeopardizing the investments already made. In place for 112 years now, this process for producing regulations and standards with a universal scope has allowed for the development of radio communications as it now exists.

68 Digital standards and e-health

Karima BOURQUARD

E-health refers to subjects as varied as the patient’s search for care or the use of information and communications technology for health purposes. It addresses many an issue, such as the ageing of the population and of health-care professionals, the shortage of medical

experts, the equality of access to care, prevention work, patients' access to their clinical data and rare diseases. E-health involves exchanging or sharing health data from systems that are the source of data toward systems that will use the data in an environment that inspires confidence. Its development very much depends on how these systems interact. Furthermore, interoperability is a requirement essential to e-health's well-being. What is meant by interoperability? What are the variants of this concept in Europe (model-building at various levels)? Over the past twenty years, approaches based on use cases for facilitating the drafting of technical standards have been worked out for e-health; but their implementation is still problematic. The use of platforms of open tests is now the best way to solve problems related to the rollout of e-health programs.

75 Standardizing smart transportation systems

Michelle WETTERWALD

The field of transportation is in the throes of a revolution owing to digital technology. All forms of transport are becoming “smart”, a process that involves the drafting of new standards for the digital technology used. Road transportation is a major focus given the number of possible applications (road safety, logistics, “electromobility”, driverless vehicles...). Stakeholders in smart transportation systems are working out their solutions, while standardization allows for developing the ecosystem. A few examples of standardization organizations in this field are presented, as well as their standards for direct communication between vehicles, cooperative systems, urban mobility, emergency calls, the Internet of vehicles, and automatic urban rail systems. Complementary aspects of this standardization are pointed out: tests of interoperability; international harmonization and competition between organizations; the definition of a data semantics; and the sharing of the frequency spectrum between the uses and forms of technology.

83 EPUB, a standard and its evolving adoption among e-book publishers

Chloé GIRARD

The first EPUB standard was set in 2007. Nowadays, although few studies have been made on this topic, EPUB has been adopted in quite different ways by French publishers, mainly depending on whether they belong to a group or are independent. By taking a quick look at this standard's history, its creation and evolution, we see the obstacles and eventual incentives that have shaped electronic publishing. EPUB is said to be an initially poor standard that is gradually drawing nearer to its target (the book). There is also talk about the digital acculturation of professionals whom technology does not fascinate and about a still emerging market.

89 Standards for Web accessibility

Armony ALTINIER

Web accessibility means that sites, tools and techniques are designed and developed so that the disabled are able to use them. This entails upholding technical rules that, though solidly established, are still seldom applied. The law is evolving to provide a better legal framework. Rules are being extended to new uses and even expanding beyond the Web. At stake: attention to the public, whether disabled or not, without any discrimination.

93 **The accessibility of e-books**

Luc AUDRAIN

Electronic books in EPUB format use standards of Web accessibility to assist persons with “print disabilities”. Thanks to encoding techniques for accessibility that have been standardized by organizations, such as DAISY Consortium (Digital Accessible Information SYstem), traditional publishers of books, such as novels, have started systematically producing e-books accessible in the EPUB3 format.

MISCELLANY

96 **The 2018 digital barometer survey**

Gérard LALLEMENT & Matthias de JOUVENEL

The “digital barometer”, a yearly survey on digital equipment and its uses in France, has gradually become the reference source for public authorities, firms and other parties interested in digital technology. In 2018, nearly everyone in France was a cybernaut who used the Internet daily. The penetration rate of devices and their uses have peaked (the social media, on-line commerce) or are even diminishing (computers, tablets). The current momentum comes from new devices and forms of access (smartphones and mobile Internet connections) and new uses (on-line audiovisual and health services, for instance). Although the lack of protection of personal data is the major deterrent to using the Internet, the French are, paradoxically, not ready to put much effort into protecting their personnel data.

103 **Copyrights in the digital environment**

Alexandra BENSAMOUN

Copyrights in a digital environment provide a field for regulation and for observing changes in legal rules — changes stemming from a new balance of power. The approach to this topic must be pluralist. It must mix “soft law” (for making rules more flexible but so as to involve stakeholders) and “hard law” (for moving beyond the obsolescence of legal regulations in order to make stakeholders accountable).

Ont contribué à ce numéro

Armony ALTINIER est une entrepreneuse engagée, qui a fondé sa première société spécialisée dans le domaine de l'accessibilité numérique en 2007. Depuis lors, elle accompagne des clients, publics et privés, dans la mise en conformité de leurs outils numériques avec les règles d'accessibilité. Elle est l'auteure du livre *Accessibilité Web* (aux Éditions Eyrolles, 2012) et a participé à la rédaction de la version 3 des règles françaises relatives à l'accessibilité (le RGAA) et à la rédaction du cahier des charges du label e-accessible pour le compte de l'État, entre 2014 et 2016. Armony Altinier fonde en 2016 la société Koena pour mener des projets de recherche et développement visant à démocratiser l'accessibilité numérique à travers des solutions logicielles et des services d'expertise, de conseil, de formation et de médiation.

Luc AUDRAIN est diplômé de l'École des Arts et Métiers. Il a consacré sa carrière au traitement de l'information dans le secteur de l'édition. Il a rejoint le Groupe Hachette Livre en 2001 en tant qu'expert technique à la numérisation pour soutenir la transition digitale des éditeurs du Groupe. Luc Audrain représente Hachette Livre dans diverses organisations :

- le Syndicat national de l'édition, lequel anime un groupe de travail sur les standards au sein de la Commission numérique,
- EDItEUR.org pour le standard ONIX,
- Publishing@W3C qui travaille sur l'avenir de l'Epub en matière de publication sur le Web.

En 2018, Luc Audrain a fait de Hachette Livre le premier groupe d'édition à adopter Ace, le vérificateur d'accessibilité pour Epub, dans son flux de production global pour chaque nouveau livre. En avril 2018, à la Foire du livre de Londres, le Consortium du livre accessible de l'Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI) a récompensé Hachette Livre pour tous ses efforts en la matière.

After 11 years as Communication engineer in industry and with the European Space Agency, **Bernard BARANI** joined the European Commission in 1994 as responsible for implementation of research and policy issues in wireless communication. He is currently Deputy head of unit in the CONNECT Directorate General of the European Commission where he leads the definition and implementation of the 5G Public Private Partnership launched in 2013, as the flagship EC initiative to support 5G European R&D. His field of activities covers strategic R&D planning, standardisation, international cooperation, demonstration and pilot programmes. He is also involved in the implementation of the 5G Action Plan published by the Commission in 2016 to support early 5G deployment in Europe. He is also vice chairman of the Steering committee of the EUCNC conference, the main showcasing event for telecom research sponsored by the EU programmes. He has an engineering degree from the "Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne".

Pierre-Jean BENGHOZI est membre du Collège de l'Autorité des communications électroniques et des postes (ARCEP). Directeur de recherche au CNRS et professeur à l'École polytechnique et à l'Université de Genève, il a dirigé, jusqu'en 2013, le pôle de Recherche en économie et gestion (UMR École polytechnique CNRS) et la chaire « Innovation et régulation des services numériques ». Pierre-Jean Benghozi est reconnu internationalement comme étant l'un des précurseurs de l'économie de l'Internet et des industries créatives. Ses nombreuses publications portent plus spécifiquement sur la structuration des chaînes de valeur, les investissements technologiques et les nouveaux modèles d'affaires associés au numérique. Récemment, il a plus particulièrement suivi le développement de la 5G et ses enjeux industriels.

Alexandra BENSAMOUN est professeur de droit privé à l'Université de Rennes 1 (IODE CNRS) et est membre du comité de direction du Centre d'études et de recherche en droit de l'immatériel (CERDI - Université Paris-Sud/Paris-Saclay). Elle est spécialiste du droit de la propriété intellectuelle et du droit du numérique. Elle travaille notamment sur le droit applicable à l'intelligence artificielle et a codirigé la partie « Enjeux juridiques » du rapport #FranceIA (2017). Personnalité qualifiée au CSPLA (Conseil supérieur de la propriété littéraire et artistique), elle y a conduit plusieurs missions, notamment sur la responsabilité des intermédiaires techniques ou sur le droit de communication au public. Elle travaille actuellement sur l'intelligence artificielle et la culture. Elle a créé et dirige, à l'Université Paris-Sud/Paris-Saclay, le Master 2/LLM « Propriété intellectuelle fondamentale et technologies numériques », en co-diplômation avec l'Université de Laval (Québec).

Françoise BERTHOUD est ingénieure de recherche au CNRS, au laboratoire GRICAD à Grenoble. Formée en écologie et à l'informatique, elle s'est investie pendant une vingtaine d'années dans la gestion de systèmes informatiques et le déploiement de moyens pour servir à la modélisation et à la simulation numérique. Depuis une dizaine d'années, elle anime le Groupement du CNRS EcoInfo, qui vise à améliorer la connaissance, à sensibiliser, à former et à apporter des expertises sur les impacts environnementaux des technologies du numérique. Elle est co-auteure de l'ouvrage *Impacts écologiques des TIC. Les faces cachées de l'immatérialité*, paru aux Éditions EDP en 2012. Elle a participé à de nombreuses conférences et est l'auteure de nombreuses productions sur cette thématique.

Amélie BOHAS est maître de conférences à la Faculté d'Économie et de gestion d'Aix-Marseille Université et membre du laboratoire CRET-LOG. Il est titulaire d'une thèse en sciences de gestion obtenue à l'Université Lyon 3 en décembre 2013, pour laquelle il lui a été décerné le prix de thèse AIM-FNEGE 2014. Ses travaux portent sur le lien existant entre les systèmes d'information, le développement durable et la responsabilité sociale des entreprises et sur l'adoption du green IT. Elle étudie en particulier les impacts écologiques des technologies de l'information et de la communication à travers leur cycle de vie. À ce titre, elle est membre du GDS EcoInfo depuis 2009 et y anime désormais l'axe Ressources-Déchets. Elle est co-auteure de l'ouvrage *Impacts écologiques des TIC. Les faces cachées de l'immatérialité*, paru aux Éditions EDP en 2012.

Karima BOURQUARD, titulaire d'un doctorat, est consultante Senior. Elle est fondatrice de IN-SYSTEM et est directrice Interopérabilité à l'IHE-Europe. Au cours de ces 15 dernières années, elle a contribué à la création et au développement de l'IHE (Intégrer les organisations de santé) en France et en Europe. Elle est co-présidente d'IHE-France et est membre représentant d'IHE international au sein du conseil d'administration d'Interop'Santé. Elle a été co-présidente d'IHE-Europe. Elle a contribué à des projets européens comme ePSOS (échange transfrontalier de documents cliniques en Europe), Antilope (définition du cadre d'interopérabilité européen en santé) et EURO-CAS sur l'évaluation de la conformité des produits en santé. Forte de son expertise en ISO/IEC 17025, elle a contribué à la définition de l'évaluation de la conformité d'IHE international (IHE CAS). Elle a aussi participé à différents programmes régionaux et nationaux en Europe et dans le monde en apportant son expertise à la définition de cas d'utilisation pour la stratégie en e-Santé, de cadres de tests, de spécifications comme le volet médical, la e-prescription, les résultats de laboratoire, etc. Elle est intervenue en support de projets de télémédecine ou de télé-imagerie. Elle est membre fondateur du forum des Living Labs, une association française œuvrant au développement de solutions innovantes au bénéfice des citoyens. Entre 2000 et 2009, elle a dirigé de nombreux projets de spécifications dans les domaines des systèmes d'information hospitaliers, de la conduite du changement, etc., et ce en qualité de directrice des études au GMSIH (Groupement de modernisation des systèmes d'information hospitaliers).

Justine BULKAERT est doctorante en sciences économiques à HEC Liège, l'école de gestion de l'Université de Liège et est chercheuse au sein du LCII (Liege Competition and Innovation Institute). Elle travaille sous la supervision du professeur Axel Gautier. Ses travaux de thèse portent sur la concurrence et la régulation des industries innovatrices.

Gabrielle FELTIN est ingénieur de recherche au CNRS, elle est responsable du pôle Infrastructure à l'UMS GRICAD à Grenoble. Elle pilote le comité technique du DataCenter de l'ESR sur Grenoble. Elle a rejoint le Groupement du CNRS EcoInfo et anime l'axe Hébergement de services numériques.

Axel GAUTIER, docteur en sciences économiques, est professeur d'économie à HEC Liège, l'école de gestion de l'Université de Liège, depuis 2007. Il enseigne la microéconomie, l'économie industrielle et la théorie des jeux. Ses centres d'intérêt actuels en matière de recherche se concentrent sur la régulation des industries de réseaux et la politique de concurrence ; il contribue activement à la littérature dans ce domaine. Axel Gautier est co-directeur du LCII (Liege Competition and Innovation Institute). Pour plus d'informations sur le LCII : <http://www.lcii.eu/people/gautier-axel/>

Chloé GIRARD est doctorante en sciences de l'information et de la communication à l'Université de Paris-Nanterre ; elle est affiliée au laboratoire Dicen du Cnam. Ses travaux de recherche portent sur l'intégrité du texte en contexte numérique ainsi que sur la centralisation du Web. Elle est également responsable de fabrication numérique pour les Éditions Droz, responsable du développement de logiciels libres pour l'édition numérique et, depuis 2017, membre de la Commission numérique du Centre national du livre en tant que représentante des éditeurs indépendants. <http://chloegirard.edition.international/doku.php?id=site:cv>

Patrick GUILLEMIN (<https://www.linkedin.com/in/patrickguillemin/>) is ETSI (www.etsi.org) Technical and Senior Research Officer and ETSI IoT Coordinator. Patrick Guillemin actively supports ETSI involvement in EU funded IoT research and innovation projects (H2020) and is currently AIOTI (the Alliance for Internet Of Things Innovation www.aioti.eu) WG03 (IoT Standardisation working group) Chairman (and AIOTI Steering Board Member). Patrick Guillemin has 33 years of experience in international ICT project management including 25 years in ETSI (IT system and Security Administration Director, Plugtests Technical Manager, Strategy and New Initiatives Senior Research Officer). He is in charge of ETSI IoT, SmartM2M, CIM and eHealth standardization (Technical Officer). He has been the first IoT cluster coordinator (CERP-IoT), then the standardization coordinator of IoT in the IoT European Research Cluster (IERC) of the European Commission. Patrick has created ETSI ISGs (ISI, LIS, LTN, OEU, CIM) and ETSI TC CLOUD. He has been Software Engineering Teacher at CNAM Nice for 14 years (1992-2006). He worked as CIO for the French Stock Exchange (1985-1989) and for DEC (now HP) as Project Manager and consultant (1989-1993). Patrick Guillemin is the editor of the first EC IoT Cluster Book and is author in all annual IoT Cluster Book editions (2010-2018). Patrick Guillemin is author for Editions Techniques de l'Ingénieur on RFID, IoT, Security and Quantum Cryptography.

Charles HUOT a débuté sa carrière au Centre européen de Mathématiques appliqués d'IBM à Paris, où il a réalisé sa thèse en Intelligence économique et science de l'information au début des années 1990. Il est aujourd'hui directeur général et co-fondateur de la société de conseil scientifique et technique sur les données, *People in the Sun*. Il a été précédemment l'un des directeurs et cofondateurs en 2000 de l'éditeur de logiciels, Text Mining TEMIS. Très engagé dans l'écosystème numérique en Île-de-France, il est vice-président du pôle de compétitivité Cap Digital

chargé des relations avec les experts et l'innovation. Charles Huot a présidé durant cinq ans le GFII (Groupement français de l'industrie de l'information), qui associe les acteurs du marché de l'information et de la connaissance. Il a fondé en 2013 l'Alliance Big Data, dont il a été président du comité éditorial. En 2014, il a pris la responsabilité d'un groupe de travail de l'AFNOR chargé de la rédaction du Livre blanc « Big Data et Normalisation ». En complément de ses activités d'entrepreneur, Charles Huot est également enseignant à l'École de guerre économique.

Philippe JACQUET, X78, IM84, est Ingénieur général des Mines. De 1984 à 2011, il a été chercheur et directeur de recherche à l'Inria. Depuis 2011, il est directeur de département à Nokia Bell Labs (anciennement Alcatel Lucent). Ses domaines de recherche sont les analyses d'algorithmes, la théorie de l'information et les télécommunications sans fil, les données massives et l'Intelligence artificielle. Il a participé aux actions de normalisation de Hiperlan et est l'architecte principal du protocole de routage sans fil OLSR de l'IETF. À ce titre, il a reçu le prix Science et Défense en 2014.

Matthias de JOUVENEL, ancien élève de l'École normale supérieure de Cachan (département d'Économie et de gestion, 1997-2000) et ancien élève de l'École nationale supérieure des Postes et Télécommunications (2001-2002), est administrateur civil hors classe chargé de mission au sein du Conseil général de l'Économie (CGE), où il pilote le baromètre du numérique depuis plusieurs années.

Achilleas KEMOS is Policy Officer within European Commission's Unit dealing with Future Connectivity Systems, with a particular focus on standardisation activities. He has been Commission representative in the key technical bodies related to Internet Protocol (IP) standards and IP address allocation policies (IETF and RIPE respectively) since 2012, bridging policy considerations with technology issues. He is currently co-chairing RIPE's Cooperation Workgroup. In his career with the European Commission he has dealt with issues on Internet Governance, managing the High level Group on Internet Governance, ITU relations, Network and Information Security, and Digital broadcasting, where he was instrumental in the adoption of the "HD-ready" campaign and shaped policy in digital broadcasting, notably Interactive DTV interoperability, HDTV interoperability and mobile broadcasting. He holds a degree on Electronic Engineering from University College London, and post-graduate degrees in European Business Engineering and Project Management from the Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne and Université Rennes 1 respectively.

Gérard LALLEMENT, ingénieur général des Mines, est en fonction au Conseil général de l'Économie (CGE).

Jean-François LEGENDRE est responsable Développement de l'Association française de normalisation. Il est le rapporteur du Comité stratégique de l'Afnor sur la normalisation du secteur de l'information et de la communication numérique, un comité qui a anticipé et instruit les besoins normatifs pour la *Blockchain*. Jean-François Legendre est par ailleurs membre de plusieurs groupes stratégiques au sein de diverses instances internationales, notamment le Comité européen de normalisation (CEN) et l'Institut européen de standardisation des télécommunications (ETSI).

Olivier PEYRAT, ancien élève de l'École polytechnique, est ingénieur en chef au corps des Mines et diplômé de l'École nationale supérieure des Télécommunications de Paris, de l'exécutive MBA d'HEC et de l'INSEAD (AMP). Il est lauréat de la Fondation nationale entreprises et performance (FNEP) et est ancien auditeur de l'Institut des hautes études de la Défense nationale. Il débute sa carrière en tant qu'adjoint, puis devient responsable de la division Développement industriel à la direction régionale de l'Industrie et de la Recherche d'Île-de-France, en 1984. En

1987, il est nommé chef du bureau Qualité-Certification à la direction générale de l'Industrie. En 1988, il est le rapporteur de la mission Texier sur la certification d'entreprises au ministère de l'Industrie. Il rejoint l'Association française pour l'assurance de la qualité (AFAQ) en 1989, en tant que Secrétaire général, avant d'en devenir le directeur général (en 1993). Fin 1995, il est nommé Conseiller technique auprès du ministre de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications. En 1997, parallèlement à ses fonctions de directeur général d'AFAQ, il est nommé président du directeur d'Afaq Ascert International. Il est nommé directeur général du Groupe AFNOR en juin 2003, et administrateur du Comité européen de normalisation (CEN). Aujourd'hui administrateur de l'ISO, il a été élu à deux reprises vice-président Finances de l'ISO pour les périodes 2013/2014 et 2015/2016. Il est également, depuis 2016, membre du Comité d'experts normalisation auprès du gouvernement chinois. Olivier Peyrat a par ailleurs présidé diverses commissions ou groupes de normalisation au plan national, européen et international. De 2007 à 2011, il a présidé le CASCO (Conformity Assessment Committee), qui est le comité de l'ISO chargé de la politique ISO et de l'élaboration des normes internationales dans le domaine de l'évaluation de conformité : essais, certification, inspection, accréditation, etc. Il est membre du bureau du Groupe des industries métallurgiques (GIM) de la région Île-de-France.

François RANCY est ingénieur général des Mines, ancien élève de l'École polytechnique (X74) et de l'École nationale supérieure des Télécommunications de Paris (1977). De 2011 à 2018, il a été directeur du bureau des Radiocommunications à l'Union internationale des télécommunications, après avoir été directeur général de l'Agence nationale des fréquences (ANFR), de 2004 à 2010, et directeur de la Planification du spectre et des affaires internationales à l'ANFR, de 1997 à 2004. De 1992 à 1997, il a occupé les fonctions de chef du bureau Fréquences de France Télécom et, en parallèle, de 1994 à 1997, celles de chef du Groupement sur les études de radiocommunications et la gestion des fréquences au Centre national d'études des télécommunications, où il avait commencé sa carrière en 1979 comme ingénieur en systèmes à satellites sur les programmes français TELECOM 1 et TELECOM 2 et sur le système mondial INTELSAT.

Jacques SERRIS est depuis 2010 ingénieur général des mines au Conseil général de l'Économie, au ministère de l'Économie et des Finances. Au sein du Conseil, il réalise principalement des missions ou audits dans les domaines de l'innovation, de la politique industrielle et du numérique. Il a précédemment travaillé au ministère de la recherche, comme directeur adjoint de la technologie, puis comme directeur général adjoint de l'Ifremer. Il a présidé pendant 4 ans, jusqu'en 2007, le comité de la politique scientifique et technologique de l'OCDE. Dans les années 90, il a travaillé au ministère de l'Industrie, puis au ministère de l'Économie et des Finances comme chef du service de l'innovation et de la qualité et délégué interministériel à la normalisation. Il a démarré sa carrière à France Télécom, comme responsable commercial à Lille, puis dans les affaires spatiales à Paris. Né en 1954, il est ancien élève de l'École Normale Supérieure (Ulm) et de Télécom ParisTech.

Cédric SIBEN est ingénieur général du corps des Mines, et membre du Conseil général de l'Économie (CGE) depuis décembre 2014. Après avoir étudié et déployé des réseaux radio, exploité et conçu des réseaux de télécommunications à France Télécom entre 1980 et 1998, il a dirigé des services informatiques au ministère de la Justice et dans des opérateurs nationaux. Ses travaux au CGE portent sur le numérique, les politiques industrielles et l'évaluation des grands projets informatiques. Il est diplômé de l'École polytechnique (1975) et de l'École nationale supérieure des télécommunications (1980). Il est co-auteur, avec Jean Cueugnet et Jean-Gabriel Remy, de *Systèmes de radiocommunications avec les mobiles* (Eyrolles, 1988).

Peter STUCKMANN is managing the Commission’s policy on 5G communication systems and the related research and innovation programme. Before his appointment as Head of Unit he was managing the office of the Director General of DG CONNECT, Roberto Viola, coordinating the Commission’s digital policy initiatives. The portfolio included Digital Single Market, Broadband Policy, Telecoms, Media and Online Policy, the Copyright Reform as well as the EU ICT Research and Innovation Programme. Between 2010 and 2014 he was Head of Sector “Spectrum Policy”, was penholder of main elements of the Commission proposal on the Telecom Single Market and the Roaming regulation, and was responsible for the implementation of the EU telecom rules in Germany and Austria. Between 2005 and 2010 he coordinated the EU R&D programme leading to the 4G mobile communications standards. Before joining the European Commission in 2004 he has occupied several engineering and management positions in industry, academia and start-ups. He holds engineering and doctoral degrees from RWTH Aachen University, Germany.

Laurent TOUTAIN est maître de conférences dans le département SRCD de l’IMT-Atlantique. Expert reconnu des protocoles de l’Internet, après avoir contribué à la standardisation et au déploiement d’IPv6, il s’est spécialisé depuis quelques années dans l’Internet des Objets et plus particulièrement dans l’utilisation des technologies radio longue portée faible puissance (LPWAN). Il a défini à l’IETF une nouvelle méthode de compression d’en-têtes pour ces technologies radio. Il a fondé avec Alexander Pelov la société Acklio qui propose des solutions logicielles nées de leurs travaux de recherche pour mieux intégrer cet Internet des Objets. Il est l’auteur de plus d’une centaine de publications scientifiques, de standards et de livres traduits en plusieurs langues.

Michelle WETTERWALD est titulaire d’un diplôme d’ingénieur de Télécom Bretagne et d’un doctorat de Télécom ParisTech. Elle est experte en réseaux et systèmes mobiles chez Netellany à Sophia Antipolis (dans le sud de la France). Elle compte plus de trente années d’expérience à différents postes dans la recherche et dans l’industrie des TIC. Son principal domaine d’intérêt est la connectivité des appareils mobiles dans les réseaux sans fil et la conception et la normalisation de systèmes de transport intelligents coopératifs (STI-C) et de solutions Internet des objets (IoT). Ses projets récents portent sur la normalisation de l’interopérabilité des plateformes IoT normalisées, la coopération entre les domaines verticaux de l’agriculture et des STI-C à l’aide d’une plateforme M2M et de l’analyse du panorama des normes de l’IoT. Elle est professeur vacataire en école d’ingénieurs à Sophia Antipolis et à Paris et participe à des projets d’analyse technique pour l’ETSI et des PME. Elle est experte pour la Commission européenne (H2020) et d’autres agences pour la recherche en Europe (évaluations et revues de projets). Elle est auteure et co-auteure de 6 brevets sur les premiers systèmes WLAN et de plus de 50 articles techniques sur les mécanismes avancés de mise en réseau sans fil. Elle est membre senior de l’IEEE.

LA GAZETTE DE LA SOCIÉTÉ ET DES TECHNIQUES

N° 100 – Janvier 2019

INNOVATION RIGHT-TECH : VERS LA FIN DU « TOUT-TECHNOLOGIQUE »

Par **Romain CAMPILLO**,
Céline FASULO
et **Christophe ZHANG**,
Ingénieurs des mines

L'innovation n'a jamais été autant vantée. Elle est présentée comme la solution à tous nos problèmes : compétitivité, chômage, changement climatique, explosion à venir des coûts de santé... On parle de numérique, d'objets connectés, de voitures autonomes, de robots qui remplaceraient les humains. Pourtant, l'innovation ne se résume pas à de nouvelles solutions techniques, toujours plus sophistiquées. C'est aussi le moyen de questionner les usages et de réfléchir aux coûts, économiques et environnementaux, induits par nos habitudes. A-t-on toujours besoin de plus ? Comment mieux répondre au juste besoin ?

Publication des Annales des Mines
avec le concours du Conseil
général de l'Économie

La Gazette

DE LA SOCIÉTÉ
ET DES TECHNIQUES

N°100 - BIMESTRIEL
JANVIER 2019

INNOVATION RIGHT-TECH : VERS LA FIN DU « TOUT-TECHNOLOGIQUE »

L'innovation n'a jamais été autant vantée. Elle est présentée comme la solution à tous nos problèmes : compétitivité, chômage, changement climatique, explosion à venir des coûts de santé... On parle de numérique, d'objets connectés, de voitures autonomes, de robots qui remplaceraient les humains. Pourtant, l'innovation ne se résume pas à de nouvelles solutions techniques, toujours plus sophistiquées. C'est aussi le moyen de questionner les usages et de réfléchir aux coûts, économiques et environnementaux, induits par nos habitudes. A-t-on toujours besoin de plus ? Comment mieux répondre au juste besoin ?



« Se défier du ton d'assurance qu'il est si facile de prendre et si dangereux d'écouter »
Christophe Campillo
Journal des mines n°1
Vendémiaire An III (1794)

prochaine des activités de conception dans les pays du Sud, canonisés jusqu'alors à la production de masse de biens ou de services à faible valeur ajoutée. D'autres économistes se concentrent sur le caractère environnemental de l'innovation frugale : des produits moins complexes, fabriqués localement, facilement réparables et recyclables ouvrent la voie vers un développement économique soutenable et socialement tenable pour plusieurs milliards d'individus. Les nouveaux concepts étonnent et l'hypothèse : *cost innovation, reverse innovation, sustainable innovation...*

Un engouement difficilement généralisable

Face à cet engouement, nous avons cherché des exemples d'innovation frugale en France. Était-elle réservée à l'Inde et à son contexte d'affaires particulier ? Pourrait-on trouver des cas inédits à étudier ? Est-ce généralisable à tous les secteurs ?

Il nous a fallu faire le tri entre les entreprises qui disaient faire du frugal sans nous convaincre, celles qui semblaient en faire sans l'effleurer, celles qui n'avaient jamais osé nous parler, mais dont la stratégie est en accord avec les principes de l'innovation frugale.

Prenez l'exemple de Dacia Logan. La « voiture à 6 000 dollars » voulue par Louis Schweitzer, alors PDG de Renault, a surpris. La tendance du secteur était au haut de gamme alors qu'il décidait de cibler les marchés émergents avec des voitures abordables. Les études de marché sont plus prudentes, l'équipe d'ingénierie peine à recruter des collaborateurs en interne : les risques d'échec semblent bien trop grands pour une voiture qui « ne fera pas élever le client » et qui, à l'époque, est vouée à rester sur des marchés à faible pouvoir d'achat. La direction maintient le cap. Le rachat du constructeur roumain Dacia permettra de séparer

À l'occasion de notre mémoire de fin d'études au Corps des Mines, nous nous sommes intéressés à l'innovation, en commençant par « l'innovation frugale ». Comment expliquer que, simultanément à l'envolée des coûts de l'innovation en Occident, l'Inde parvienne à concevoir, produire et lancer une sonde spatiale pour 53 millions d'euros – soit à peu près la moitié du budget du film *Gravity* ou un dixième du coût du programme Mars de la NASA, sonde mise en orbite autour de Mars trois jours plus tôt ? Que faire face à la complexification inouïe des systèmes, multipliant coûts de maintenance et laissant l'utilisateur désespéré face aux pannes ? Et que dire de l'impact environnemental des produits « innovants », bonifiés d'électroscopie, donc rapidement mis au rebut, car irréparables, et difficilement recyclables ?

**L'INNOVATION FRUGALE,
UN CONCEPT QUI S'IMPORTE**

Un concept qui vient du Sud

En 2012, trois universitaires indiens, Navi Radjou, Jaljeep Prabhu et Simone Ahuja, publient *Jugal Innovation!* et conceptualisent ce qui deviendra en France l'innovation frugale. Ils le définissent comme l'ingénierie systématisée, ou encore comme le « système D », qui s'appuie sur de fortes contraintes et sur de rares ressources pour être innovant. L'exemple devenu typique est le *MartCool*, réfrigérateur en terre cuite qui fonctionne sans alimentation électrique et qui est destiné aux familles pauvres en zone rurale.

Les cabinets de conseil et certains chefs d'entreprise s'emparent du concept. La preuve en fait qu'il est possible de « faire mieux avec moins ». Certains économistes y voient le signe de la délocalisation

À télécharger sur : http://Annales.org/gazette/2019/gazette_100_01_19.pdf