

Adressage et nommage Internet : harmonisation globale ou spécificités territoriales ?

Par **Mohsen SOUISSI**
Ex-AFNIC

L'adressage et le nommage Internet font le socle du fonctionnement des infrastructures Internet essentielles, routage IP et système de nommage Internet (DNS).

Après un bref rappel historique de l'approche initiale de la délégation des ressources Internet de haut niveau (blocs d'adresses IP, zone racine et zones de premier niveau DNS), nous retracerons dans cet article l'évolution, jusqu'à aujourd'hui, des politiques et des réalités techniques et opérationnelles relatives à la gestion assez complexe et souvent tendue de ces ressources, en présence de parties prenantes très diverses et aux intérêts parfois très divergents.

Plus concrètement, la dimension de la territorialité sera mise en évidence, lorsqu'elle est jugée pertinente, dans un certain nombre d'aspects liés à la gestion des ressources IP et DNS. Dans certains cas, la pertinence de cette dimension sera même questionnée, qu'elle soit décrétée par des règles politiques ou techniques, ou introduite et imposée *de facto* par des contraintes opérationnelles ou d'affaires.

Aux origines des adresses IP

Selon le protocole Internet (IP) (ISI/USC, 1981), développé à la fin des années 1970, un nœud du réseau Internet doit être muni d'une adresse unique, dite adresse IP (IPv4), d'une longueur fixe - 4 octets, ce qui répond à un besoin théorique d'un peu plus de 4 milliards d'adresses. Dès le départ, ces adresses étaient attribuées et gérées de manière hiérarchique⁽¹⁾, avec un net avantage pour les premiers acteurs, qui ont pu bénéficier de blocs d'adresses IPv4 d'une taille bien plus confortable⁽²⁾ par rapport à ceux qui sont venus après. L'Internet étant né aux États-Unis, sous l'autorité exclusive du département de la Défense (DoD), et dans le cadre d'une collaboration avec des universités américaines, il était « logique » que les premiers bénéficiaires soient en grande majorité américains.

On peut dès lors affirmer que la territorialité était inhérente à l'attribution des numéros de réseaux IP aux pionniers de l'Internet, dans un périmètre assez limité, durant près de dix ans. En outre, seul l'Information Sciences Institute (ISI/USC) était contractuellement habilité⁽³⁾, par le DoD,

(1) Une adresse IP est composée de deux parties contiguës : une partie qui identifie le réseau, et l'autre un nœud de ce réseau. On dit que l'adresse IP sert alors à la fois d'identificateur et de localisateur.

(2) À leurs débuts, les adresses IPv4 appartenaient à des classes numérotées de A à E. Les A, B et C étaient les premières à être entamées pour distribuer des préfixes d'adresses dites « *unicast* » de manière très inégale. En effet, un préfixe couvrait un espace de 2^{24} adresses pour la classe A, 2^{16} adresses pour la classe B (2^{14} préfixes en tout) et 28 adresses pour la classe C (2^{21} préfixes en tout). Ainsi, les préfixes de classe A, en nombre très limité (moins de 128), ont dû être attribués aux pionniers américains. Les pionniers européens ont pu saisir un ou plusieurs préfixes de classe B (il y avait 2^{14} préfixes en tout). Avec le tarissement de l'espace d'adressage IPv4 et l'encombrement des tables de routage, certaines mesures d'urgence ont dû être prises par l'IETF, telles que le mécanisme dit « Classless Inter-Domain Routing » (CIDR) « abolissant les classes » et la réservation d'espaces d'adressage dit « privé » [RFC 1918] (par opposition à « adressage public ») avec l'avènement du mécanisme de traduction d'adresses « Network Address Translation » (NAT).

(3) En la personne de John Postel, qui passa ensuite la main à quelqu'un d'autre.

à attribuer ces ressources, combinant ainsi la centralité de l'autorité, appelée alors « Internet Assigned Numbers Authority » (IANA), et la territorialité des bénéficiaires⁽⁴⁾.

Il aura fallu attendre le début des années 1990 pour que cette territorialité se diffuse davantage, en raison de l'explosion des usages de l'Internet, suscitée par le succès du World Wide Web. On craignait alors une saturation rapide de l'espace d'adressage IP, et il devenait de plus en plus difficile de gérer efficacement la distribution des blocs d'adresses IP par une entité centrale. C'est là que des acteurs régionaux ont commencé à voir le jour, à l'instar du « Réseaux IP Européens Network Coordination Centre »⁽⁵⁾ (RIPE NCC), le noyau de ce qui deviendra plus tard les registres Internet régionaux (RIR).

Aux origines des noms de domaine

Quelques années après son lancement, le réseau Internet était encore de taille modérée, ce qui a permis de continuer à assurer manuellement la nécessaire mise en correspondance (« *mapping* ») entre les noms de nœuds connectés à l'Internet et leur adresse IP. Cela se faisait au travers d'une table centrale, appelée « fichier HOSTS.TXT », gérée avec peu d'automatisation par le « Stanford Research Institute » (SRI)⁽⁶⁾, en étroite collaboration avec l'équipe de John Postel (ISI) qui se chargeait de la maintenance des adresses IP parmi la liste des « Assigned Numbers » de l'IANA. Le fichier HOSTS.TXT devait être régulièrement téléchargé sur chaque nœud de l'Internet afin de prendre en compte les mises à jour au fil du temps. Cependant, ces mises à jour sont devenues de plus en plus fréquentes, mettant l'équipe de John Postel face à un défi technique et opérationnel, et le poussant à rechercher une solution plus adaptée. C'est dans ce contexte que Paul Mockapetris a conçu le DNS⁽⁷⁾ (Mockapetris, 1983), une solution bien plus robuste et extensible (« scalable »), grâce à trois propriétés clés. En effet, le DNS était hiérarchique, réparti et redondant. L'auteur était alors loin d'imaginer que son « invention » allait avoir le formidable succès qui dure jusqu'à aujourd'hui.

La hiérarchie du DNS démarre à partir de la « racine » et repose sur des domaines de premier niveau appelés « Top-Level Domains » (TLD) dont une liste initiale a été publiée (Postel J. et Reynolds J., 1984). On retrouve parmi cette liste les tout premiers TLD, dits « general purpose domains » : .COM, .EDU, .GOV, .MIL et .ORG, en plus du TLD spécial .ARPA⁽⁸⁾. Cette même publication définit les domaines du type country-code TLD (ccTLD), identifiés par leur code à deux lettres (alpha-2) selon le standard ISO-3166.

On voit là aussi que la délégation des noms de domaine a suivi, dès le départ, une approche combinée : centralité de l'autorité et territorialité des bénéficiaires⁽⁹⁾.

(4) Pour observer et illustrer l'extension progressive de la portée territoriale à d'autres pays, notamment en Europe occidentale, il suffit de suivre l'évolution du contenu de la rubrique « Assigned Network Numbers », au fil des années, dans les différentes versions du document intitulé « Assigned Numbers » publié et maintenu par l'ISI, hébergeant les « fonctions de l'IANA ». Ce document a fait l'objet d'une série de RFC (« Request For Comments »), publiés à raison d'une à deux versions par an, de 1981 à 1986, et dont il est possible de suivre l'enchaînement en remontant les liens « Obsoleted by : » en partant de cette version : <https://tools.ietf.org/html/rfc790>

(5) Le RIPE NCC dessert grosso modo l'Europe et l'Asie de l'Ouest.

(6) Le SRI, devenu par la suite « SRI International », était la première entité à avoir mis en place un « Network Information Center » (NIC), expression devenue plus tard très répandue chez les registres de noms de domaine et/ou d'adresses IP.

(7) La proposition a été formellement adoptée dans deux « Request For Comments » (RFC 882 et RFC 883) par le « Network Working Group », devenu plus tard l'Internet Engineering Task Force (IETF), l'organisation mondiale de normalisation des protocoles de l'Internet. Les 2 RFC ont été plus tard rendus obsolètes respectivement par RFC 1034 et RFC 1035.

(8) Ce TLD, initialement prévu pour être « temporaire », a fini par trouver une vocation technique durable pour gérer les paramètres d'adressage et de routage, dont les sous-domaines in-addr.arpa (pour la résolution DNS inverse en IPv6), ip6.arpa (pour la résolution DNS inverse en IPv6) et e164.arpa (pour la résolution DNS dans le contexte ENUM).

(9) Pour tracer et illustrer l'extension progressive de la portée territoriale à d'autres pays, notamment en Europe occidentale, il suffit de suivre l'évolution du contenu de la rubrique « Assigned Network Numbers », au fil des années, dans les différentes versions du document intitulé « Assigned Numbers » publié et maintenu par l'ISI (en la personne de John Postel), hébergeant les « fonctions de l'IANA ». Ce document a fait l'objet d'une série de RFC (« Request For Comments »), publiés à raison d'une à deux versions par an, de 1981 à 1986, et dont il est possible de suivre l'enchaînement en remontant les liens « Obsoleted by : » (en haut à gauche) en partant de cette version : <https://tools.ietf.org/html/rfc790>

Une dose de pluralisme dans la gestion des ressources Internet

Vers la fin des années 1990 et devant le succès fulgurant de l'Internet au niveau mondial, la NTIA, agence au sein du département de Commerce états-unien (DoC), a entrepris d'« injecter une dose de pluralisme » dans sa proposition d'amélioration de la gestion centralisée des ressources Internet techniques de haut niveau. Par souci d'efficacité, il était devenu judicieux de consulter d'autres parties prenantes, comme le secteur privé et des acteurs internationaux qui manifestaient de plus en plus leur souhait d'être associés au processus de gestion. C'est dans ce contexte qu'est née, en 1998, l'Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), une organisation à but non lucratif de droit californien. Sa première mission était de prendre en charge la gestion des fonctions et registres de l'IANA qui couvrent notamment les ressources Internet de haut niveau, telles que les blocs d'adresses IP (v4 et v6), les blocs de numéros de systèmes autonomes (AS), la zone DNS racine et les TLD. L'ICANN a eu aussi la mission d'organiser en 2000 la délégation d'un nouveau lot de TLD génériques (gTLD), tels que .BIZ, .INFO et .MUSEUM.

L'arrivée de l'ICANN a ainsi marqué l'entrée formelle dans une « nouvelle ère », celle d'une « gouvernance multi-parties prenantes » des ressources Internet, avec une double diversité des participants : profil (secteur privé, secteur public, gouvernements, utilisateurs, etc.) et représentativité géographique dans le monde.

Cette évolution de la gouvernance de l'Internet a connu plusieurs cycles au gré des « évaluations » par l'administration américaine du fonctionnement de l'ICANN, des « *acquis des négociations* » entre parties prenantes et surtout des événements géopolitiques mondiaux, tels que l'affaire Snowden qui a secoué toutes les sphères en 2013. Cette affaire a été alors saisie par de nombreux acteurs (surtout non américains) comme une occasion pour « accélérer le mouvement d'indépendance » des organes de gouvernance de l'Internet par rapport aux autorités états-uniennes. Ces évolutions ont suscité d'interminables débats⁽¹⁰⁾ et négociations, notamment à l'occasion des réunions de l'ICANN ou des éditions annuelles du Forum sur la gouvernance de l'Internet (IGF). L'un des résultats de ces négociations est la création en 2016 de la « Public Technical Identifiers » (PTI), filiale de l'ICANN et nouvelle entité responsable des fonctions IANA.

Évolution de la gestion des blocs d'adresses IP : « globalité » contre « territorialité »

En parallèle avec la montée en puissance de l'ICANN, de nouveaux registres Internet régionaux (RIR) se sont installés pour atteindre le nombre de cinq en 2005, avec l'arrivée de l'AFRINIC. Ces cinq RIR ont une couverture géographique qui se chevauche avec celle des continents, comme illustré par la Figure 1 de la page suivante.

(10) Pour résumer, ces débats étaient souvent assez polarisés. Pour un premier camp, ce changement n'apportait « aucune solution au problème », puisque selon eux le « vrai patron » de l'Internet restait le DoC (États-Unis), détenant « toutes les décisions ultimes/majeures », telles que celles de valider ou non certains changements techniques proposés ou celles de mettre fin aux contrats avec l'ICANN à tout moment et de reprendre son « pouvoir central sur l'Internet ». Ainsi, pour ce camp, il fallait œuvrer pour une approche en « table rase », en bâtissant un tout nouvel Internet, multi-parties prenantes dès le départ et libéré du « joug » des États-Unis. L'autre camp prônait, quant à lui, une approche « pragmatique ». Sans être comblé par ces évolutions qui ont été pour la plupart très lentes, il s'efforçait d'y voir « un côté positif et encourageant » et de poursuivre la démarche d'amélioration continue (incrémentale) vers une prise en compte « effective » des avis des différents acteurs, qui ne sont pas nécessairement « suffisamment bien représentés » parmi les organes de gouvernance. Cette approche était en fait parfois animée d'une double méfiance. D'un côté, il « fallait se méfier » de ceux que l'on connaissait déjà » (les États-Unis) mais qui ont été jusque-là « plutôt corrects » (pas d'abus flagrant d'autorité) et de l'autre, de ceux que l'on ne connaissait pas » (ou pas assez), mais qui risqueraient surtout d'imposer plus tard une gestion bien pire, inspirée de certains « régimes dictatoriaux » enclins à « censurer les libertés » sur Internet et à faire de ce dernier un « outil de contrôle » des peuples par les gouvernements.

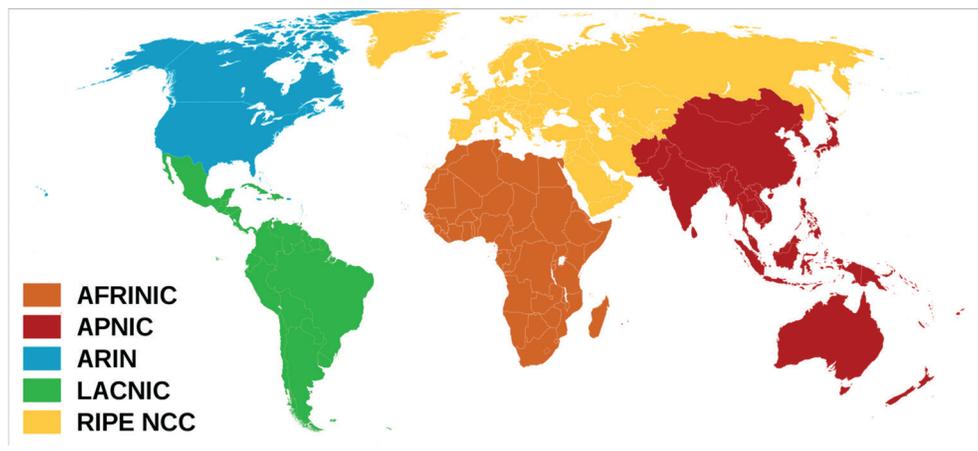


Figure 1 – Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Regional_Internet_registry

Schématiquement, un RIR reçoit la délégation, par l'IANA, de blocs d'adresses IP, dits préfixes, puis à partir des préfixes alloue des sous-préfixes à des registres Internet locaux (LIR), typiquement des exploitants⁽¹¹⁾ de réseaux dans la même région. Dans certaines régions, comme l'APNIC, il peut y avoir un registre intermédiaire, le NIR.

Le rôle des RIR a été de mieux en mieux formalisé, à trois niveaux différents :

- Interaction avec leur « communauté Internet régionale », essentiellement représentée par des exploitants réseaux/services. C'est au travers de ces échanges que la plupart des RIR ont pu « asseoir une légitimité durable ». Il faut noter que la plupart des décisions de changements techniques et opérationnels sont prises à ce niveau et, parfois, c'est un outil efficace pour « mettre la pression » sur l'ICANN/IANA et la pousser à « faire le nécessaire » à son niveau. Le leitmotiv des RIR a souvent été : « Nous appliquons les politiques techniques élaborées et approuvées par nos membres selon des processus *bottom-up* et transparents » ;
- Interaction entre RIR : dans leur « marge d'autonomie », les RIR ont multiplié les concertations pour construire des politiques régionales « harmonisées » et qui prennent en compte les spécificités de chaque région ;
- Interaction avec l'ICANN/IANA : en formant une coalition, le « Numbers Resources Organization » (NRO), les RIR se sont munis d'une structure formelle pouvant les représenter en bloc dans les débats et négociations avec l'ICANN, mais aussi avec certaines organisations gouvernementales comme l'UIT-T.

Avec l'arrivée d'IPv6, l'IANA et les RIR se sont mis d'accord pour reconduire le schéma de délégation/allocation IPv4 en vigueur, en y apportant des améliorations. Ces dernières étaient surtout liées aux spécificités d'IPv6 ou issues du retour d'expérience acquis dans la gestion des ressources IPv4. Une « évolution » donc et non une « révolution », si ce n'est qu'il était possible de repartir d'une situation plus « saine » et plus « équitable » avec IPv6. En effet, pour IPv4, il y avait, d'un côté les « chanceux » (*pionniers*) qui s'étaient « taillé la part du lion » dans l'espace d'adressage, et, de l'autre, tous les « retardataires », nettement plus nombreux, et qui ont donc dû se contenter de « quelques miettes ». Étant donné l'abondance annoncée dans l'espace IPv6, il est juste de reconnaître qu'une forme d'équité a été rétablie au moins pour la distribution⁽¹²⁾ des ressources.

(11) Par exemple, les opérateurs télécom français s'approvisionnent en préfixes IP auprès du RIPE NCC.

(12) Cette forme d'équité ne s'étend pas au déploiement des infrastructures réseau et à leur exploitation pour lesquels, certains parlent d'une fracture numérique qui se creuse durablement.

Ainsi, IANA, RIR et leurs communautés Internet respectives avaient travaillé à la fin des années 1990 et au début des années 2000 à élaborer des politiques communes sur la distribution des préfixes IPv6, du sommet (IANA) jusqu'aux exploitants de réseaux (LIR), avec l'appui technique de l'IETF. Cependant, les procédures dérivées de ces politiques n'ont pas plu à tout le monde, une fois sur le terrain. En effet, perçues par certains comme « bureaucratiques », inefficaces ou inadaptées aux « vrais besoins », voire contreproductives (car elles n'aideraient pas à l'adoption d'IPv6), des brèches se sont accumulées çà et là, rendant nécessaire la révision de ces politiques. Les arguments invoqués pour ces révisions tournaient souvent autour de « la spécificité régionale » ou du devoir de « pragmatisme/souplesse », arguments qui seront adoptés plus tard par les autres RIR, dans l'espoir de regagner une nouvelle phase d'harmonisation.

Pour illustrer ces cycles d'« harmonisation – exceptions – reharmonisation », on peut citer l'exemple des préfixes IP dits « Provider Independent » (PI). Un organisme disposant d'un préfixe PI, peut l'utiliser pour numéroté son réseau en toute indépendance de son fournisseur d'accès Internet, ce dernier se limitant au raccordement et au routage du trafic de son client. La majorité des préfixes PI en IPv4 date des années fin 1980 – début 1990, à l'époque où les RIR n'existaient pas encore et surtout, où l'attribution des blocs IP n'était pas encore régie par un contrat. En gros, les « chanceux », qui avaient eu des préfixes IPv4, pouvaient les détenir « à vie »⁽¹³⁾. Ayant vécu une douloureuse expérience avec ces préfixes IPv4 PI, certains acteurs réseaux ont été soulagés à la fin des années 1990 en apprenant que la politique globale IPv6 allait enfin « rompre » avec la pratique d'attribution de préfixes PI. Cette politique, qui s'appuyait sur de premières publications de l'IETF⁽¹⁴⁾, stipulait que les préfixes IPv6 seraient exclusivement attribués par les LIR, c'est-à-dire selon le schéma « Provider Aggregatable » (PA), qui était alors devenu la règle pour IPv4. Seulement, face aux difficultés opérationnelles et techniques (notamment en l'absence de solutions standards au problème du « *Multihoming* » en IPv6), l'ARIN a été la première à assouplir sa politique régionale pour autoriser l'attribution directe de préfixes « PI » en IPv6 vers des exploitants de sites finaux. Les autres RIR se sont alors trouvés « contraints » de répondre aux besoins similaires de leurs communautés régionales respectives et ont assoupli leur politique dans la foulée.

Évolution de la gestion des noms de domaine et du DNS : « globalité » contre « territorialité »

Revenons un instant aux premiers TLD dits « general purpose domains » - .COM, .EDU, .GOV, .MIL, et .ORG -, appelés plus tard « generic Top-Level Domains » (gTLD). Notons tout de suite que si les gTLD .COM et .ORG ont pu être étendus à l'enregistrement au-delà des États-Unis, ainsi que le TLD .NET (qui est arrivé un peu plus tard), l'enregistrement sous les trois autres TLD (.EDU, .GOV et .MIL), est resté réservé⁽¹⁵⁾ aux organismes états-uniens, sauf peut-être quelques rares exceptions historiques, comme CSO.EDU.

Mais les TLD dont le critère géographique fait par excellence partie des règles d'éligibilité sont les ccTLD et les TLD géographiques, appelés « geoTLD ». Ces derniers ont vu le jour en 2009 avec le lancement de .CAT et de .ASIA, avant la dernière vague de gTLD, démarrée en 2012 et qui a apporté un nouveau lot, comprenant des TLD de métropoles comme .PARIS, de régions comme .BZH ou de continents comme le .AFRICA.

(13) À moins de choisir de les mettre en vente (spéculative) sur un « marché » florissant, à mesure que l'espace IPv4 « se tarissait ».

(14) Les recommandations/avis de l'IETF en matière de délégation/allocation/attribution de préfixes IPv6 ont dû à leur tour évoluer, au point que l'IETF a finalement décidé de « manger son chapeau » en rendant obsolètes ses publications précédentes et de les remplacer par de nouvelles publications [RFC 3587] et [RFC 6177] qui concluent en gros : « Ce n'est pas/plus mes oignons, mais ceux de l'IANA/RIR/LIR/Clients. À eux de s'entendre entre eux ».

(15) Ces gTLD restreints à l'enregistrement ont préfiguré ce qui sera appelé plus tard, les « sponsored TLD ».

Quant aux ccTLD, le choix de John Postel, de renvoyer la problématique de l'éligibilité à un ccTLD vers une référence normative gérée/maintenue par une (autre) organisation internationale (l'ISO), avait été jugé très astucieux dès le départ. Mais cette astuce s'est avérée encore plus utile au fur et à mesure que certains nouveaux États apparaissaient, pendant que d'autres disparaissaient⁽¹⁶⁾.

Par ailleurs, la délégation des noms de domaines suit un schéma proche de celui décrit pour les RIR. L'IANA délègue un TLD à un registre de noms de domaine, qui délègue à son tour des noms de domaine dérivés aux titulaires demandeurs-éligibles, cette seconde délégation passant souvent par un intermédiaire appelé « bureau d'enregistrement ».

En tant qu'organe de régulation mondial, si l'ICANN a été en mesure de formaliser rétroactivement sa relation avec les registres de gTLD, souvent au travers d'un contrat, elle ne dispose *a priori* d'aucune assise juridique pour exercer une autorité quelconque sur les registres de ccTLD. Ces derniers « ayant été là » bien avant elle, un simple échange de lettres suffisait et les registres de ccTLD ont pu garder une grande marge de manœuvre dans une gestion des noms de domaine restant dans leur giron, en fixant à leur discrétion des critères géographiques variant d'un pays à l'autre.

Par ailleurs, tout en restant autonomes, la plupart des registres de ccTLD ont choisi de constituer des associations professionnelles régionales afin d'échanger entre pairs sur des problématiques communes (« *benchmark* », *collaboration*, bonnes pratiques métiers, etc.). C'est le cas par exemple du Council of European National Top-Level Domain Registries (CENTR), l'une des associations les plus dynamiques, fondée en 1998 et qui compte plus de 50 membres à ce jour.

Quid des évolutions au niveau de la racine « root » du DNS ?

Contrairement aux périmètres des ccTLD, celui de la racine a dû subir des évolutions majeures depuis l'époque où John Postel gérait quasiment tout, tout seul. Avec l'arrivée de l'ICANN, les fonctions de l'IANA et ses interfaces ont dû être davantage formalisées, notamment vis-à-vis des TLD, à mesure que de nouveaux gTLD arrivaient.

Ensuite, l'arrivée progressive de « nouvelles technologies »⁽¹⁷⁾ devant être déployées au niveau de la racine, l'ICANN invoquait souvent le souci de sécurité, stabilité ou résilience de la zone racine pour justifier la multiplication, parfois excessive⁽¹⁸⁾, des consultations et des tests, avant de procéder à de tels changements.

Mais le changement qui a eu le plus d'impact positif en matière de résilience était de loin celui de l'adoption progressive par des opérateurs de serveurs de la racine, de la technologie Anycast, initiée par l'ISC, opérateur du F-Root, à la suite d'une attaque DDoS aux serveurs de la racine en 2002. En effet, historiquement au nombre de treize, nommés de [A-à-M].root-servers.net, dix de ces serveurs étaient implantés aux États-Unis et seulement trois autres dans le reste du monde⁽¹⁹⁾. Ainsi, le déploiement progressif de centaines de nouvelles instances anycast, répliquées sur les cinq continents, comme on peut le voir sur <https://root-servers.org/>, a pu mettre fin au mythe que « les serveurs de la racine DNS étaient un monopole des Américains ».

(16) À l'image du .YU (ex-Yougoslavie) qui a laissé la place aux nouveaux ccTLD .RS (Serbie) et .ME (Monténégro).

(17) Parmi ces technologies, on peut citer les extensions au DNS qui prennent en charge IPv6 ou la sécurité (DNSSEC), l'Anycast ou les domaines Internet internationalisés (IDN). Il fallait ajouter à cela plus tard le défi de déléguer massivement des milliers de nouveaux gTLD sous la racine.

(18) Il faut rappeler dans ce contexte que ce sont souvent les RIR ou les TLD qui ont poussé l'ICANN à opérer des évolutions devenues nécessaires ou urgentes, après avoir démontré de leur côté qu'il n'y avait plus aucune raison d'attendre ou de tergiverser. C'était le cas pour la prise en charge d'IPv6, puis de DNSSEC dans la zone racine.

(19) Le 'K' au Royaume-Uni, le 'T' en Suède et le 'M' au Japon.

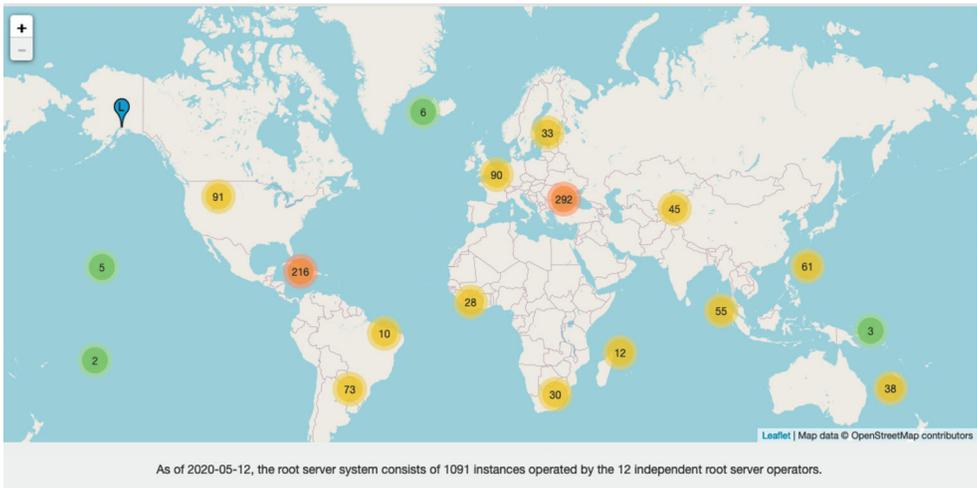


Figure 2 – Source : <https://root-servers.org/>

Notons toutefois que malgré la disparition de ce mythe, répartition géographique « sur tous les continents » ne veut pas forcément dire qu'elle soit « géographiquement équitable ». En effet, en regardant de près la carte de la Figure 2 ci-dessus, on voit bien que la couverture géographique est loin d'être uniforme. Même s'il y a des dizaines d'instances sur chaque continent, force est de constater que leur répartition est plutôt concentrée aux endroits où il y a le plus de trafic, notamment les points d'échange Internet (IXP).

Bibliographie

ISI/USC (1981), *Rfc 791: Internet protocol - Darpa Internet Program - Protocol Specification*, RFC-Editor.

MOCKAPETRIS P. (1983), *RFC 882: Domain names: Concepts and facilities* (Obsoleted by RFC 1034), RFC-Editor.

MOCKAPETRIS P. (1983), *RFC 883: Domain names: Implementation specification* (Obsoleted by RFC 1035), RFC-Editor.

POSTEL J. & REYNOLDS J. (1984), *RFC 920: Domain Requirements*, RFC-Editor.