

GOUVERNER LE HTML

Analyse du processus de normalisation du code HTML5 et de la controverse
« Encrypted Media Extensions »

Guillaume Sire

La Découverte | « Réseaux »

2017/6 n° 206 | pages 37 à 60

ISSN 0751-7971

ISBN 9782707197740

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-reseaux-2017-6-page-37.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour La Découverte.

© La Découverte. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

GOUVERNER LE HTML

Analyse du processus de normalisation du code HTML5
et de la controverse « Encrypted Media Extensions »

Guillaume SIRE

Internet est moins une réalité monolithique qu'une relation plus ou moins stabilisée et négociable, instable et négociée, entre des individus et des technologies. Aussi son évolution est-elle assimilable à une succession de configurations sociotechniques dont « la trajectoire est infléchie par des échecs liés à la volonté d'imposer des formules valant auparavant, mais tout à coup insuffisamment compatibles avec la nouvelle configuration » (Rebillard, 2007, p. 132). C'est à cet infléchissement et à cette volonté d'imposer des formules que le présent article est consacré. Plus précisément, il s'agit d'analyser le fonctionnement du *World Wide Web Consortium* (W3C) et, en son sein, les discussions concernant le *Hypertext Markup Language* (HTML), norme essentielle du web aussi bien au niveau appliqué qu'au niveau conceptuel (Flanagin *et al.*, 2010, p. 183).

Nous nous situons dans la ligne de ceux qui considèrent que le code informatique joue un rôle crucial en société (Lessig, 1999 ; Marino, 2006) et qu'il est par conséquent nécessaire d'étudier les forces qui le « gouvernent » (Mackenzie et Vurdubakis, 2011, p. 6). Nous nous plaçons également dans la ligne des travaux consacrés à la gouvernance d'Internet, à ceci près que notre analyse n'a pas lieu au niveau des états ou des organisations internationales exerçant leur pouvoir en signant des traités et en promulguant des lois (Cogburn *et al.*, 2005 ; Cogburn *et al.*, 2008 ; Weber, 2010). Elle n'a pas non plus lieu au niveau des tribunaux et des instances de régulation exerçant leur pouvoir en interprétant lesdites lois et en faisant exécuter les sentences (Conseil de l'Europe, 2015). Elle n'a pas lieu enfin au niveau des infrastructures physiques par lesquelles les concepteurs et les propriétaires peuvent contraindre le comportement des utilisateurs (Musiani *et al.*, 2016). Notre analyse a lieu au niveau d'une arène ouverte n'ayant ni le pouvoir légal ni la capacité technique d'imposer quoi que ce soit, et dont l'objectif est d'élaborer des protocoles, c'est-à-dire « des règles auxquelles les développeurs de matériel et de logiciels pourront se référer en étant alors certains que leurs produits pourront interagir avec ceux des autres développeurs » (De Nardis, 2014, p. 65). Ces protocoles constituent autant de « normes », explique Laura de Nardis, faisant l'objet d'une « dynamique conservatrice » puisqu'une fois répandus « des forces économiques et sociales considérables seront nécessaires pour les

modifier » (*ibid.*). Le code HTML est l'un de ces protocoles, et notre objectif ici est précisément d'étudier les forces nécessaires à sa modification.

Notre article se structure en trois parties. D'abord, nous décrivons le W3C et les étapes du processus de normalisation en son sein en présentant ce qu'étaient les objectifs de leur créateur, Tim Berners-Lee, lorsqu'il les a mis en place : interopérabilité et décentralisation. Ces objectifs ont longtemps été conciliables avec la libre circulation de l'information, l'ouverture des formats et la transparence prônées par les pionniers de l'Internet (Turner, 2012), ce qui a fortement contribué au succès du web dans les années 1990 et 2000. En adoptant une approche pragmatique de l'innovation, nous décrivons le « cadre de référence » (Flichy, 2003) où le code HTML est « stabilisé » (Bijker, 1995).

Dans un deuxième temps, nous décrivons la procédure de normalisation du code HTML, de manière à identifier les acteurs en présence et les enjeux de la négociation. Nous expliquons comment et pourquoi en 2005 les propriétaires de navigateurs ont créé une seconde arène, le Whatwg, sans pour autant quitter le W3C, jouant ainsi sur deux tableaux. Pareil positionnement est possible dès lors qu'ils sont les seuls à pouvoir faire en sorte qu'une recommandation publiée par le W3C ait l'effet normatif escompté. En effet, leurs navigateurs ayant pour vocation de lire et d'exécuter le code HTML, ce sont eux les destinataires des balises et les garants de leur « performativité » (Mackenzie, 2006). Nous verrons que l'opposition entre les partisans d'une norme stable et ceux d'un format évolutif constitue ce que la théorie de la construction sociale des technologies appelle une « ligne de conflit » (Lernet, 2004) que certains n'hésitent d'ailleurs pas à comparer à la frontière de l'Inde et du Pakistan. Et nous expliquerons pourquoi les deux visions sont conciliées malgré cette opposition.

Dans un troisième temps, nous analyserons la controverse ayant eu lieu au sein du W3C dans le cadre des discussions concernant une spécification du HTML5 nommée *Encrypted Media Extensions* (EME), cela parce que nous pensons qu'il est plus facile de comprendre *ce que sont* et *à quoi tiennent* les normes technologiques en étudiant les controverses les concernant (Feenberg, 1995). Nous décrypterons les tenants et les aboutissants de ce conflit opposant depuis 2012 les partisans d'une interopérabilité des systèmes de gestion des droits d'auteur à ceux d'une libre circulation de l'information et à ceux de la transparence des dispositifs. Là encore est apparue une ligne de conflit, mais qui cette fois n'a pas débouché sur une conciliation où chacun aurait trouvé son compte, mais sur une victoire des partisans de l'EME et une défaite de ses opposants.

Nous nous sommes basés pour notre enquête sur les documents techniques produits par le W3C, les chartes officielles, les listes de diffusion, les interventions des parties prenantes, les pétitions en ligne visant à faire retirer l'EME et les objections formelles adressées au W3C. Nous avons également interrogé Harry Halpin, chercheur à l'INRIA et anciennement employé du W3C, ayant organisé les débats concernant l'EME, et Robin Berjon, éditeur de la norme HTML5 à partir de 2012 au W3C.

LE W3C, TIM BERNERS-LEE ET LA PROCÉDURE

Après avoir développé les trois protocoles centraux du web – *Uniform Resource Locator* (URL), *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) et *Hypertext Markup Language* (HTML) – au CERN à Genève à partir de 1990, Tim Berners-Lee les développa un temps à l'*Internet Engineering Task Force* (IETF), dont l'objectif est de produire les protocoles d'Internet. Mais trouvant les procédures de l'IETF trop contraignantes (Russel, 2003), il décida de créer sa propre structure, dédiée au seul web : le *World Wide Web Consortium* (W3C). Le W3C fut ainsi créé en octobre 1994 pour que « le web réalise tout son potentiel, en développant les protocoles et directives susceptibles d'assurer sa croissance à long terme » (Halpin, 2008).

Diplômé en sciences physiques à Oxford en 1976, Tim Berners-Lee est un scientifique dont l'objectif en créant le web était de rendre compatible les infrastructures et logiciels d'Internet, c'est-à-dire de créer une modalité de circulation du contenu qui fonctionnerait sur tous les ordinateurs quelle que soit leur configuration et dont le fonctionnement ne reposerait sur aucun serveur central (Berners-Lee, 1999 ; Festa, 2002). Ce double objectif d'interopérabilité et de décentralisation a donc été incorporé dès le début dans les normes techniques du web (Berleur et Poulet, 2002). En plus de le satisfaire, les trois protocoles que Tim Berners-Lee créa rencontrèrent également l'objectif des pionniers de l'Internet qui était de mettre sur pied « un espace ouvert et sans frontière » (Lenert, 2004, p. 253). C'était le cas par exemple du créateur de la *Free Software Foundation* (FSF), Richard Stallman, à qui Tim Berners-Lee trouvait des accents « presque religieux » quand il prônait la libre circulation de l'information, mais avec qui il fut heureux de collaborer, ainsi qu'avec d'autres pionniers, dès lors que cela contribuait à faire connaître les protocoles du web et à faire en sorte qu'un maximum d'acteurs, sans y être contraints, s'y réfèrent de leur plein gré – condition *sine qua non* pour l'interopérabilité (Gillies et Cailliau, 2000, p. 209). Toutefois, contrairement

à nombre d'entre eux, il est important de noter que dès le départ Tim Berners-Lee n'avait rien contre les objectifs de rentabilité de certains acteurs privés dont la participation était selon lui essentielle au web (Russel, 2003, p. 14).

La procédure de normalisation du W3C

Toutes les personnes morales, de toutes les tailles, États, entreprises, institutions et associations peuvent devenir membres du W3C, en versant un montant variant selon leurs ressources (jusqu'à 59 000 euros par an pour une grande entreprise en France). Des groupes de travail sont ensuite créés, auxquels peut participer n'importe quel membre et dont les productions sont publiques. Leur vocation est d'établir *un cadre de référence* : « un cadre frontière propre aux différents acteurs qui collaborent dans une activité technique, aussi bien à la communauté des inventeurs, des ingénieurs et des techniciens qu'à celles des usagers. Ce cadre peut se transformer dans le temps. Il doit être suffisamment rigide pour maintenir la cohérence des acteurs et suffisamment flexible pour tenir compte des projets spécifiques de chacun » (Flichy, 2003, p. 123). C'est dans les interactions au sein de ces groupes que se jouent la « stabilisation » (Bijker, 1995) et la « structuration » (Benezech, 1996) des protocoles du web, selon une procédure que nous décrirons ci-après.

Le principal objectif du W3C est de permettre à ses membres de proposer des améliorations et des nouveautés concernant les protocoles, puis d'organiser la discussion autour de ces propositions pour finalement, et éventuellement (toutes n'aboutissent pas), en faire des « recommandations officielles ». Une fois adoptées, celles-ci peuvent être considérées comme des normes (Elabnody, 2012), dès lors qu'elles sont basées sur des documents « déterminant des spécifications techniques de biens, de services ou de processus qui ont vocation à être accessibles au public, [qui] résultent d'un choix collectif entre les parties intéressées à sa création, et [qui] servent de base pour la solution de problèmes répétitifs » (Lelong et Mallard, 2000, p. 11). Comme nous le disions dans l'introduction, elles ont toutefois la particularité de se présenter comme des *prescriptions* (Akrich, 2006, p. 161), dans le sens où les développeurs ne sont pas obligés de s'y conformer. En effet, du point de vue juridique comme du point de vue technique, les acteurs concernés ne sont pas obligés d'en tenir compte tant qu'ils ne s'y sont pas formellement engagés (Lundblad, 2007 ; Sire, 2015). Par exemple, la fondation Mozilla, propriétaire du navigateur Firefox, n'est jamais *obligée* de changer les paramètres de son navigateur pour prendre en compte une recommandation du W3C – nous

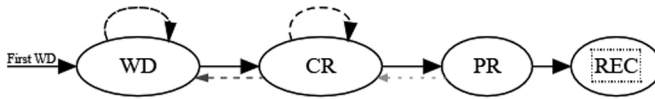
verrons en revanche avec l'exemple de l'EME comment elle peut y être tellement incitée qu'elle finit par s'y sentir obligée.

Comme toujours dans le cas de l'écriture des normes, le processus d'élaboration d'une recommandation du W3C « peut être envisagé conjointement comme production d'un texte et comme mise en convergence des réseaux sociotechniques » (Mallard, 2000, p. 39). Ce processus est décrit dans le *W3C Process document*, qui est pour ainsi dire la « constitution » du W3C (Russel, 2003, p. 13) et a la particularité d'être sensiblement différent des régimes de normalisation ayant cours dans l'industrie informatique ou des télécommunications (Hawkins, 2000, p. 126). Toute discussion – qu'elle concerne une nouveauté, une modification de l'existant ou bien le processus de normalisation lui-même – commence par la constitution d'un groupe de travail auquel participent des représentants des organisations membres du W3C, si celles-ci sont intéressées, des employés du W3C ainsi que certains experts invités étant donné leurs compétences sur le sujet. Chaque groupe a sa propre charte, comportant la description du sujet, une durée envisagée (variant entre six mois et deux ans), les objectifs et les règles de la discussion. C'est l'annonce d'un *Call for participation* qui fait office de création d'un groupe de travail. Les discussions ont ensuite lieu par liste mail, vidéoconférence, téléphone (*distributed meetings*) et lors de colloques et de séminaires (*face-to-face meetings*).

Chaque modification significative doit franchir cinq étapes : *First Working Draft* (FWD), *Working Draft* (WD), *Candidate Recommendation* (CR), *Proposed Recommendation* (PR) et *Recommendation* (REC). Seule la REC peut être considérée comme une norme stable. Chacune des étapes précédentes correspond à ce que le W3C nomme un « degré de maturité », c'est-à-dire une modalité de discussion spécifique, sachant que plus le document avance dans le processus et moins son objet est malléable. Au fur et à mesure des étapes, la norme se *précise* : on passe progressivement de ce que Patrice Flichy nomme « l'objet-valise », c'est-à-dire une phase d'indétermination dans les choix technologiques, à un projet concret résultant d'une négociation entre les acteurs concernés : « l'objet-frontière » (Flichy, 2003, pp. 226-231). Pour franchir chacune des étapes, il existe des conditions qui doivent obligatoirement être remplies (*must*) ainsi que certaines conditions facultatives (*may* et *should*). S'il est jugé par le Comité consultatif (*Advisory Committee*), composé d'un représentant pour chaque membre du W3C, ou par Tim Berners-Lee directement, que les conditions techniques ne sont pas rencontrées, le texte est renvoyé à l'étape en cours, ou bien à l'étape précédente (flèches en pointillé sur la figure 1). Le texte du document et son contexte évoluent conjointement

durant le processus ; il peut notamment y avoir de nouveaux entrants dans la discussion, et des participants peuvent au contraire quitter le groupe de travail. Une telle évolution conjointe du texte et du contexte est caractéristique des processus d'innovation (Latour *et al.*, 1991), en particulier dans le cas où le document servant de base à la négociation est l'aiguillon qui assure ou non « la mise en convergence des réseaux sociotechniques » (Mallard, 2000, p. 43).

Figure 1. Le processus de normalisation du W3C



WD : *Working Draft* / CR : *Candidate Recommendation*
 PR : *Proposed Recommendation* / REC : *Recommendation*

Source : World Wide Web Consortium, Process document.

Le WD est discuté par les membres du WG, mais aussi par les individus et les organisations intéressés, via des listes de diffusion. Il ne « représente pas nécessairement un consensus du groupe de travail, et n'implique donc pas que le W3C ou ses membres soient d'accord sur autre chose que sur le principe de travailler sur cette technologie » (W3C, 2015, 6.1.2). Dès l'étape CR, le document doit pouvoir être ratifié en l'état, c'est-à-dire qu'il est censé remplir les conditions techniques d'une recommandation officielle. Cependant, des éléments centraux peuvent encore être changés, même si c'est plus difficile qu'à l'étape WD. L'étape PR sert à savoir si oui ou non le texte, en l'état, peut devenir une REC. C'est Tim Berners-Lee, ou bien celui à qui il a délégué son pouvoir, qui choisit si un CR peut passer au stade PR, c'est-à-dire qu'il choisit si le CR peut être figé pour en tester la stabilité et l'efficacité et, éventuellement, en faire une REC, non plus seulement *figée*, mais véritablement *stabilisée*. Une fois le passage de CR à PR effectué, une date est fixée à l'issue de laquelle le Comité consultatif devra rendre son avis, sans qu'aucun changement substantiel ne puisse plus être fait sans un retour à l'étape WD ou à l'étape CR. Finalement, la dernière étape est franchie si et seulement si le directeur décide, après avoir pris connaissance de l'avis du Comité consultatif, que le W3C peut officiellement décréter la norme stable. Le W3C se mettra alors à encourager la mise en œuvre et la prise en main la plus large possible de cette « REC » par les acteurs concernés, et fera en sorte qu'aucun

tiers ne puisse déposer un brevet qui aboutirait à profiter financièrement de l'exploitation de cette norme (Russel, 2003 ; Halpin, 2016).

Le processus du W3C confère un pouvoir considérable à Tim Berners-Lee, qui peut prendre en dernière instance des décisions qui ne vont pas dans le sens de l'avis exprimé par le Comité consultatif ou bien trancher alors qu'il reste des objections formelles n'ayant pas été résolues. Pour cette raison, certains auteurs n'hésitent pas à le qualifier de « dictateur à perpétuité » (Malcolm, 2008, p. 57). D'autres, plus mesurés, disent qu'il y a une tension entre un rôle de « facilitateur », qui est le mot employé par le directeur lui-même pour qualifier sa position (Berners-Lee, 1999, p. 89) et un rôle « dictatorial » (Russel, 2003). Si le Comité consultatif n'est pas d'accord avec la décision prise par le directeur, il existe tout de même une procédure d'appel (W3C, 2015, 7.2). Il faut pour y avoir recours qu'au moins 5 % des membres du Comité consultatif se soient prononcés en faveur de l'appel, ce qui déclenche un vote de toutes les organisations membres du W3C pour décider si la décision du directeur est acceptée ou rejetée. Mais en juin 2017, cette procédure n'avait encore jamais été déclenchée.

NORMALISATION DU HTML5

L'*HyperText Markup Language* (HTML) fut d'abord une spécification du protocole Standard *Generalized Markup Language* (SGML), dont l'objectif était de décrire les données communiquées par Internet de façon à ce que tout logiciel amené à interagir avec elles puisse les afficher à l'écran d'un ordinateur, quel qu'il soit, et/ou les actionner comme l'émetteur l'aurait souhaité. Concrètement, les balises HTML permettent au développeur de « prévenir » les navigateurs, moteurs de recherche, etc., de ce qu'il faut faire des contenus d'un site web. Les objectifs prioritaires de Tim Berners-Lee sont satisfaits puisque tous les ordinateurs et tous les navigateurs peuvent lire le format (interopérabilité) et puisqu'aucun serveur central n'est nécessaire (décentralisation). Dans ses premières versions¹, le langage remplissait également les objectifs de transparence et de libre circulation des pionniers comme Stallman. C'est ce qui opposait le HTML à d'autres langages, notamment Flash, lequel ne fonctionnait qu'à condition que le navigateur soit équipé d'un module

1. Le W3C a été créé après la première version du HTML, puis c'est en son sein qu'ont été discutées et stabilisées les versions HTML 2.0 (1995), HTML 3.2 (1997), HTML 4.0 (1997), HTML 4.01 (1999), XHTML 1.0 (2000). La version HTML 3.0 a existé, mais n'a jamais atteint le stade REC.

d'extension spécifique (*plugin*). Si ces autres langages ont toutefois continué à exister, c'est parce qu'ils offraient des possibilités aux développeurs que n'offrait pas, ou moins, le code HTML. Flash permettait par exemple de créer des contenus animés et interactifs. Ils ont également continué d'exister parce que les concepteurs de navigateurs (Netscape, Opera, Safari, Chrome, Firefox, Explorer) avaient accepté que ces langages et leurs *plugins* fussent compatibles avec leurs logiciels en paramétrant ces derniers de sorte que cette compatibilité fût garantie.

En 2004, Ian Hickson, ingénieur ayant travaillé pour Netscape et après 2003 pour Opera, proposa au sein du W3C d'ouvrir une discussion concernant une nouvelle version du HTML substituable à Flash en proposant un langage qui aurait les mêmes fonctions d'animation et d'interactivité. Mais Tim Berners-Lee refusa de créer un groupe de travail, préférant que la discussion continue autour de la version XHTML 2.0, dont l'objectif principal était d'améliorer l'interopérabilité.

Ian Hickson ne renonça pas à son projet et décida, avec plusieurs ingénieurs venant d'Apple, Mozilla et Opera, puis Google à partir de 2005 (qui embaucha Ian Hickson) de créer le *Web Hypertext Application Technology Working Group* (Whatwg). Ce groupe de travail fut doté d'une procédure extrêmement souple comparée à celle du W3C (en fait, aucune procédure ne fut gravée dans le marbre), mais limité à un très petit nombre d'acteurs. L'objectif était d'y concevoir une version HTML5 en dehors du W3C, ce qui était possible dès lors que les membres du Whatwg étaient les propriétaires des navigateurs et pouvaient par conséquent paramétrer leurs logiciels de manière à exécuter les balises qu'ils auraient eux-mêmes mises au point, en plus de celles qui auraient été discutées au W3C. Tous ces acteurs ne quittèrent pas pour autant le W3C, mais Tim Berners-Lee et le Comité consultatif de ce dernier devraient désormais composer avec une arène hors de leur contrôle. Finalement, en 2007, le XHTML 2.0 était l'objet de plusieurs dysfonctionnements techniques, en conséquence de quoi Tim Berners-Lee proposa aux membres du Whatwg d'ouvrir un groupe de travail au sein du W3C concernant le HTML5, ce que Ian Hickson et ses collaborateurs acceptèrent sans pour autant mettre un terme à l'activité du Whatwg, disposant ainsi de deux structures où discuter du même protocole. Les navigateurs de toute manière reconnaîtraient les balises du code HTML5, et ce, qu'elles émanent du W3C ou bien du Whatwg. Les deux arènes éditeraient le langage conjointement, chacune selon sa propre procédure, et les concepteurs de navigateurs participeraient aussi bien à l'une qu'à l'autre, discutant entre eux au Whatwg et avec d'autres au W3C, mais pouvant décider,

dans le cas où une recommandation du W3C ne leur conviendrait pas, de ne pas l'implémenter et de lui préférer des modalités issues du seul Whatwg dans le cas où un arbitrage devrait avoir lieu. Cela, dans la négociation au sein du W3C, leur donne un pouvoir certain quand il s'agit de faire valoir leur opinion.

En 2008, le Whatwg publia un *First public draft* au sein du W3C. En 2009, alors que le XHTML 2.0 ne remplissait toujours pas les conditions techniques nécessaires au passage du stade CR au stade PR, il fut décidé de ne pas renouveler le groupe de travail, dont la charte avait expiré, et de concentrer les efforts du W3C sur le HTML5. Cela donna plus de pouvoir au Whatwg, dont la norme se retrouvait sans équivalentes au sein du W3C, alors que les membres du groupe et la charte avaient pu être négociés avec d'autant plus de force que le travail avait commencé à l'extérieur de l'arène. L'accent dans le discours du W3C ne fut pas mis sur l'interactivité et l'animation permises par le HTML5 – qui ne figuraient pas dans les priorités définies par Berners-Lee –, mais sur la décentralisation :

« Cette spécification est indépendante des différents langages propriétaires fournis par des vendeurs d'application, tandis que son objectif est de résoudre les mêmes problèmes. À l'inverse des langages propriétaires, cette spécification vise à créer un langage ouvert et neutre, qui pourra être utilisé par de très nombreux services et plateformes. Les développeurs pourront écrire des applications sans être limités par les souhaits d'un unique acteur propriétaire d'un langage ou d'un module. »

W3C – 2009

De nombreux acteurs se félicitèrent de la concurrence faite à Flash, notamment Steve Jobs, très opposé à l'entreprise Adobe. Cette dernière fut obligée de repenser sa stratégie : à partir de 2011, le développement des modules d'extension pour mobiles fut stoppé et le propriétaire de Flash fit en sorte de rendre compatible sa technologie avec les spécifications HTML5. Quant aux ingénieurs de Google, parmi lesquels travaillait toujours Ian Hickson, ils créèrent en 2011 un outil nommé *Swiffy* permettant de convertir le contenu Flash en code HTML5.

Format stable vs format évolutif

En 2011, le W3C voulut faire passer le CR du HTML5 aux stades PR puis REC, alors que les membres du Whatwg voulaient continuer à travailler sur un

mode évolutif. Ceux-ci voyaient une richesse dans l'instabilité, parce qu'ainsi ils pouvaient sans cesse améliorer l'efficacité du langage et l'adapter aux évolutions des dispositifs concernés, quand le consortium y voyait une étape à franchir dans la mesure où il est nécessaire, pour optimiser l'interopérabilité, de stabiliser une norme commune. Parce qu'il refusait d'éditer une norme stable avant au moins 2022, Ian Hickson quitta le groupe de travail du W3C mi-2012 (Google en revanche n'en restait pas moins membre du W3C), après quoi deux variantes du HTML5 se mirent à exister concomitamment : celle du W3C, déclinée en versions stables, et celle du Whatwg, appelée désormais *HTML Living Standard*, ayant vocation à évoluer sans procédure fixe ni politique de brevet afférente, sous la houlette des principaux navigateurs.

Après le départ de Ian Hickson, une nouvelle équipe fut créée au sein du W3C dont le but était à la fois de s'occuper de la première version du HTML5, pour la faire passer en PR puis REC, et de créer un FPWD pour une version suivante. La première version stable, HTML 5.0, passa au stade REC en 2014, date à laquelle le HTML 5.1 passa au stade CR.

Figure 2. Calendrier prévisionnel de stabilisation pour HTML 5.0 et HTML 5.1²

| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|---------|----------|-----------|---------|-------|------|
| HTML5.0 | CR start | ... | Rec | ... | ... |
| HTML5.1 | FPWD | ...CR, LC | LC + CR | ...CR | Rec |

Source : W3C

Cette opposition « format évolutif / format stable », dans les faits, pourrait être moins un sujet de discorde entre le W3C et le Whatwg qu'une cause de complémentarité, auquel cas Ian Hickson aurait moins choisi un « camp » qu'un « mode de travail », ainsi que le suggère celui qui l'a remplacé au W3C :

« Le débat Living Standard / anti-Living Standard est stupide : les moyens techniques dont nous disposons permettent de travailler en continu sur une version "vivante" et à intervalles réguliers de faire un "snapshot" qui est tout simplement une version du même document purgée de ce qui n'est pas stable

2. <https://dev.w3.org/html5/decision-policy/html5-2014-plan.html#html5.1-milestones> (consulté le 18 septembre 2017).

ou réaliste. [...] Le problème principal est que même si la situation entre le W3C et le Whatwg est à relativement normaliser (disons, comme entre l'Inde et le Pakistan), personne ne veut travailler à franchir les dernières marches. J'avais proposé un modus vivendi (l'accord "Kadesh") fondé sur l'idée qu'il était possible de produire des documents Living Standard publiés régulièrement en Royalty-Free. Mais le Whatwg l'a malheureusement rejeté après de longues négociations. »

Robin Berjon, W3C

Nous voyons que cette frontière « format stable / format évolutif » n'est pas seulement une séparation entre deux modes de fonctionnement, mais aussi ce que la théorie de la construction sociale des technologies nomme une « ligne de conflit » (Lernet, 2004, p. 248), dans la mesure où il s'agit d'un sujet divisant les acteurs qui œuvrent à la mise au point d'un même artefact, et dont l'opposition aura des effets sur ce qu'est ou ce que n'est pas cet artefact. Le Whatwg fait de l'efficacité et de l'adaptabilité du code des objectifs déterminants, alors que le W3C veut que la procédure soit ouverte à tous même si cela implique une certaine lourdeur. La direction du W3C veut également qu'une norme stable puisse être trouvée pour créer de la sécurité pour les acteurs qui s'aligneront sur cette norme, et ainsi garantir l'interopérabilité, alors que les membres du Whatwg pensent que les acteurs peuvent s'adapter en continu à une norme qui elle-même évoluera, tant pis s'il y a des « couacs » en matière d'interopérabilité.

L'opposition est très nette, mais à la fin, dans la mesure où les navigateurs implémentent à la fois les balises issues du Whatwg et les balises issues du W3C, les deux visions sont, dans les faits, conciliées. En effet, dans une même page de code, un développeur pourra mêler des balises issues de l'une et l'autre des arènes. Cela fonctionnera si et seulement si les propriétaires des navigateurs ont paramétré leurs logiciels de façon à reconnaître les deux sortes de balises. Ce sont eux qui choisissent à la fin ce qu'est, dans sa globalité, le code HTML5, dès lors qu'il n'y a qu'eux au Whatwg et qu'ils peuvent refuser d'implémenter une recommandation officielle du W3C.

LA CONTROVERSE *ENCRYPTED MEDIA EXTENSIONS*

En février 2012 Google, Microsoft et Netflix proposèrent, via la *liste de diffusion* du W3C³, d'intégrer au standard HTML5 une *Application Programming*

3. <https://lists.w3.org/Archives/Public/public-html/2012Feb/0273.html> (consulté le 18 septembre 2017).

Interface (API) nommée *Encrypted Media Extensions* (EME). Le but de celle-ci était de permettre aux développeurs d'ouvrir un canal de communication entre une page web et un logiciel de gestion des droits d'auteur. Concrètement, des lecteurs pourraient être intégrés aux pages web pour lire les vidéos sans module d'extension spécifique, ce qui fluidifierait l'interopérabilité, grâce auxquels il serait possible d'obliger l'ordinateur de l'internaute à obtenir une clé depuis un serveur dédié avant chaque lecture du fichier, et donc d'autoriser le visionnage de la vidéo aux seuls individus ayant acquis ce droit.

Dès février 2012, le jour même où l'EME fut proposé, Ian Hickson écrit sur la liste de diffusion du W3C : « Je crois que cette proposition n'est pas éthique et que la discussion à son sujet devrait s'arrêter là⁴. » Chez Google, les ingénieurs travaillant avec lui sur le HTML5 s'opposèrent sur ce sujet aux équipes de la plateforme YouTube (rachetée par Google en 2006) lesquelles étaient en train de négocier des partenariats avec des ayants droit des œuvres cinématographiques et des clips musicaux, cependant la direction était du côté de ces dernières, ce qui explique pourquoi Google fut parmi les porteurs du projet EME au sein du W3C.

Les acteurs attachés à la libre circulation et à la transparence s'opposèrent au projet du W3C, dont les priorités restaient l'interopérabilité et la décentralisation. Dans le but d'empêcher le consortium d'intégrer officiellement l'EME à la charte du HTML5, l'*Electronic Frontier Foundation* (EFF) et la *Free Software Foundation* (FSF) lancèrent une pétition avec pour objectif d'atteindre les 50 000 signataires avant le 3 mai 2013. Une lettre ouverte fut également adressée le 24 avril 2013 par 27 organisations à Tim Berners-Lee pour « supplier le comité du *World Wide Web* ainsi que ses organisations participantes de rejeter la proposition EME ». Tout en comparant la spécification à des « menottes numériques », la lettre prévenait le directeur du W3C que le fait de l'intégrer à l'agenda du HTML5 « constituerait une abdication de ses responsabilités face aux objectifs essentiels du W3C et des utilisateurs du web ». Mais, malgré cette lettre et les 27 500 signatures reçues par la pétition, le 9 mai 2013, Tim Berners-Lee accepta de publier l'EME sous forme de FPWD et de l'inscrire sur la charte du HTML5. Ce faisant, il rappela qu'un FPWD n'était pas une REC, et que le fait de discuter de l'EME ne signifiait en rien que le W3C permettrait qu'il devînt une norme officielle. Mais

4. <https://lists.w3.org/Archives/Public/public-html/2012Feb/0274.html> (consulté le 18 septembre 2017).

la discussion, qui jusque-là s'était tenue en différents lieux et sur différentes listes de diffusion, serait dorénavant inscrite dans la charte du groupe de travail du HTML5 et dotée d'un rétroplanning stipulant qu'elle devrait avoir atteint le stade CR en 2016 et le stade PR puis REC au plus tard en 2017⁵.

« Nous entendons l'explosion de critiques (et quelques soutiens) concernant les récents changements d'orientation du W3C qui ouvrent la discussion à l'intégration de la protection du contenu vidéo au sein du groupe de travail HTML. Nous entendons cette critique comme un signal : que de nombreuses personnes attachent de l'importance aux choix du W3C, et se sentent trahies par cette décision. Je veux qu'il soit clair que toute l'équipe du W3C et moi-même sommes plus passionnés que jamais au sujet de l'ouverture du web. De plus, aucun d'entre nous, en tant qu'utilisateur, n'apprécie certaines formes de protection des contenus telles que les DRM [Digital Right Management]. Ni les contraintes qu'ils imposent aux utilisateurs et aux développeurs ni la législation bien trop sévère que cela entraîne dans des pays comme les États-Unis. Nous avons tous envie d'un web ouvert, riche et fiable. Nous voulons un web ouvert aux innovateurs et aux bidouilleurs, aux créateurs de ressources et aux explorateurs de culture. Nous voulons un web qui soit riche en contenu, à prendre dans le double sens de la lecture, mais aussi de l'écriture. Nous voulons un web qui soit universel, dans le sens qu'il puisse tout contenir. »

Tim Berners-Lee – 9 octobre 2013

Nous voyons dans cette citation l'ambivalence de Tim Berners-Lee qui prévient qu'il est certes attaché et même « passionné » par l'ouverture, mais que le web doit être universel, pouvoir tout contenir, et donc que la priorité demeure l'interopérabilité, même si pour ce faire il faut accepter des concessions concernant la transparence et la libre circulation. Dans cette lettre, il prévient également qu'il est inévitable que certains acteurs tentent de protéger la circulation des vidéos (on pense aux studios hollywoodiens), ce qui pourrait les conduire à se détourner du web et à donner l'exclusivité de leurs contenus à des plateformes centralisées et des technologies non interopérables, du style des applications de l'Apple Store (il ne les cite pas explicitement, mais ce sont sans aucun doute les principales visées). Le débat touche ici celui de la propriété et de la capacité pour les ayants droit à être rémunérés lorsque leurs contenus sont consultés, qui a toujours été une pierre de touche des controverses concernant Internet (Mackenzie, 2006). Le CEO du W3C, Jeff Jaffe, très actif pendant la controverse, a également avancé à de nombreuses reprises

5. <https://www.w3.org/2013/09/html-charter.html> (consulté le 18 septembre 2017).

l'argument selon lequel, en l'absence de DRM, un certain nombre d'acteurs risquaient de se détourner du web pour lui préférer des plateformes propriétaires, dont l'action était à l'opposé des objectifs du W3C (interopérabilité et décentralisation) comme de ceux de l'EFF et la FSF (transparence et libre circulation). Il se faisait ainsi l'écho d'une perspective nourrie notamment par la rédaction du magazine *Wired*, qui depuis 1997 prétendait que le web et la norme HTML avaient vocation à périr, et qu'ils n'auraient été qu'une page de l'histoire d'Internet (Anderson, 2010 ; Stibel, 2013). Les adversaires de l'EME considéraient que ce type d'argument était spécieux :

« La décision de poursuivre le projet de normalisation des DRM pour le web est venue de Tim Berners-Lee lui-même, qui semble avoir cru au mensonge selon lequel les producteurs d'Hollywood allaient abandonner le web et s'intéresser à d'autres médias (AOL ?) dans le cas où ils n'obtiendraient pas que l'Internet ouvert soit reprogrammé de manière à correspondre à leurs projets de maximisation des profits. »

Cory Doctorow (EFF) – octobre 2013

Début 2014, la *Motion Picture Association of America* (MPAA), représentant les principaux acteurs de l'industrie du cinéma – qui jusque-là avaient été soupçonnés de négocier avec Google, Netflix et Microsoft pour qu'ils proposent eux-mêmes l'EME au sein du W3C –, annonça qu'elle rejoignait le W3C pour discuter du HTML5 et intégrer le groupe de travail où il était question de l'EME.

Le navigateur Chrome de Google et le navigateur Explorer de Microsoft furent paramétrés de manière à ce que l'EME puisse fonctionner dès le stade FPWD. Nous avons ici la manifestation du pouvoir des navigateurs, qui décident des effets qu'une spécification produit concrètement, quand bien même celle-ci ne serait pas encore validée par le W3C (et loin de l'être). Apple implémenta également l'EME sur son navigateur Safari au stade WD. Mais l'histoire fut plus compliquée avec Firefox. Les objectifs de la fondation Mozilla, propriétaire du navigateur Firefox, étaient en effet proches de ceux de la FSF et de l'EFF, et donc inconciliables *a priori* avec ceux qui avaient prévalu à l'élaboration de l'EME. Finalement, en mai 2014, la fondation opta « pour le réalisme, quitte à égratigner ses principes » (Lausson, 2014) :

« Mozilla aurait préféré voir l'industrie des contenus abandonner l'idée de verrouiller la circulation des contenus grâce à des dispositifs spécifiques [...] et travailler pour proposer des alternatives. Au lieu de ça, cette approche a

été entérinée par la spécification EME du W3C. Étant donné que Google et Microsoft ont défendu l'EME au sein du W3C et que les fournisseurs de contenus l'ont implémenté, les usagers de Firefox risquent de ne pas pouvoir accéder aux contenus protégés par des DRM (sur Netflix, Amazon Video, Hulu), lesquels généreraient environ 30 % du trafic en Amérique du Nord. Nous en sommes venus à la conclusion que si Mozilla n'implémentait pas l'EME, les usagers de Firefox devraient changer de navigateurs pour regarder des contenus protégés par DRM. Il devenait par conséquent extrêmement difficile pour nous d'ignorer les changements récents concernant les DRM. Firefox est censé aider les usagers à accéder au contenu qu'ils souhaitent consulter, même si la fondation Mozilla est philosophiquement opposée à l'idée que les propriétaires de contenus devraient pouvoir y attacher des restrictions les empêchant de circuler.»

Andreas Gal – CTO de Mozilla – 14 mai 2014

Si Mozilla ne s'enrôlait pas, ses usagers risquaient de ne pas pouvoir accéder à certains services qui avaient déjà mis en œuvre l'EME alors que la spécification n'était qu'au stade WD au sein du W3C. Cela aurait nui à l'interopérabilité, qui est moins une priorité pour Mozilla que ne le sont la libre circulation et la transparence, mais qui en a toujours été une pour le W3C.

Au final, l'EME passa du stade WD au stade CR le 5 juillet 2016. L'EFF se mit alors à envisager le recours à la règle des 5 %, jamais utilisée dans l'histoire du W3C, au cas où Tim Berners-Lee déciderait de stabiliser le format⁶. En mars 2017, l'UNESCO rejoignit officiellement les rangs des opposants à l'EME lorsque le sous-directeur général pour la communication et l'information, Frank La Rue, adressa une lettre publique à Tim Berners-Lee destinée à lui faire savoir qu'une des valeurs fondamentales de l'UNESCO était « la libre circulation des idées et de l'information » et à le prévenir que l'EME « pourrait avoir un impact sur les navigateurs au point de rendre impossible l'exercice des utilisateurs de leur droit légal d'une utilisation équitable des vidéos sous copyright »⁷. Après avoir ainsi mis en avant l'argument de l'entrave à la libre circulation, Frank La Rue expliquait à Tim Berners-Lee qu'il « se pourrait que même l'interopérabilité et la neutralité du net puissent être affectées par l'exploitation de la technologie EME normalisée », ce qui est très habile dès lors qu'on a compris que l'interopérabilité est un objectif prioritaire du W3C.

6. Cette information provient de nos entretiens.

7. https://fr.unesco.org/sites/default/files/eme_letter_frank_la_rue.pdf.

La question de la qualification

En matière de normes, la formulation est un enjeu crucial : il s'agit avant tout de se mettre d'accord sur ce qu'est la norme, ce qu'elle fait, et comment, donc, on peut la *qualifier* (Salter, 1995). Lorsque l'EME, dès 2012, fut présenté par ses adversaires comme un système de *Digital Right Management* (DRM), il s'agissait pour ces derniers de rallier ceux qui s'opposaient déjà, et depuis longtemps, à ce type de système. Or ce qualificatif portait lui-même à controverse, dès lors que l'EME n'était pas à proprement parler un système de chiffrement des données, mais un système de gestion des systèmes de chiffrement des données. C'est pourquoi Jeff Jaffe, le CEO du W3C, préférerait parler de « protection de contenu »⁸ plutôt que de DRM, espérant ainsi empêcher que la controverse EME monte en généralité et devienne *la même chose* que la controverse préexistante à propos des DRM. Les partisans de l'EME avaient en effet tout intérêt à répéter qu'il s'agissait d'une interface de gestion des DRM, et non pas un DRM, puisqu'en le faisant ils présentaient l'EME comme une interface permettant d'assurer l'interopérabilité des systèmes de DRM qui de toute manière auraient existé sans elle, et pouvaient ainsi espérer toucher une corde sensible chez Tim Berners-Lee. Ce à quoi les opposants à l'EME répondirent :

« Certains affirment que EME n'est pas un procédé de restriction numérique en lui-même, et reste ainsi compatible avec les principes sous-tendant le web. Mais ce n'est qu'une tentative d'aveuglement volontaire pour échapper à l'image dévalorisante des menottes numériques. EME n'a pas d'autre but que celui de fournir un point d'appui dans le HTML pour y bâtir des restrictions numériques. Mark Watson, rédacteur de EME, a même déclaré : "Certainement, notre intérêt réside dans les cas [pratiques] que la plupart des gens appelleraient DRM." Revendiquer que EME n'ajoute pas de menottes numériques au web revient à dire (selon les mots de Peter Eckersley de l'Electronic Frontier Foundation) : "Nous ne sommes pas des vampires, mais nous allons les inviter chez vous." »

Free Software Foundation –
Lettre à Tim Berners-Lee –
24 avril 2013

8. <https://www.w3.org/blog/2013/05/perspectives-on-encrypted-medi/> – Jeff Jaffe, 10 mai 2013, 13 h 05 (consulté le 18 septembre 2017).

Transparence et sécurité

Les adversaires de l'EME font également valoir l'argument selon lequel la nouvelle spécification empêcherait les chercheurs de voir ce qu'il se passe à l'intérieur dudit module, et de reporter d'éventuelles anomalies. En effet, quelles que soient les vertus qui président à leurs intentions, les chercheurs, en plus de n'avoir pas le droit de contourner un DRM, n'ont pas non plus le droit d'essayer de regarder ce qui se passe à l'intérieur ou même de parler entre eux de la manière dont il pourrait être possible de contourner ou d'observer un DRM. Cette interdiction provient de la section 1201 du *Digital Millenium Copyright Act*⁹ étatsunien. C'est pourquoi les implications de l'EME, aux yeux de nombreux chercheurs en informatique, seraient très graves, dans la mesure où le web est utilisé pour des actions qui en elles-mêmes sont dangereuses – par exemple la médecine ou le pilotage de véhicules – et qu'il est par conséquent capital de pouvoir analyser le fonctionnement des protocoles dans le détail et dans leur ensemble. Ici il ne s'agit plus de mettre en avant l'objectif cher aux pionniers d'Internet de libre circulation, mais celui, tout aussi cher, de transparence, tout en mettant en avant un argument sécuritaire qui pourrait parler à d'autres, notamment aux États, aux utilisateurs et à Tim Berners-Lee.

Les membres de l'EFF proposèrent en janvier 2016 au sein du W3C la mise en place d'un accord formel impliquant que les ayants droit des vidéos protégées par l'EME s'engagent à ne pas poursuivre en justice les personnes qui auraient procédé à des tests puis publié les anomalies identifiées¹⁰. L'EFF réunirait la signature de 198 chercheurs en informatique favorables à cette proposition et fut rejointe par l'Open Source Initiative (OSI) et par le Whatwg.

« Nous ne pouvons pas accepter que la recherche concernant la sécurité de navigation sur le web soit pénalisée. Les navigateurs sont continuellement attaqués. Tous ceux qui utilisent le web utilisent un navigateur et deviendront vulnérables si l'on arrête la recherche en matière de sécurité de navigation. Dès lors que l'EME introduit un DRM dans les navigateurs, cela introduit un risque. »

Hickson (Google et Whatwg), Pieters (Opera) et van Kesteren (Mozilla) –
21 septembre 2016¹¹

9. <http://copyright.gov/1201/2015/comments-020615/> (consulté le 18 septembre 2017).

10. <https://www.eff.org/deeplinks/2016/01/you-cant-destroy-village-save-it-w3c-vs-drm-round-two> (consulté le 18 septembre 2017).

11. <https://blog.whatwg.org/drm-and-web-security> (consulté le 18 septembre 2017).

Pour peser dans la balance, l'Open Source Initiative (OSI) annonça qu'on ne pourrait plus qualifier le travail du W3C de « norme ouverte » s'il n'était pas fait quelque chose pour empêcher le recours au DMCA dans le cas où un chercheur contournerait, observerait, ou évoquerait la possibilité de contourner ou d'observer, le fonctionnement de l'EME. Ce faisant, l'OSI, attachée elle aussi aux objectifs de libre circulation et de transparence, essayait de se positionner en entité capable de donner ou non le qualificatif « norme ouverte » et de décréter ainsi quelles organisations œuvraient dans le sens de leurs objectifs et quelles organisations au contraire y étaient nuisibles.

CONCLUSION

Nous avons vu que les objectifs de décentralisation et d'interopérabilité, prioritaires selon Tim Berners-Lee, ont été longtemps tout à fait compatibles avec les objectifs de libre circulation de l'information, d'ouverture des formats et de transparence chers à d'autres parties prenantes. Puis il y a eu certaines fractures notables, d'abord autour du HTML5. Les partisans d'une procédure souple ont créé leur propre arène de normalisation, échappant au contrôle de Tim Berners-Lee aux yeux de qui la discussion ouverte était une garantie de décentralisation tandis que la norme stabilisée était une garantie d'interopérabilité. Cette opposition doit cependant être tempérée par le double rôle des navigateurs, qui sont à la fois au Whatwg et au W3C et dont le pouvoir est considérable dans la mesure où ils décident d'implémenter ou non les nouvelles versions du code HTML. Le pouvoir, en matière de normalisation du code informatique, est entre les mains de ceux qui exécutent les commandes davantage que dans les mains de ceux qui les écrivent. Au final, la syntaxe HTML5 est issue aussi bien d'une arène que de l'autre et les deux visions antagonistes sont conciliées dès lors que l'on considère que rien n'empêche les développeurs de piocher dans les répertoires issus de l'une et l'autre des arènes.

Les éditeurs de contenus sont quant à eux montés en puissance au sein du W3C¹², notamment les producteurs de cinéma, en utilisant les négociations en cours avec les plateformes comme Google ou Netflix pour peser sur le pro-

12. Les éditeurs de contenus avaient eux aussi essayé de créer leur propre arène de normalisation, ACAP, mais ont échoué car ils ne disposent pas du même pouvoir que les navigateurs, dans la mesure où ils ne peuvent pas forcer ces derniers et les autres concepteurs de logiciels à implémenter les balises qu'ils ont créées (Sire, 2015).

cessus de normalisation. C'est ainsi que fut proposé l'EME en février 2012, visant à fluidifier l'interopérabilité des DRM, mais se heurtant à ceux dont l'objectif principal était la libre circulation. Une controverse eut lieu, durant laquelle certains acteurs, par exemple la fondation Mozilla, durent faire des concessions quant à leurs objectifs. Cette fois-ci il y eut moins conciliation des visions que victoire de l'une d'elles, celle de l'EME.

Au final, ce que permet de faire le web, dont la langue maternelle est le code HTML, dépend de l'ajustement et de la hiérarchisation, au moment de la normalisation, des objectifs que sont la décentralisation, l'interopérabilité, la transparence, la libre circulation et la possibilité pour les parties prenantes de faire valoir leurs droits, notamment concernant la propriété. Car si ces objectifs ont pu être conciliés, certains d'entre eux semblent être de plus en plus difficiles à remplir conjointement, ce qui provoque des oppositions dont l'issue décidera de ce que seront demain les modalités d'accès au web et le type de contenus qu'on y trouvera.

La normalisation d'un code comme le HTML est une activité qui concerne évidemment la gouvernance d'Internet, mais ne dépend ni du pouvoir législatif (elle n'a pas besoin que des lois soient formulées) ni du pouvoir judiciaire (à part dans certains cas liés aux brevets, aucun recours n'est possible devant les tribunaux dès lors que les protocoles ne font pas l'objet, à proprement parler, d'engagement contractuel). Des arènes de négociation se mettent en place en dehors des organisations internationales comme l'ONU, où les intérêts et les représentations des uns et des autres, acteurs privés et publics, se confrontent, et dont les priorités peuvent différer, mais qui ont en commun d'influencer *in fine* le quotidien de l'ensemble des internautes et de négocier des modalités de cette influence en termes extrêmement techniques. Il est dès lors de la responsabilité des sciences sociales d'investiguer les processus de normalisation de ces langages informatiques, pour en interroger les effets sociaux, politiques, économiques, culturels et être à même de donner l'alerte dans le cas où certaines valeurs ou certains droits fondamentaux seraient menacés.

 RÉFÉRENCES

- AKRICH M. (2006), « La description des objets techniques », in Akrich M., Callon M., Latour B. (dir.), *Sociologie de la traduction, Textes fondateurs*, Paris, Presses des Mines de Paris, pp. 159-178.
- AKRICH M., CALLON M., LATOUR B. (dir.) (2006), *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, Paris, Presses des Mines de Paris.
- ANDERSON C. (2010), « The web is dead. Long live the Internet », *Wired*, http://www.wired.com/2010/08/ff_webrip/
- BIJKER W. E. (1995), *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs: Steps Towards a Theory of Socio-technical Change*, Cambridge, MA, MIT Press, 390 p.
- BENERS-LEE T. (1999), *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by its Inventor*, San Francisco: Harper.
- BENEZECH D. (1996), « La norme : une convention structurant les interrelations technologiques et industrielles », *Revue d'économie industrielle*, n° 75, pp. 27-44.
- BERLEUR J., POULLET Y. (2002), « Réguler Internet », *Études* 2002/11, tome 397, pp. 463-475.
- BROUSSEAU E. (2001), « Régulation de l'Internet », *Revue économique*, vol. 52, pp. 349-377.
- COGBURN D. L., JOHNSEN J. F., BHATTACHARYYA S. (2008). « Distributed deliberative citizens: Exploring the impact of cyberinfrastructure on transnational civil society participation in global ICT policy processes », *International Journal of Media & Cultural Politic*, vol. 4, n° 1, pp. 27-49.
- COGBURN D. L., MUELLER M., McKNIGHT L., KLEIN H., MATHIASON J. (2005), « The U.S. role in global internet governance », *IEEE Communications Magazine*, vol. 43, n° 12, pp. 12-14.
- CONSEIL DE L'EUROPE (2015), *Internet : la jurisprudence de la Cour européenne des droits de l'homme*, Division de la recherche, 64 p.
- DeNARDIS L. (2014), *The Global War for Internet Governance*, New Haven/London, Yale University Press, 288 p.
- ELABNODY M. R. (2012), « The World Wide Web Consortium », CCIT, Arab Academy for Science and Technology, Le Caire, Égypte, January 16, 2012.
- FEENBERG A. (1995), « Subversive Rationalization: Technology, Power, and Democracy », in Feenberg A. et Hannay A. (eds.) *Technology and the Politics of Knowledge*, Bloomington, Indiana University Press, pp. 3-22.
- FESTA P. (2002), « Charting the Web's Next Transformation », *CNET*, <https://www.cnet.com/uk/news/charting-the-webs-next-transformation/>

- FLANAGIN A. J., FLANAGIN C., FLANAGIN J. (2010), « Technical code and the social construction of the internet », *New Media & Society*, vol. 12, n° 2, pp. 179-196.
- FLICHY P. (2003), *L'innovation technique. Récents développements en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, Paris, La Découverte, coll. « Sciences et société », 256 p.
- GILLIES J., CAILLIAU R. (2000), *How the Web Was Born*, New York, Oxford University Press.
- HALPIN H. (2008), « La souveraineté numérique. L'aristocratie immatérielle du World Wide Web », *Multitudes*, n° 35, pp. 201-213.
- HALPIN H. (2016), « The Responsibility of Open Standards in the Era of Surveillance », *Hot Topics in Privacy Enhancing Technologies*, 2016.
- HAWKINS R. (2000), « Vers une évolution ou vers une disparition de la “démocratie technique” ? L'avenir de la normalisation dans le domaine des technologies de l'information et de la communication », *Réseaux*, vol. 18, n° 102, pp. 119-137.
- LATOURE B., MAUGUIN P., TEIL G. (1991), « Une méthode nouvelle de suivi des innovations : le graphe socio-technique », in Vinck D. (dir.), *La gestion de la recherche. Nouveaux problèmes, nouveaux outils*, Bruxelles, De Boeck, pp. 419-567.
- LAUSSON J. (2014), « EME : Firefox cède à contrecœur aux menottes numériques », *Numerama*, <http://www.numerama.com/magazine/29383-firefox-drm-eme.html>.
- LELONG B., MALLARD A. (2000), « Présentation : la fabrication des normes », *Réseaux*, vol. 18, n° 102, pp. 9-34.
- LENERT E. (2004), « A social shaping perspective on the development of the world wide web », *New Media & Society*, vol. 6, n° 2, pp. 235-258.
- LESSIG L. (1999), « Code is Law. On Liberty in Cyberspace », *Harvard Magazine*, traduction française : <http://www.framablog.org/index.php/post/2010/05/22/code-is-law-lessig>.
- LUNDBLAD N. (2007), « e-Exclusion and Bot Rights: Legal aspects of the robots exclusion standard for public agencies and other public sector bodies with Swedish examples », *First Monday*, vol. 12, n° 8.
- MACKENZIE A. (2006), *Cutting code: software and sociality*, New York, Peter Lang, 215 p.
- MACKENZIE A., VURDUBAKIS T. (2011), « Codes and Codings in Crisis: Signification, Performativity and Excess », *Theory Culture Society*, vol. 28, n° 3, pp. 3-23.
- MALCOLM J. (2008), *Multi-Stakeholder governance and the Internet governance forum*, Australie, Terminus press.
- MALLARD A. (2000), « L'écriture des normes », *Réseaux*, vol. 18, n° 102, pp. 37-61.
- MARINO M. C. (2006), « Critical code studies », *Electronic Book Review*.

MUSIANI F., COGBURN D. L., DE NARDIS L., LEVINSON N. S. (2016), *The Turn to Infrastructure in Internet Governance*, New York: Palgrave Macmillan, 268 p.

REBILLARD F. (2007), *Le Web 2.0 en perspective : une analyse socio-économique de l'Internet*, Paris, L'Harmattan, 162 p.

RUSSEL A. L. (2003), « The W3C and its Patent Policy Controversy: A Case Study of Authority and Legitimacy in Internet Governance », TPRC 2003.

SALTER L. (1995), « Do reforms make a difference? Gearing methodology to assessments of standardization practice », in Hawkins R., Mansell R., Skea J. (eds.), *Standards, Innovation and Competitiveness. The Politics and Economics of Standards in Natural and Technical Environments*, Aldershot (UK), Edward Elgar, pp. 36-49.

SIRE G. (2015), « Inclusion exclue : le code est un contrat léonin. Enquête sur la valeur technique et juridique du protocole robots.txt », *Réseaux*, n° 189, pp. 187-214.

SIRE G. (2016), « Ce que coder veut dire : y a-t-il un langage de programmation ? Plaidoyer pour une approche sociolinguistique du code », *French Journal for Media Research*, n° 6.

STIBEL J. (2013), « The web is dead – and the app (thankfully) killed it », <http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/09/ideas-bank/the-web-is-dead-and-the-app-thankfully-killed-it>.

TURNER F. (2012), *Aux sources de l'utopie numérique. De la contre-culture à la cyberculture*, Stewart Brand, un homme d'influence, Caen, C&F Éditions.

W3C (2015), « World Wide Web Consortium Process Document », <https://www.w3.org/2015/Process-20150901>.

WEBER R. H. (2010), *Shaping Internet Governance: Regulatory Challenges*, Berlin, Springer, 284 p.