



NEXT STEP



Etude sur l'élaboration d'une stratégie nationale de migration vers l'IPv6

Livrable 2 : Benchmark International

Octobre 2017

Table des matières

Table des illustrations.....	4
1 Introduction.....	5
2 Périmètre du Benchmark	5
3 Déploiement de l'IPv6 dans le monde.....	5
4 Déploiement de l'IPv6 dans certains pays	8
4.1 Le Maroc.....	8
4.1.1 Cadre réglementaire.....	8
4.1.2 Organismes au en charge de l'adressage IP	8
4.1.3 Statistiques IPv4/IPv6	9
4.1.4 Stratégie Nationale.....	10
4.2 La France.....	13
4.2.1 Cadre réglementaire.....	13
4.2.2 Organismes au en charge de l'adressage IP	14
4.2.3 Statistiques IPv4 et IPv6	14
4.2.4 Stratégie Nationale.....	16
4.3 L'Espagne.....	19
4.3.1 Cadre réglementaire.....	19
4.3.2 Organismes au en charge de l'adressage IP	19
4.3.3 Statistiques IPv4 et IPv6	19
4.3.4 Stratégie nationale	21
4.4 L'Italie	24
4.4.1 Cadre réglementaire.....	24
4.4.2 Organismes en charge de l'adressage IP	24
4.4.3 Statistiques IPv4 et IPv6	25
4.4.4 Stratégie Nationale.....	26
4.5 La Suède	27
4.5.1 Cadre réglementaire.....	27
4.5.2 Organismes au en charge de l'adressage IP	28
4.5.3 Statistiques IPv4 et IPv6	28
4.5.4 Stratégie Nationale.....	30
4.6 Le Royaume Uni.....	32
4.6.1 Cadre réglementaire.....	32



- 4.6.2 Organismes au en charge de l'adressage IP 33
- 4.6.3 Statistiques IPv4 et IPv6 33
- 4.6.4 Stratégie Nationale..... 35
- 4.7 La Corée du Sud 36
 - 4.7.1 Cadre réglementaire..... 36
 - 4.7.2 Organismes au en charge de l'adressage IP 37
 - 4.7.3 Statistiques IPv4 et IPv6 37
 - 4.7.4 Stratégie Nationale..... 39
- 4.8 Le Bahreïn 40
 - 4.8.1 Cadre réglementaire..... 40
 - 4.8.2 Organismes au en charge de l'adressage IP 40
 - 4.8.3 Statistiques IPv4 et IPv6 40
 - 4.8.4 Stratégie Nationale..... 42
- 4.9 Les Etats Unis..... 42
 - 4.9.1 Cadre réglementaire..... 42
 - 4.9.2 Organismes au en charge de l'adressage IP 43
 - 4.9.3 Statistiques IPv4 et IPv6 43
 - 4.9.4 Stratégie Nationale..... 44
- 5 Conclusion 47

Table des illustrations

Figure 1 : Pourcentage d'utilisateurs accédant à Google via IPv6.....	6
Figure 2 : Augmentation de taux d'utilisation de l'IPv6 durant la période de fin d'année	7
Figure 3 : Evolution de taux d'utilisation de l'IPv6 sur une période de deux mois	7
Figure 4 : Nombres de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Maroc.....	9
Figure 5 : évolution du parc total des abonnés Internet.....	10
Figure 6 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Maroc.....	10
Figure 7 : Nombres de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en France	15
Figure 8 : Taux d'adoption de l'IPv6 en France	16
Figure 9 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Espagne	20
Figure 10 : Taux d'adoption de l'IPv6 en Espagne.....	21
Figure 11 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Italie.....	25
Figure 12 : Taux d'adoption de l'IPv6 en Italie	26
Figure 13 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Suède.....	29
Figure 14 : Taux d'adoption de l'IPv6 en Suède	29
Figure 15 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 au Royaume Uni	34
Figure 16 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Royaume Uni.....	35
Figure 17 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 au Corée de Sud	38
Figure 18 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Corée de Sud	38
Figure 19 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 au Bahreïn	41
Figure 20 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Bahreïn.....	41
Figure 21 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 aux Etats Unis.....	43
Figure 22 : Taux d'adoption de l'IPv6 aux Etats Unis.....	44

1 Introduction

Ce document est le livrable de la deuxième phase qui consiste à élaborer le benchmark International portant sur le déploiement de l'IPv6 dans les pays présélectionnés en accord commun entre Next Step IT et l'Instance Nationale des Télécommunications.

Ainsi, pour chaque pays, nous allons présenter le cadre réglementaire en matière d'adressage IP, le schéma d'interaction des organismes nationaux en charge de l'adressage IP entre eux et avec les organismes internationaux, les statistiques sur les ressources d'adressage IPv4/IPv6 et la stratégie nationale IPv6.

2 Périmètre du Benchmark

Durant la réunion de démarrage de projet, il a été décidé d'inclure les pays ci-dessous dans le benchmark :

1. Maroc
2. France
3. Espagne
4. Italie
5. Suède
6. Angleterre
7. Corée de Sud
8. Bahreïn
9. Etats Unis

Le Benchmark couvrira les points suivants :

- Le cadre réglementaire de chaque pays en matière d'adressage IP,
- Le schéma d'interaction des organismes nationaux en charge de l'adressage IP entre eux et avec les organismes internationaux,
- Des statistiques sur les ressources d'adressage IPv4/IPv6,
- La stratégie nationale IPv6.

3 Déploiement de l'IPv6 dans le monde

Ces dernières années ont été caractérisées par une augmentation remarquable de l'utilisation de l'IPv6 à travers le monde. Sur l'ensemble de sites web de Google, le trafic IPv6 est passé de 1% en 2013 à plus de 20% en 2017. La *Figure 1* montre l'évolution de l'utilisation de l'IPv6 à travers le monde.

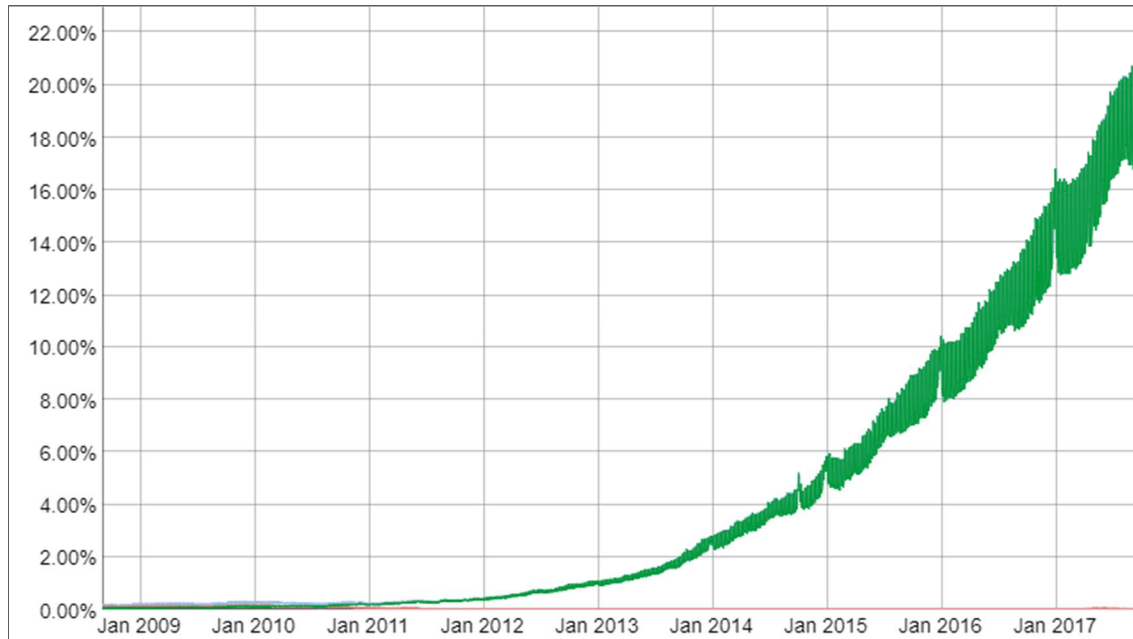


Figure 1: Pourcentage d'utilisateurs accédant à Google via IPv6

Nous remarquons que le graphe inclut des fluctuations. Nous allons essayer de faire un zoom pour comprendre la raison de ces fluctuations.

La Figure 2 montre que le taux d'utilisation de l'IPv6 augmente les derniers jours de la fin de l'année ce qui correspond aux vacances des fins d'années. La Figure 3 montre que le taux d'utilisation de l'IPv6 augmente durant le weekend (21%) et baisse durant les jours de travail (17%). Avec ces deux constatations, nous pouvons conclure que l'utilisation résidentielle de l'IPv6 est beaucoup plus importante que l'utilisation professionnelle.

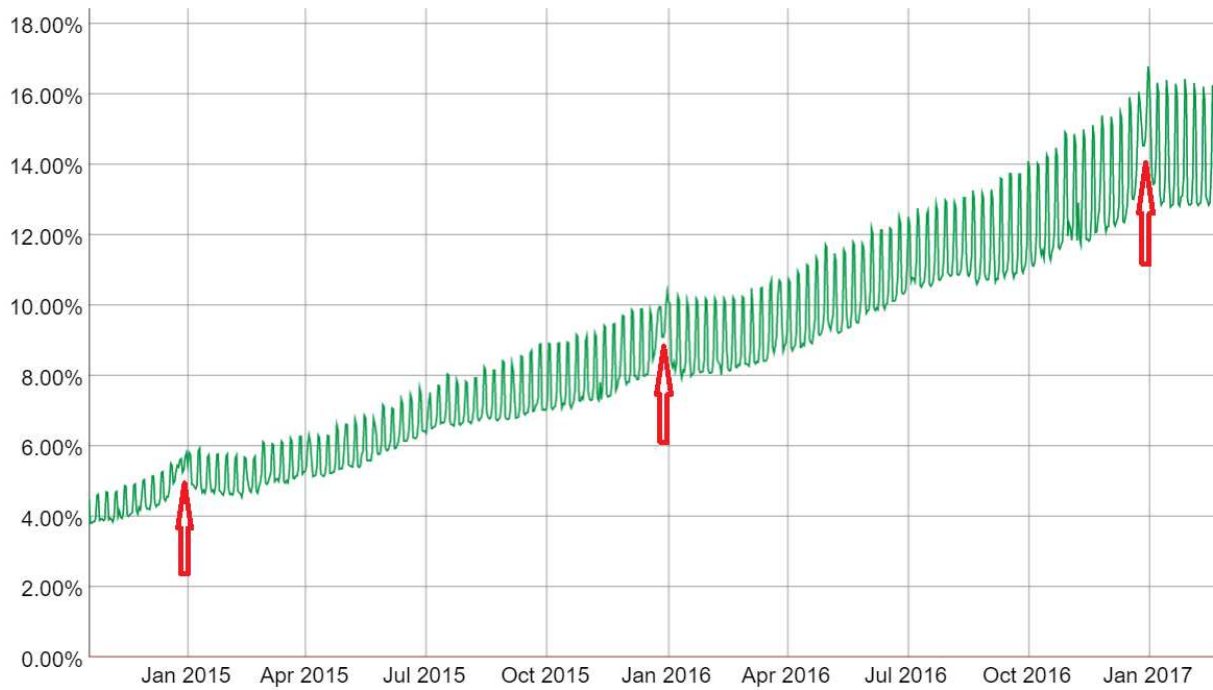


Figure 2 : Augmentation du taux d'utilisation de l'IPv6 durant la période de fin d'année

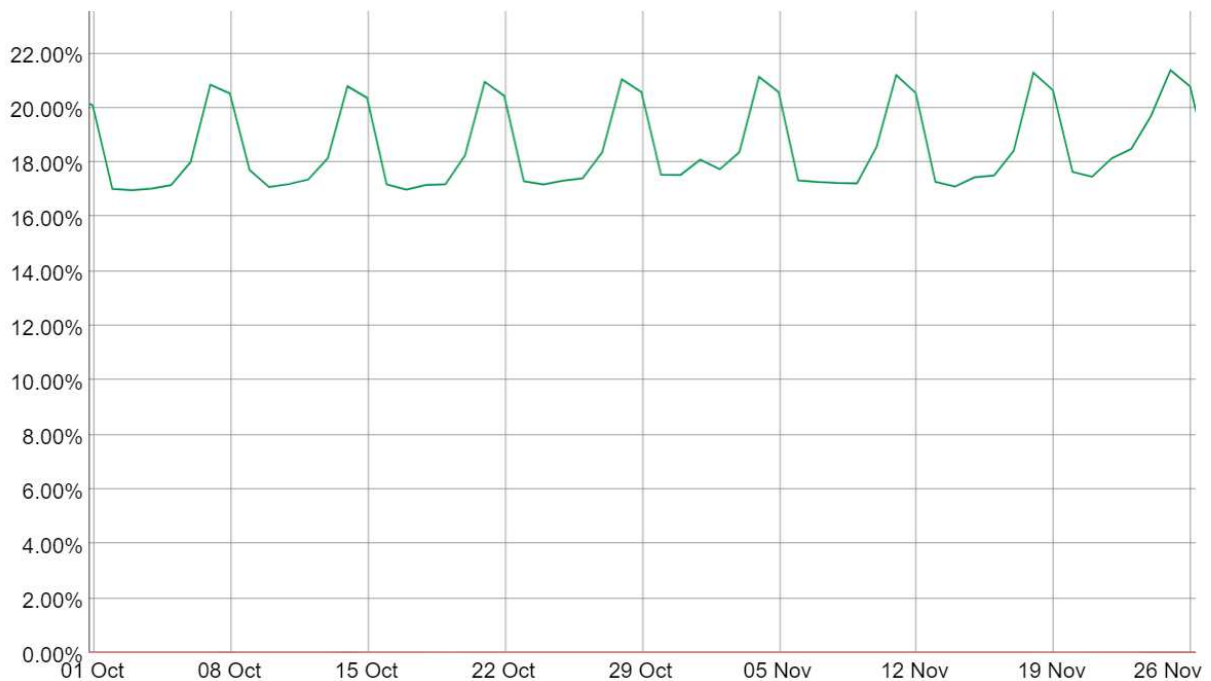


Figure 3 : Évolution du taux d'utilisation de l'IPv6 sur une période de deux mois

Le déploiement de l'IPv6 varie d'une région à une autre et d'un pays à un autre. Dans ce qui suit, nous présentons l'état de déploiement de l'IPv6 dans les différentes régions.

4 Déploiement de l'IPv6 dans certains pays

4.1 Le Maroc

4.1.1 Cadre réglementaire

Au Maroc, L'Agence Nationale de Réglementation des Télécommunications (ANRT) est l'établissement public chargé de la régulation et de la réglementation du secteur des télécommunications. L'ANRT a été créée en février 1998, en application de la loi n° 24-96¹, relative à la Poste et aux Télécommunications, qui a fixé les aspects généraux de la réorganisation du secteur. Cette loi a été modifiée et complétée par la loi n° 55-01 de 2004.

L'article 3 de la loi n°55-01 du 4 Novembre 2004 précise que « **L'ANRT attribue aux exploitants de réseaux publics de télécommunications des numéros, blocs de numéros et préfixes dans des conditions objectives, transparentes et non discriminatoires.** »

L'article 29 de la loi n° 24-96 telle que modifiée et complétée par la loi n° 29-06 de 2007 précise que l'ANRT est chargée entre autres « **d'attribuer les noms de domaine ".ma", de définir les modalités de leur gestion administrative, technique et commerciale dans des conditions transparentes et non discriminatoires et de représenter les titulaires de ces adresses auprès des instances internationales gouvernementales ou non gouvernementales en charge de la gestion internationale des noms de domaine Internet.** »

Cependant, aucun texte de loi ne fixe l'attribution et la gestion des adresses IP (IPv4 ou IPv6).

4.1.2 Organismes en charge de l'adressage IP

Au Maroc, il y a dix Registres Internet Local (LIR)² membres du Centre d'Information du Réseau Africain (AFRINIC) qui sont :

- Itissalat Al-Maghrib (opérateur de télécommunications),
- Médi Telecom (opérateur de télécommunications),
- Wana Corporate (opérateur de télécommunications),
- Cimecom (Fournisseur d'accès Internet),
- le CNRST (Centre National pour la Recherche Scientifique et Technique),
- N+ONE (Data Center),
- Genious Communication (prestataire de noms de domaine .ma),
- Medafrica Systems (prestataire de noms de domaine .ma),
- MTDS (prestataire de noms de domaine .ma), et
- Pixi Media (prestataire de noms de domaine .ma).

¹<https://www.anrt.ma/sites/default/files/documentation/1997-1-97-162-24-96-loi-telecom-ver-consolidee-fr.pdf>

²https://www.anrt.ma/sites/default/files/publications/2017_t2_tb_adresses_ip_fr.pdf

Ces dix LIRs ont des plages d'adresses IP qui sont directement allouées de chez l'AFRINIC. Les statistiques de juin 2017 montrent que plus que 99% des adresses IP sont allouées pour trois opérateurs : Itissalat Al-Maghrib(69%), Médi Telecom (18%) et Wana (13%)

4.1.3 Statistiques IPv4/IPv6

4.1.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 4 montre l'évolution de nombre de blocs d'adresses IP, au Maroc, qui sont visibles dans les tables de routages au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (1063 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6 (14 blocs).

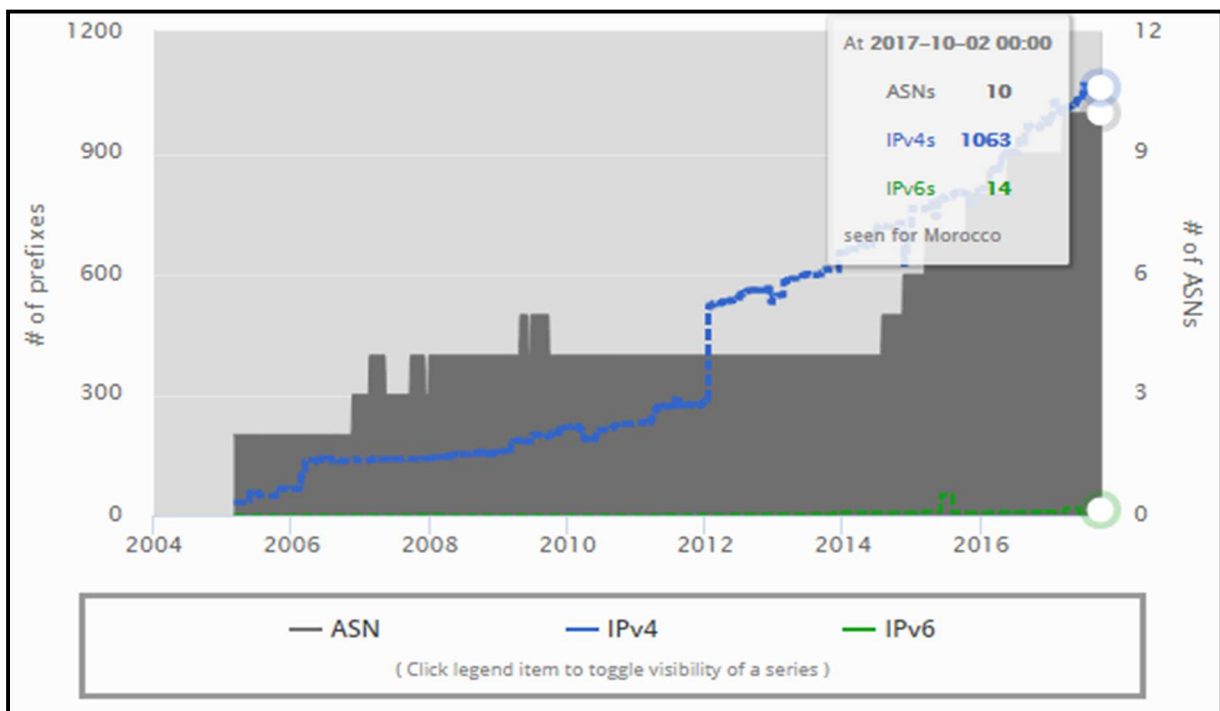


Figure 4 : Nombres de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Maroc³

La figure montre aussi une croissance assez importante des blocs d'adresses IPv4 durant les cinq dernières années contre une évolution assez modeste des blocs IPv6. Cette évolution du nombre de blocs IPv4 est expliquée par la croissance énorme du parc d'abonnés Internet durant ces 5 dernières années. La Figure 5 montre qu'en deux ans le nombre d'abonnés Internet est passé de 5 millions à 14 millions. Le nombre de blocs IPv6 n'a pas évolué puisque les fournisseurs d'accès Internet ne fournissent pas actuellement l'Internet en IPv6.

³<https://stat.ripe.net>

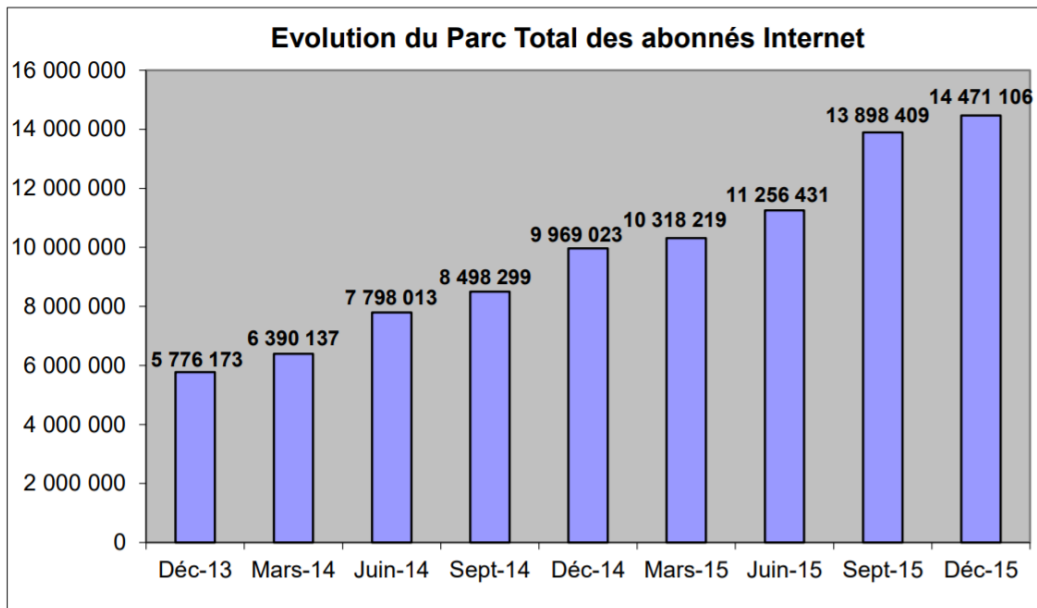


Figure 5 : Évolution du parc total des abonnés Internet⁴

4.1.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 6 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 est de 0%. C'est-à-dire que tout le trafic Internet au Maroc est encore en IPv4. Bien que le Maroc dispose de plusieurs blocs d'adresses IPv6 et bien que certains services, comme les DNS racine de .ma soient en IPv6, le trafic des utilisateurs est principalement en IPv4. Ceci est lié principalement à l'offre actuelle des fournisseurs d'accès Internet qui est encore basée sur l'IPv4.

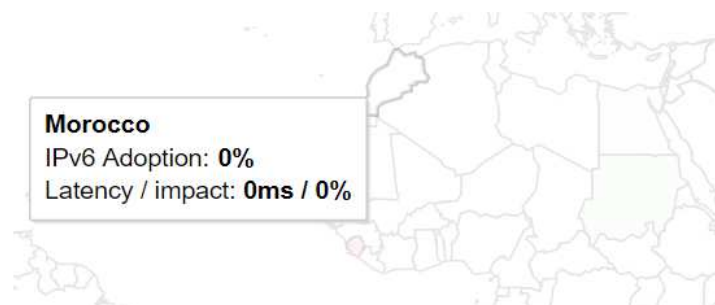


Figure 6 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Maroc⁵

4.1.4 Stratégie Nationale

Au niveau de Maroc, on distingue des activités de développement de l'IPv6 pilotées par l'IPv6 Task Force Maroc et d'autres pilotées par le Ministère de l'Industrie, de l'Investissement, du Commerce et de l'Economie Numérique (MIICEN) et l'ANRT.

⁴https://www.anrt.ma/sites/default/files/2015_T4_TB_Internet_fr.pdf

⁵<https://www.google.fr/ipv6/statistics.html>

4.1.4.1 IPv6 Task Force Maroc

La création de « l'IPv6 Task Force Maroc » a eu lieu en marge de la conférence EugeniAfrique 2006 à Marrakech. Le Task Force Maroc a pour objectifs de:

- Encourager le déploiement et les tests d'infrastructures de réseaux et de services IPv6,
- Identifier les opportunités d'affaires et les secteurs pour lesquels IPv6 peut être porteur de développement (Industrie, transports, santé, éducation, ...),
- Réunir les différents acteurs opérant au Maroc afin de partager les expériences, de coordonner des actions et de devenir une force de proposition,
- Organiser des conférences, ateliers, journées de formation pour connaître l'état de l'art et sensibiliser les différents acteurs,
- Communiquer sur les offres de produits et de services,
- Contribuer à la formation de compétences nationales pointues à partir des formations initiales (écoles d'ingénieurs & universités) et des formations continues,
- Collaborer avec les différents organismes étrangers et insérer l'IPv6 Task Force Maroc dans les agendas internationaux,
- Tisser des liens avec le monde des médias et de la communication.

Plusieurs activités ont été organisées telles que :

- Le 1^{er} Sommet Marocain sur l'IPv6 du 27 au 30 mars 2007⁶,
- Sommet Marocain sur IPv6 (SMIPv6'14) en Mai 2014⁷.

4.1.4.2 Plan d'action national de déploiement d'IPv6

L'Agence Nationale de Réglementation des Télécommunications (ANRT) et le Ministère de l'Industrie, du Commerce et des Nouvelles Technologies ont commandité, en 2011, une étude ayant pour objet d'élaborer une stratégie nationale de transition vers IPv6⁸. Cette étude prévoit 3 principaux volets :

- L'analyse de la maturité de l'écosystème IP national
- L'évaluation des incidences technico-économiques d'une transition vers IPv6,
- L'élaboration d'un plan d'actions pour la transition au niveau national vers IPv6.

Cette étude a permis de construire un plan stratégique pour le Maroc qui inscrit les pouvoirs publics dans un rôle moteur et fédérateur de cette transition. Ce plan s'articule autour de 4 priorités stratégiques :

- Inciter les opérateurs à proposer des offres commerciales de connectivité IPv6,
- Garantir la conformité IPv6 des composants SI présents sur le territoire,
- Sensibiliser les acteurs de l'écosystème IP et promouvoir IPv6, notamment auprès des entreprises,

⁶<http://www.itmaroc.com/systemes/reseaux/73.html>

⁷<http://www.misoc.ma/news-heading-6/>

⁸https://www.anrt.ma/sites/default/files/Rapport-annuel-2012_fr.pdf

- Assurer, via la transition des administrations, l'existence d'une demande qualifiée.

La mise en œuvre de ces priorités est pilotée par une structure de gouvernance dite Comité National IPv6 (CNIPv6), créée, fin 2012, dans le cadre de la gouvernance nationale des technologies de l'information, et qui a pour vocation d'assurer le suivi du plan d'actions national IPv6. L'ANRT est partie prenante au niveau de ce comité, en assurant notamment le suivi et la coordination des actions relevant des Opérateurs Télécom.

Ceci a permis de faire quelques avancements au niveau du déploiement de l'IPv6 au Maroc tels que :

- L'ANRT a déployé IPv6 sur l'infrastructure DNS,
- Des formations sont organisées pour le développement des compétences IPv6,
- Les opérateurs ont testé IPv6 et sont prêts à fournir des offres,
- Le milieu académique a déployé IPv6 sur son réseau MARWAN,
- Le MIICEN a élaboré une circulaire, signée par le Chef du Gouvernement et exigeant la compatibilité à l'IPv6 dans les appels d'offres.

En 2017, Dans le cadre du Programme de coopération « Réussir le Statut Avancé (RSA) », initié par la Délégation de l'Union Européenne (DUE), le Maroc a bénéficié d'une assistance technique pour le déploiement du nouveau protocole d'adressage Internet IPv6 au sein des administrations publiques⁹.

Cette mission d'assistance dont le pilotage est assuré par le MIICEN en collaboration avec l'ANRT, consiste en :

- L'élaboration d'une démarche méthodologique pour le déploiement de l'IPv6,
- Le développement du contenu d'un portail national d'information sur l'IPv6,
- Le développement des capacités des administrations,
- L'accompagnement de 4 à 5 administrations dans le cadre de projets pilote de passage à l'IPv6,
- La sensibilisation, sur la base des retours d'expériences des administrations pilote, des autres acteurs concernés par le passage à l'IPv6.

À l'issue de la première phase de ce projet, en novembre 2017, un ensemble de recommandations a été proposé par l'étude¹⁰ :

1. Envisager l'obligation du support d'IPv6 sur les équipements connectés,
2. Sensibiliser les opérateurs sur les problèmes d'identification des communications à travers les dispositifs de translations d'adresses à large échelle (technique appelée Carrier-grade NAT ou CGN-NAT) que les opérateurs seront obligés d'utiliser avec la pénurie des adresses IPv4,
3. Mettre en place un portail national d'IPv6,
4. Communiquer sur des actions concrètes de déploiement,
5. Amorcer le déploiement d'IPv6 dans l'administration,

⁹<http://www.egov.ma/fr/actualites/plan-d%E2%80%99actions-national-de-d%C3%A9ploiement-d%E2%80%99ipv6>

¹⁰http://www.egov.ma/sites/default/files/ipv6maroc_restitution_phase1.pdf

- a. Mettre en œuvre une méthodologie adaptée,
 - b. Impliquer les partenaires de l'administration,
 - c. Initier une synergie entre les parties prenantes.
6. Capitaliser sur les retours d'expérience :
- a. Participer à la task-force marocaine pour partager l'expérience,
 - b. Valoriser les résultats sous forme de guides.

4.1.4.3 Déploiement de l'IPv6 sur les serveurs DNS racines

Nous avons remarqué que tous les serveurs DNS racines pour la zone « .ma » ont déjà des adresses IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6. Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du « .ma ».

SERVEUR DNS	ADRESSE IP
ns4.registre.ma	81.192.171.116 81.192.171.140 2001:4288:1800:386:0:0:0:4
ns3.registre.ma	81.192.171.139 81.192.171.115 2001:4288:1800:386:0:0:0:3
ns1.registre.ma	81.192.171.83 81.192.171.131 2001:4288:1800:186:0:0:0:3
ns2.registre.ma	81.192.171.84 81.192.171.132 2001:4288:1800:186:0:0:0:4

4.2 La France

4.2.1 Cadre réglementaire

L'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP) est l'organisme chargé de réguler les communications électroniques et les postes en France.

Dans le rapport « Normalisation et régulation : interactions et enjeux » publié par l'Autorité de Régulation des Télécommunications (ART), ancien nom de l'ARCEP, en octobre 2002, le régulateur précise que les adresses IP sont gérées par des instances ad hoc, héritées de l'historique de la construction du réseau Internet. Elles fonctionnent sur un mode d'autorégulation des acteurs¹¹.

Il précise également que l'Autorité suit les travaux réalisés au sein du RIPE (le organisme de gestion des adresses IP pour l'Europe), notamment l'élaboration des règles de gestion des adresses IPv6 et la politique d'attribution des adresses vis à vis de l'Internet mobile.

¹¹<https://www.arcep.fr/fileadmin/reprise/dossiers/norm-regul/gd-normalisation.doc>

Le régulateur considère que le modèle de gestion et d'attribution des adresses IP est très éloigné de celui existant pour les ressources en numérotation. Mais, il a fonctionné jusqu'à présent sans donner lieu à des critiques qui pourraient justifier de le modifier radicalement.

Au niveau de la réglementation concernant IPv6, nous avons pu identifier les textes suivants :

- Circulaire relative à la prise en compte de protocole IPv6 dans les spécifications techniques des cahiers des charges des marchés publics portant sur la fourniture des biens et de services relevant du protocole IP issue le 8 décembre 2011, sous le Numéro INDI1127026C, du ministre de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des Collectivités territoriales et de l'Immigration et le ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie et le ministre chargé de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Économie numérique et publié au Bulletin officiel du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie et du ministère du Budget, des Comptes publics, de la Fonction publique et de la Réforme de l'État N° 43 – novembre - décembre 2011¹².
- L'article 42 de la loi n° 2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique qui précise que à compter du 1er janvier 2018, tout nouvel équipement terminal, au sens de l'article L. 32 du code des postes et des communications électroniques, destiné à la vente ou à la location sur le territoire français doit être compatible avec la norme IPv6¹³.

4.2.2 Organismes au en charge de l'adressage IP

En France, il y a 1886 LIRs qui gèrent des adresses IP. La liste de ces LIR est publiée sur le site de ripe¹⁴. Parmi ces LIR, il y a 904 LIR qui sont basés à l'étranger : principalement en Europe et aux Etats Unis.

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue les différents opérateurs, des entreprises, des entités gouvernementales, des réseaux communautaires, des bureaux d'enregistrement DNS, des Data Centers, des fournisseurs de contenu, etc.

4.2.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.2.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 7 montre l'évolution de nombre de blocs d'adresses IP, en France, qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (6313 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(810)¹⁵.

On remarque que depuis 2011, le nombre de bloc IPv6 est entrain de croitre. Ceci coïncide avec les actions prises pour l'accélération de déploiement de l'IPv6 telles que la circulaire de 8 décembre 2011 décrite dans le paragraphe précédent.

¹²https://www.economie.gouv.fr/files/BOAC_43_%20novembre-decembre_2011.pdf

¹³<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000033202746&categorieLien=id>

¹⁴<https://www.ripe.net/membership/indices/FR.html>

¹⁵<https://stat.ripe.net>

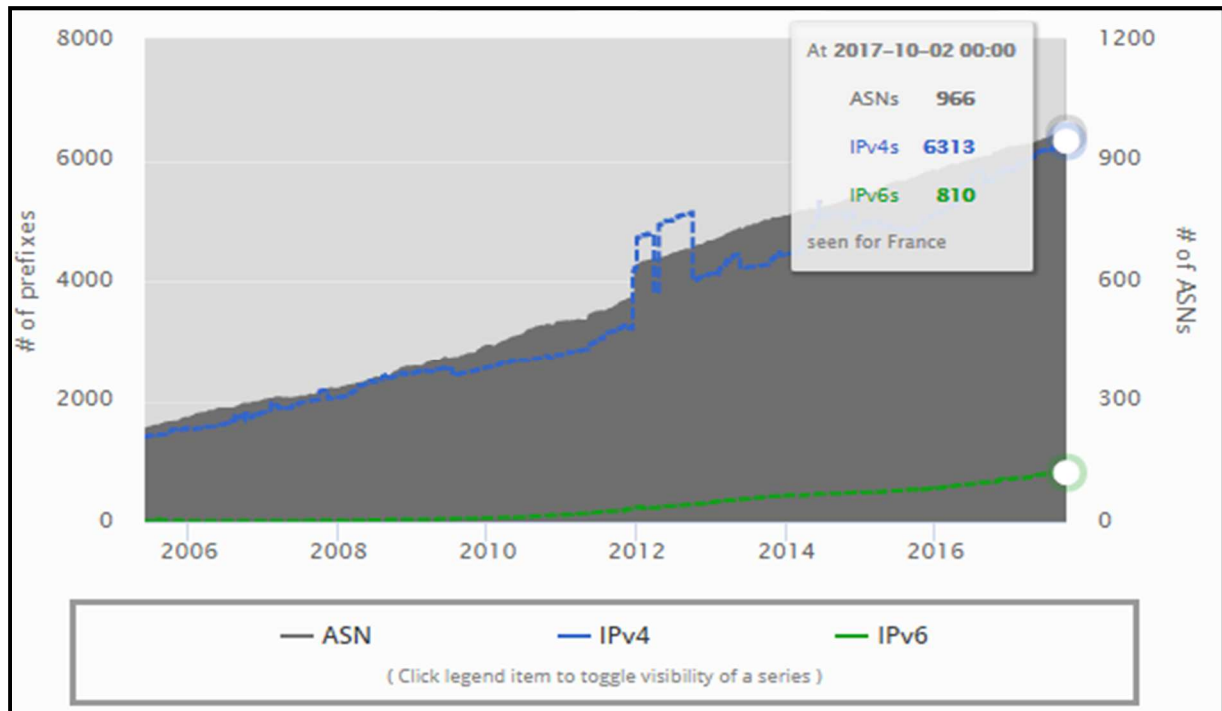


Figure 7 : Nombres de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en France

4.2.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 8 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 en France est de 20%. Ceci veut dire qu'un internaute sur 5 se connecte à Internet via IPv6. Ceci est considéré comme un taux assez important en le comparant aux autres pays du monde. Cependant, dans la communauté européenne, il y a plusieurs pays qui sont en avance par rapport à la France tels que la Belgique (49%), la Grèce (34%), l'Allemagne (33%), la Suisse (28%) et le Luxembourg (25%).

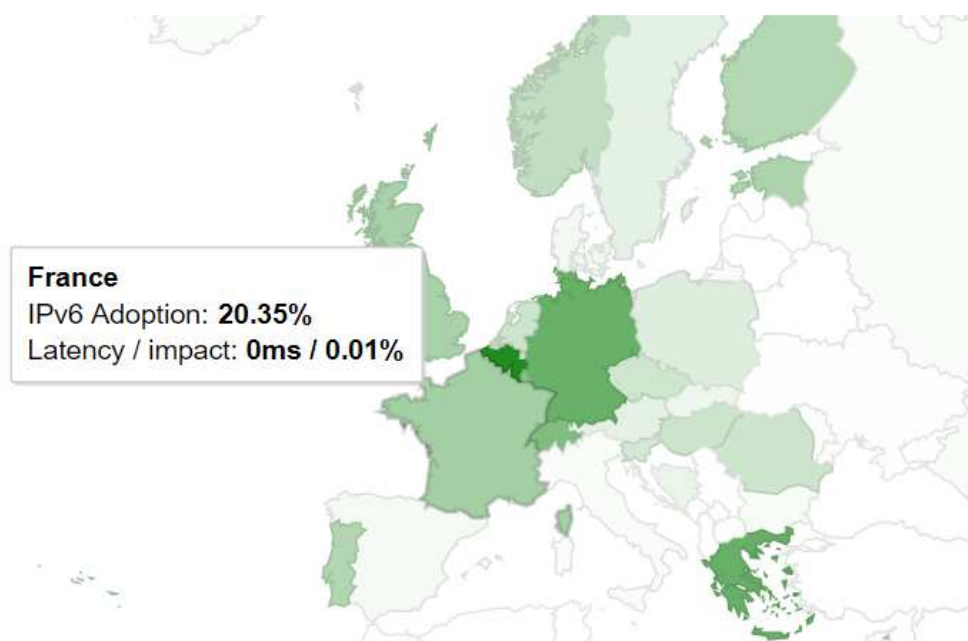


Figure 8 : Taux d'adoption de l'IPv6 en France¹⁶

4.2.4 Stratégie Nationale

4.2.4.1 G6 et IPv6 Task Force France

En 1995, l'association G6 a été créée ayant comme objectif le déploiement d'un réseau IPv6 académique en France et qui s'est concrétisé, par la suite, par la mise en service d'IPv6 au cœur du Réseau National de télécommunications pour la Technologie l'Enseignement et la Recherche (Renater)¹⁷. En Septembre 2002, l'IPv6 Task Force France a été créé. Dès 2007, il a fusionné avec l'association G6.

Dès les années 2000, le déploiement de l'IPv6 a commencé par :

- Déploiement de l'IPv6 sur les serveurs DNS racine « .fr »,
- Déploiement IPv6 sur le réseau de National de télécommunications pour la Technologie l'Enseignement et la Recherche (Renater),
- La première offre commerciale chez les fournisseurs d'accès Internet.

4.2.4.2 Actions pilotées par le gouvernement

En décembre 2011, une circulaire issue du ministre de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des Collectivités territoriales et de l'Immigration et du ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie et le ministre chargé de l'Industrie, de l'Énergie et de l'Économie numérique précise que :

1. la Direction interministérielle des systèmes d'information et de communication (Disic), créée par décret du 21 février 2011, a retenu que le futur réseau interministériel de l'État, dont elle pilote la mise en place, sera construit sur la base d'un cœur de réseau natif IPv6. Ce choix technologique garantira la pérennité du fonctionnement de ce réseau.

¹⁶<https://www.google.fr/ipv6/statistics.html#tab=per-country-ipv6-adoption>

¹⁷<http://g6.asso.fr/apropos/>

2. Les services de l'État doivent intégrer la compatibilité au protocole IPv6 dans les spécifications techniques des cahiers des charges portant sur les marchés de produits et de services fonctionnant sous IP, notamment les sites et services internet à destination du public, en veillant à ne pas remettre en cause la qualité de service, la résilience et la sécurité de leurs réseaux.
3. Les sites et services Internet déjà opérationnels devront quant à eux faire l'objet d'une remise à niveau afin de pouvoir être disponibles quel que soit le protocole IP utilisé pour les joindre.

En janvier 2016, le Gouvernement Français a invité l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP) à dresser un état des lieux précis du déploiement d'IPv6 en France, à identifier les difficultés et obstacles liés à cette transition, à proposer un ensemble d'actions et mesures de nature à encourager et accompagner les utilisateurs et les entreprises et enfin, à mettre en place un observatoire annuel de la transition IPv6 en France permettant d'évaluer l'état d'avancement de cette transition.

L'ARCEP a fait appel à l'expertise technique de l'Association Française pour le Nommage Internet en Coopération (AFNIC) dans le cadre de ce projet. Aux termes de cette étude, l'ARCEP a proposé au gouvernement plusieurs actions de nature à promouvoir et accompagner la transition vers IPv6 :

- Montrer l'exemple en s'engageant dans des délais ambitieux à rendre accessibles en IPv6 tous les sites web et services en ligne de l'Etat. Par sa dimension symbolique, cette mesure confirmerait l'engagement de l'Etat et son soutien à la transition qui s'impose au secteur. Elle contribuerait également, par sa dimension pratique, à l'accélérer en venant enrichir le catalogue d'offres et des services accessibles en IPv6.
- Généraliser l'enseignement d'IPv6 aussi bien dans les formations initiales que continues, afin de lever, par la pédagogie, les freins à l'adoption du protocole IPv6. En effet, en ce qui concerne les formations initiales, IPv6 devra progressivement devenir la base des programmes d'enseignement dans les cursus pertinents. Par ailleurs, s'agissant de la formation continue, des programmes certifiants, attestant de l'aptitude des diplômés, encourageront aussi bien les employés que les employeurs à recourir à ces formations
- Mettre en place les espaces d'échanges adéquats pour la communauté afin de fédérer la communauté et de permettre un échange sur les bonnes pratiques et les expériences individuelles. Cela pourrait se traduire par des événements organisés annuellement et traitant du sujet au travers d'interventions et de divers ateliers, visant à fédérer la communauté internet autour de la transition vers IPv6. Ces initiatives donneraient aux parties prenantes l'occasion d'échanger sur leurs expériences individuelles et de partager sur les nouveautés et les bonnes pratiques à adopter. Ces événements pourraient viser aussi bien les décideurs des différents acteurs, afin de les sensibiliser à la question, que les personnes directement impliquées dans le déploiement et la gestion des réseaux (format technique, sous forme d'ateliers pratiques par exemple) afin d'apporter des réponses concrètes à leurs préoccupations. Pour plus d'efficacité, ils devraient réunir l'ensemble des parties prenantes à la transition vers IPv6.
- Améliorer la coordination entre parties prenantes en rendant publiques les intentions de court et moyen termes des acteurs majeurs de la transition. Cette transparence pourrait se traduire

par l'obligation pour chaque acteur majeur de la chaîne technique de remettre à l'Arcep, ou à toute autre institution désignée, un rapport dressant l'état des lieux précis de mise en œuvre du protocole IPv6 dans son réseau ainsi que sa feuille de route de déploiement à horizon 1, 3 et 5 ans.

- Mieux informer l'utilisateur notamment sur la pérennité des terminaux dont il dispose et les possibles dysfonctionnements liés aux mécanismes de rationnement des adresses IPv4. Ainsi, le législateur pourrait imposer à tout professionnel commercialisant des terminaux ou périphériques destinés à utiliser le réseau internet de satisfaire à l'obligation d'information sur la norme d'adressage utilisable. Les informations communiquées devraient en particulier inclure la compatibilité ou la non-compatibilité de l'équipement avec le protocole IPv6. De telles mesures de transparence viseraient à éclairer le consommateur sur la pérennité des terminaux et équipements disponibles sur le marché. De même, l'obligation d'informer sur le nombre d'utilisateurs susceptibles de partager la même adresse IP publique pourrait être imposée aux FAI, dans le cas où un adressage partagé est mis en œuvre au niveau du réseau. Ces informations permettront aux utilisateurs, au moment de souscrire à l'offre souhaitée, de tenir compte des potentielles limitations techniques que ces mécanismes de rationnement peuvent induire.
- Préparer la fin d'IPv4 en permettant, à terme, aux acteurs qui souhaitent rationaliser la gestion de leurs réseaux de pouvoir se passer définitivement du protocole IPv4. Bien que le déploiement d'IPv6 soit inéluctable, celui-ci se fera en parallèle des réseaux IPv4, qui continueront dans un premier temps à acheminer une part importante du trafic. L'inversion du rapport de force entre les deux protocoles se fera progressivement, au fil des déploiements et de la mise à disposition de contenus et de services en IPv6. Aussi, il est envisagé de mettre en place des dispositions spécifiques, de nature réglementaire ou législative, permettant aux acteurs qui souhaitent pouvoir se passer définitivement du protocole IPv4, d'être en mesure de le faire, sans compromis sur leur connectivité.

4.2.4.3 Déploiement de l'IPv6 sur les serveurs DNS racines

Nous remarquons que tous les serveurs DNS qui gèrent la zone « .fr » ont déjà des adresses IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6. Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du « .fr ».

SERVEUR DNS	ADRESSE IP
d.ext.nic.fr	192.5.4.2 2001:500:2e:0:0:0:2
d.nic.fr	194.0.9.1 2001:678:c:0:0:0:0:1
e.ext.nic.fr	193.176.144.22 2a00:d78:0:102:193:176:144:22
f.ext.nic.fr	194.146.106.46 2001:67c:1010:11:0:0:0:53

g.ext.nic.fr

194.0.36.1

2001:678:4c:0:0:0:1

4.3 L'Espagne

4.3.1 Cadre réglementaire

En Espagne, il n'y a pas une entité dédiée pour la régulation des télécommunications. C'est la Commission Nationale des marchés et de la Concurrence (CNMC) qui est en charge des dossiers relatifs à la régulation des télécommunications.

Bien que la CNMC gère le plan de numérotation téléphonique en Espagne, elle n'intervient pas dans la gestion des adresses IP. La réglementation actuelle ne prévoit aucune réglementation spécifique pour les allocations et la gestion des adresses IP.

Au niveau des textes de loi en relation avec l'IPv6, on a identifié l'arrêté PRE 1716/2011 du 9 juin 2011 par lequel est publié l'Accord du Conseil des Ministres du 29 avril 2011 qui a approuvé le Plan de Promotion pour l'incorporation du protocole IPv6 en Espagne. Le plan vise à renforcer l'intégration d'IPv6, à répondre à la forte croissance d'Internet et à promouvoir l'innovation technologique et le déploiement de nouveaux services dans le domaine de la société de l'information (renforcement de la sécurité et de la connectivité de l'information et des réseaux). Le plan est promu par le ministère de l'industrie, de l'énergie et du tourisme (actuel ministère de l'énergie, du tourisme et du numérique) et par le ministère de la politique territoriale pour l'intégration du protocole IPv6 dans les administrations publiques¹⁸.

4.3.2 Organismes en charge de l'adressage IP

En Espagne, il y a 1542 LIRs qui gèrent des adresses IP. La liste de ces LIR est publiée sur le site de RIPE¹⁹. Parmi ces LIR, il y a 655 LIR qui sont basés à l'étranger : principalement en Europe et aux Etats Unis.

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue les différents opérateurs, des entreprises, des entités gouvernementales, des réseaux communautaires, des bureaux d'enregistrement DNS, des Data Centers, des fournisseurs de contenu, etc.

4.3.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.3.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 9 montre l'évolution du nombre de blocs d'adresses IP, en Espagne, qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le

¹⁸https://administracionelectronica.gob.es/pae/Home/dam/jcr:74e4b94a-235c-4996-8ba8-a989276ed337/Order-PRE-1716-2011_of-9th-June_IPV6-protocol.pdf

¹⁹<https://www.ripe.net/membership/indices/ES.html>

nombre de blocs d'adresses IPv4 (7277 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(233)²⁰.

On remarque que l'évolution du nombre de blocs IPv6 reste très modeste. Ceci est expliqué principalement par la faible adoption de l'IPv6 en Espagne que nous allons montrer dans le paragraphe suivant.

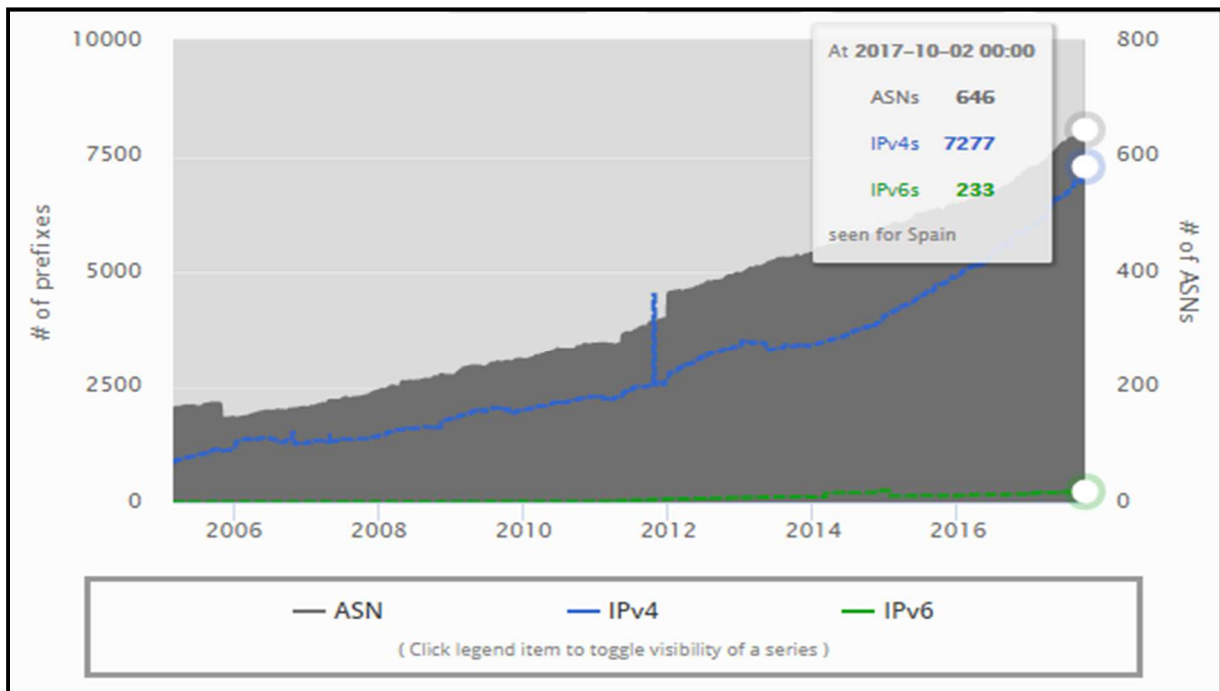


Figure 9 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Espagne

4.3.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 8 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 en Espagne est de 2%. Ceci est considéré comme un taux très faible par rapport aux pays voisins de l'Espagne tel que la Belgique (49%), l'Allemagne (33%), la Suisse (28%) et le Luxembourg (25%), la France (20%), le Royaume Uni (19%), le Portugal (17%) et le Irlande (16%).

²⁰<https://stat.ripe.net>

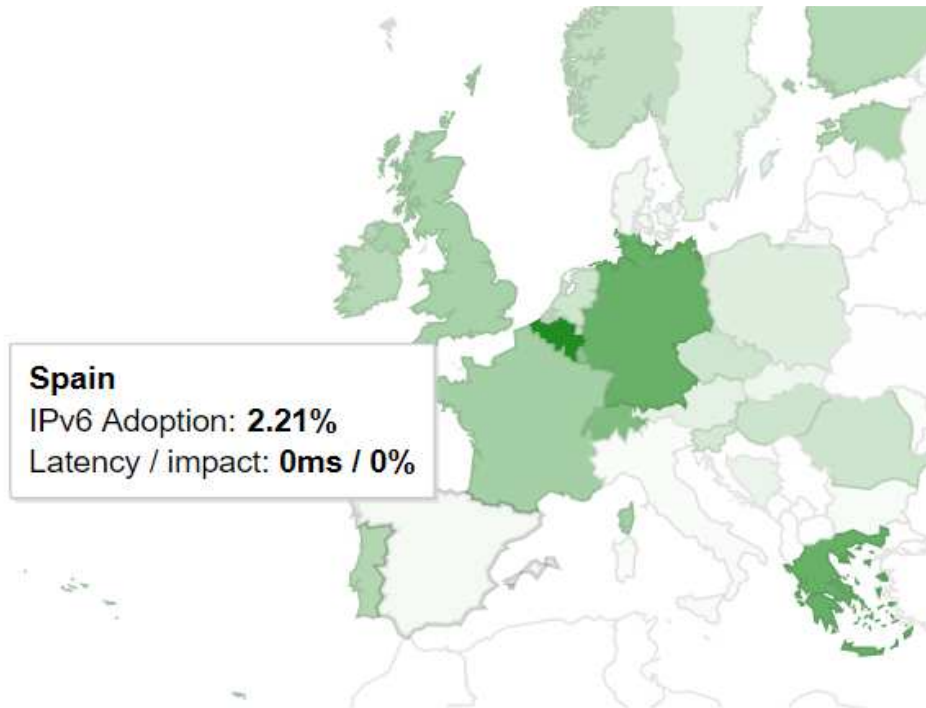


Figure 10 : Taux d'adoption de l'IPv6 en Espagne

4.3.4 Stratégie nationale

4.3.4.1 Task Force IPv6 Espagnol

Le Task Force IPv6 Espagnol a été lancé en Mai 2002²¹. Depuis, plusieurs actions ont été faites :

- Demande de support de l'IPv6 lors des acquisitions des équipements réseaux,
- L'IPv6 a été ajouté pour les projets de recherche qui peuvent être financés,
- Le déploiement de l'IPv6 dans les serveurs DNS racine .es,
- Les premières offres commerciales en IPv6,
- Déploiement de l'IPv6 dans le réseau national de l'enseignement et de recherche.

Cependant, les actions de Task Force n'ont pas eu un grand succès principalement pour les raisons suivantes :

- Le non réactivité de la part des opérateurs de télécommunications,
- Le modèle d'affaire qui peut encourager le déploiement de l'IPv6,
- L'absence d'applications et de services qui permettent la promotion de l'IPv6,
- La première offre commerciale chez les fournisseurs d'accès Internet.

²¹http://www.eu.ipv6tf.org/PublicDocuments/national_tf_status_v1.pdf

4.3.4.2 Actions pilotées par le gouvernement

Le conseil des ministres a approuvé en Avril 2011 le plan de développement pour le déploiement du protocole IPv6²².

Un plan de déploiement IPv6 est élaboré et détaillé ci-dessous :

- Initier le déploiement de l'IPv6 dans les services e-Gouvernement :
 - En Juin 2011 : adoption de l'IPv6 dans les services en ligne appartenant au Ministère de l'industrie, du tourisme et du commerce « www.mityc.es ».
 - Au cours de l'adoption du protocole IPv6 dans le "060 eGovernment information portal" « www.060.es ».
- Nouveaux portails Internet didactiques sur IPv6 :
 - Le 29 avril 2011 : lancement du portail « www.ipv6.es », avec des informations explicatives et didactiques sur IPv6 et l'élaboration du plan national. Comprend des informations détaillées sur l'adoption du protocole IPv6 au ministère de l'Industrie, du Tourisme et du Commerce.
 - De plus amples informations sur l'adoption d'IPv6 dans les administrations publiques peuvent être trouvées sur le portail de l'administration électronique « www.administracionelectronica.gob.es ».
- Formation IPv6 :
 - 20 ateliers théoriques et pratiques d'une journée sur l'IPv6 ont été organisés gratuitement à partir de juin 2011 jusqu'à la fin de l'année dans toute l'Espagne.
 - Financement dans le cadre du «Plan Avanza 2» de formation IPv6 des ingénieurs en TIC dans les PME.
- Développement de la coopération public-privé.
- Différents moyens de coopération public-privé sont évalués en termes de promotion et de formation IPv6.
- Fournir des fonds pour des projets techniques visant à déployer IPv6 :
- Dans le cadre du "Plan Avanza 2", des fonds ont été prévus pour des projets techniques visant à IPv6 (appels en cours).
- Support complet de IPv6 dans le ccTLD ".es" :
 - Deux ateliers d'évaluation IPv6 ont été organisés en juin 2011.
 - Mise en place d'un pilote et d'une consultation spécifique sur les coûts et les problèmes concernant IPv6.
 - Prise en charge complète d'IPv6 dans l'outil de gestion des domaines ".es".
 - Infrastructure DNS à double pile pour le domaine ".es".
- Mise en place du "Groupe de travail pour le déploiement d'IPv6".
 - Coordination des actions concernant le déploiement d'IPv6 en Espagne.
 - Approche multipartite.
 - Première réunion tenue le 3 juin 2011 sous la présidence du Secrétaire d'Etat pour Télécommunications et société de l'information.

²²https://administracionelectronica.gob.es/pae/Home/dam/jcr:74e4b94a-235c-4996-8ba8-a989276ed337/Order-PRE-1716-2011_of-9th-June_IPV6-protocol.pdf

- Déploiement d'IPv6 dans l'administration publique :
 - Plan d'adressage en cours d'élaboration dans le cadre du programme national d'interopérabilité.
 - Déploiement de la double pile (coexistence de l'IPv4 et l'IPv6 sur le même réseau) dans le réseau IP inter-administratif (SARA), qui interconnecte le gouvernement central, les régions et les municipalités.
 - Actions de formation pour les professionnels de l'e-Gouvernement.
- IPv6 obligatoire dans les marchés publics. Des mesures juridiques et des profils sont en cours d'évaluation afin de rendre le support IPv6 obligatoire dans les acquisitions publiques d'équipements informatiques et télécommunications.
- Suivi des initiatives IPv6 européennes et internationales. Le Ministère de l'Industrie, du Tourisme et du Commerce, à travers les portails www.ipv6.es et www.red.es, a participé à la journée mondiale IPv6 du 8 juin, et en coopération avec le ministère de l'administration publique, participe à l'objectif pilote de l'UE CIP "Piloter la mise à niveau d'IPv6 pour les services d'administration en ligne en Europe".

L'Espagne participe aussi au programme international **GEN6 (Governments Enabled with IPv6)** qui a été lancé en 2012 avec la participation de l'Allemagne, du Luxembourg, Pays-Bas, Slovénie, République Tchèque, Grèce, Chypre et Turquie. Ce programme vise à stimuler le déploiement d'IPv6 en Europe à travers une série d'expériences pionnières de transition des administrations publiques dans divers pays et le transférer ultérieurement à l'UE dans son ensemble.

Compte tenu de leur rôle clé dans le Plan de développement pour l'introduction du protocole IPv6 en Espagne, le ministère du Trésor et de l'Administration publique, le ministère de l'industrie, l'énergie et le tourisme et l'Université de Murcie sont membres du consortium GEN6.

En juillet 2016, le conseil IPv6 de l'Espagne a été créé. Le conseil est un chapitre du Forum IPv6 qui est un consortium mondial de fournisseurs internationaux de services Internet et les Réseaux nationaux de recherche et d'éducation ayant comme objectif principal de fournir des conseils techniques pour le déploiement d'IPv6.

Le conseil IPv6 de l'Espagne a pour mission de fournir un leadership technique et une pensée innovante pour l'intégration réussie d'IPv6 dans toutes les facettes de l'infrastructure du réseau et des télécommunications, présent et futur du pays.

4.3.4.3 Adresses des serveurs DNS pour l'Espagne²³

Nous remarquons que les serveurs DNS qui gèrent la zone «.es» ont déjà des adresses IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6. Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du «.es».

²³ Source : <https://www.iana.org/domains/root/db/es.html>

HOST NAME	IP ADDRESS(ES)
a.nic.es	194.69.254.1 2001:67c:21cc:2000:0:0:64:41
f.nic.es	130.206.1.7 2001:720:418:caf1:0:0:0:7
ns-ext.nic.cl	200.1.123.14
ns1.cesca.es	84.88.0.3 2001:40b0:1:1122:ce5c:a000:0:3
ns3.nic.fr	192.134.0.49 2001:660:3006:1:0:0:1:1
sns-pb.isc.org	192.5.4.1 2001:500:2e:0:0:0:0:1
g.nic.es	204.61.217.1 2001:500:14:7001:ad:0:0:1

4.4 L'Italie

4.4.1 Cadre réglementaire

L'organisme chargé par la régulation des télécommunications en Italie est l'Autorité Italienne des Communications (AGCOM). La loi N°249 de 31 juillet 1997 définit la structure de l'AGCOM ainsi que son rôle²⁴.

Bien que l'AGCOM gère le plan de numérotation et le plan des fréquences, il n'y aucune indication dans les textes des lois sur la gestion des adresses IP.

De même, il n'y a aucun texte de loi en Italie qui concerne l'IPv6.

4.4.2 Organismes en charge de l'adressage IP

En Italie, il y a 1553 LIRs qui gèrent des adresses IP. La liste de ces LIR est publiée sur le site de ripe²⁵. Parmi ces LIR, il y a 626 LIR qui sont basés à l'étranger : principalement en Europe et aux Etats Unis.

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue les différents opérateurs, des entreprises, des entités gouvernementales, des réseaux communautaires, des bureaux d'enregistrement DNS, des Data Centers, des fournisseurs de contenu, etc.

²⁴<http://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1997/08/25/097A6686/sg>

²⁵<https://www.ripe.net/membership/indices/IT.html>

4.4.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.4.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 11 montre l'évolution du nombre de blocs d'adresses IP, en Italie, qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (5272 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(283)²⁶.

On remarque que l'évolution du nombre de blocs IPv6 reste très modeste. Ceci est expliqué principalement par la faible adoption de l'IPv6 en Italie que nous allons montrer dans le paragraphe suivant.

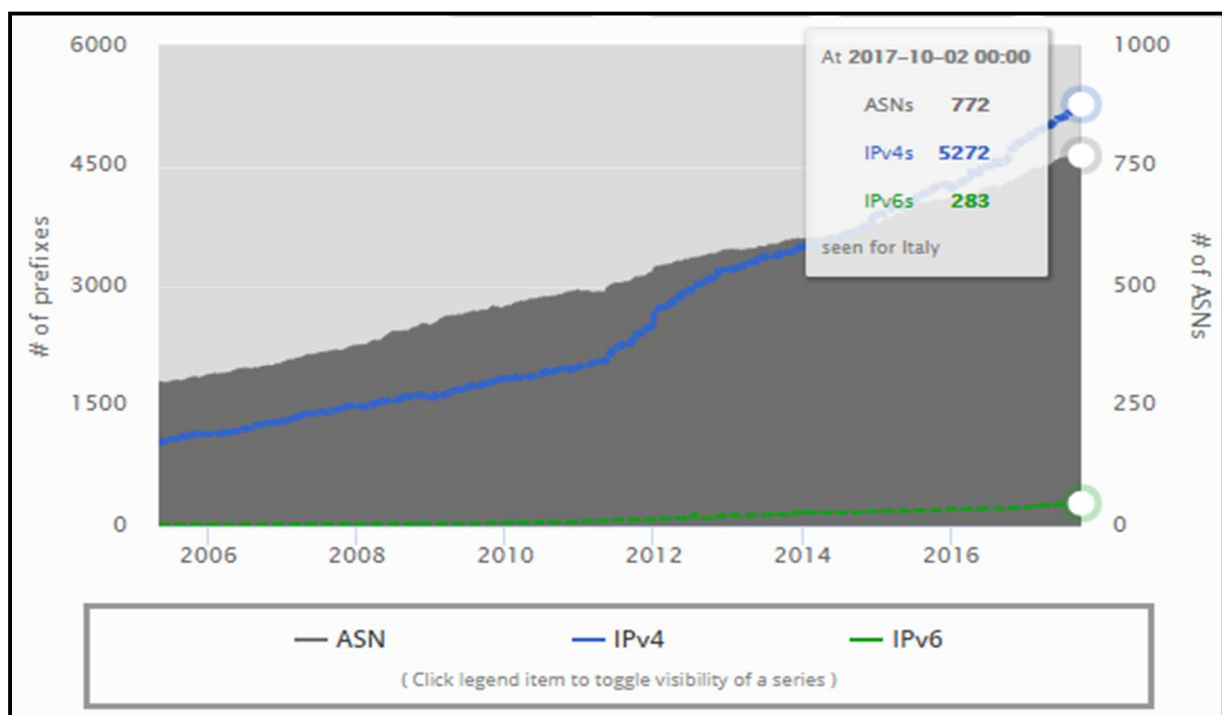


Figure 11 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Italie

4.4.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 12 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 en Italie est de 1,24%. Ceci est considéré comme un taux très faible par rapport aux pays voisins de l'Espagne tel que la Belgique (49%), la Grèce (34%), l'Allemagne (33%), la Suisse (28%) et le Luxembourg (25%), la France (20%) ou la Slovénie (9%). Ceci est même plus faible que plusieurs pays en voie de développement tel que le Pérou (19%), l'Uruguay (30%) ou le Zimbabwe (7%).

²⁶<https://stat.ripe.net>

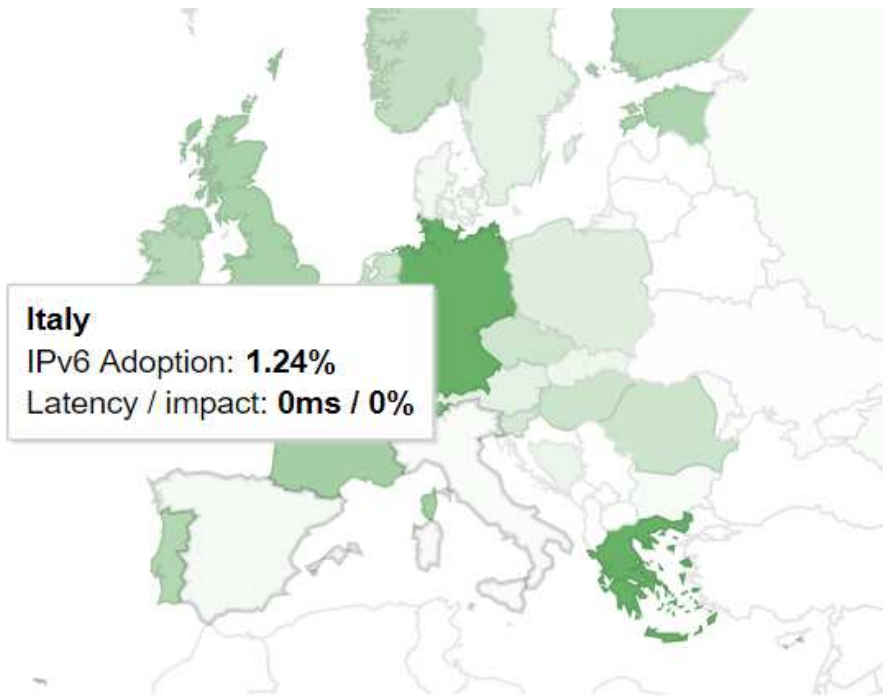


Figure 12 : Taux d'adoption de l'IPv6 en Italie

4.4.4 Stratégie Nationale

4.4.4.1 TILAB

Dès 1995, TILAB (Télécom Italia LAB) a lancé un réseau IPv6 expérimental. Ce réseau a été connecté aux différents réseaux IPv6 de test tels que 6Bone (le réseau IPv6 expérimental international), Euro6IX (European IPv6 Internet Exchanges Backbone), m6bone (le réseau IPv6 multicast expérimental international). Le TILAB a contribué dans le développement des standards IPv6²⁷. Ceci a permis à Télécom Italia de fournir la première offre de connexion IPv6 en Europe en 2001. Depuis Telecom Italia a développé toute une offre destinée aux clients résidentiels (des accès IPv6 natifs) et aux clients entreprise (IPv4 et IPv6)²⁸. D'ailleurs, les utilisateurs résidentiels accédant à Internet via ADSL peuvent avoir un accès IPv6 en cas de besoin²⁹.

4.4.4.2 Task Force IPv6 Italie et « IPv6 Italia »

Le taskforce IPv6 a été formé en 2003 et il a été actif jusqu'à 2007. Durant cette période, un travail de promotion et de sensibilisation a été fait pour les différents acteurs en Italie. Un site Web accessible en IPv6 a été mis en place (www.it.ipv6tf.org). Les objectifs du task force sont les suivants :

- Surveiller l'adoption de l'IPv6 en Italie, en Europe et dans le monde,
- Souligner les avantages et les obstacles à son adoption dans le contexte national,
- Identifier les actions à mener au niveau public ainsi qu'au niveau des opérateurs, des constructeurs d'appareils, des développeurs d'applications pour favoriser l'adoption de l'IPv6.

²⁷<https://tools.ietf.org/html/rfc3053>

²⁸https://www.hpc.mil/images/hpcdocs/ipv6/roberta_maglione-gogonet-live2i-nov-2011-migration.pdf

²⁹https://assistentzatecnica.tim.it/at/portals/assistentzatecnica.portal?_nfpb=true&_pageLabel=InternetBook&_adice=consumer_root&nodeId=/AT_REPOSITORY/876181

- Développer le niveau de connaissances IPv6 au niveau national à travers :
 - L'organisation de réunions, conférences, ateliers et événements de formation,
 - L'élaboration de rapports, de livres blancs, de bulletins d'informations,
 - La sensibilisation à travers la présence dans les différents médias.
- Coordonner ses activités avec la taskforce IPv6 de la Commission européenne et avec d'autres groupes de travail IPv6 nationaux.
- Produire un rapport annuel résumant les résultats obtenus dans le groupe de travail.

Depuis 2007, le taskforce IPv6 n'est plus actif.

Après, le chapitre italien Internet Society (ISOC) a lancé une initiative « IPv6 Italia » pour prendre la relève du taskforce IPv6 d'Italie. « IPv6 Italia » est un groupe de travail qui travaille pour promouvoir l'adoption du nouveau protocole par un appel à toutes les parties intéressées à saisir, dès que possible, les opportunités offertes par le nouveau protocole qui fera d'Internet un espace de plus en plus ouvert à l'innovation.

4.4.4.3 Adresses des serveurs DNS pour l'Italie ³⁰

Nous remarquons que les serveurs DNS qui gèrent la zone «.it » ont déjà des adresses IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6. Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du «.it ».

HOST NAME	IP ADDRESS(ES)
dns.nic.it	192.12.192.5 2a00:d40:1:1:0:0:5
m.dns.it	217.29.76.4 2001:1ac0:0:200:0:a5d1:6004:2
nameserver.cnr.it	194.119.192.34 2a00:1620:c0:220:194:119:192:34
r.dns.it	193.206.141.46 2001:760:ffff:ffff:0:0:0:ca
a.dns.it	194.0.16.215 2001:678:12:0:194:0:16:215
s.dns.it	194.146.106.30 2001:67c:1010:7:0:0:0:53

4.5 La Suède

4.5.1 Cadre réglementaire

L'organisme chargé de la régulation des télécommunications au suède est le Swedish Post and Telecom Authority (PTS). Le PTS est chargé des régulations de tous les secteurs des télécommunications et des postes y inclu Internet.

³⁰ Source : <https://www.iana.org/domains/root/db/it.html>

La loi sur les communications électroniques N°389 de 2003 est le principal texte juridique pour les télécommunications. Cette loi traite plusieurs points réglementaires à propos de l'Internet mais n'évoque pas l'adressage Internet.

La gestion des adresses IP n'est pas traitée au niveau de la législation en suède.

4.5.2 Organismes en charge de l'adressage IP

En Suède, il y a 937 LIRs qui gèrent les adresses IP. La liste de ces LIR est publiée sur le site de ripe³¹. Parmi ces LIR, il y a 516 LIR qui sont basés à l'étranger : principalement en Europe et aux Etats Unis.

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue les différents opérateurs, des entreprises, des entités gouvernementales, des réseaux communautaires, des bureaux d'enregistrement DNS, des Data Centers, des fournisseurs de contenu, etc.

4.5.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.5.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 13 montre l'évolution du nombre de blocs d'adresses IP, en Suède, qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (4455 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(626)³².

On remarque que l'évolution du nombre de blocs IPv6 commence à être plus importante à partir de 2012. Cette date correspond à la date de lancement de l'IPv6 à l'échelle internationale.

³¹<https://www.ripe.net/membership/indices/SE.html>

³²<https://stat.ripe.net>

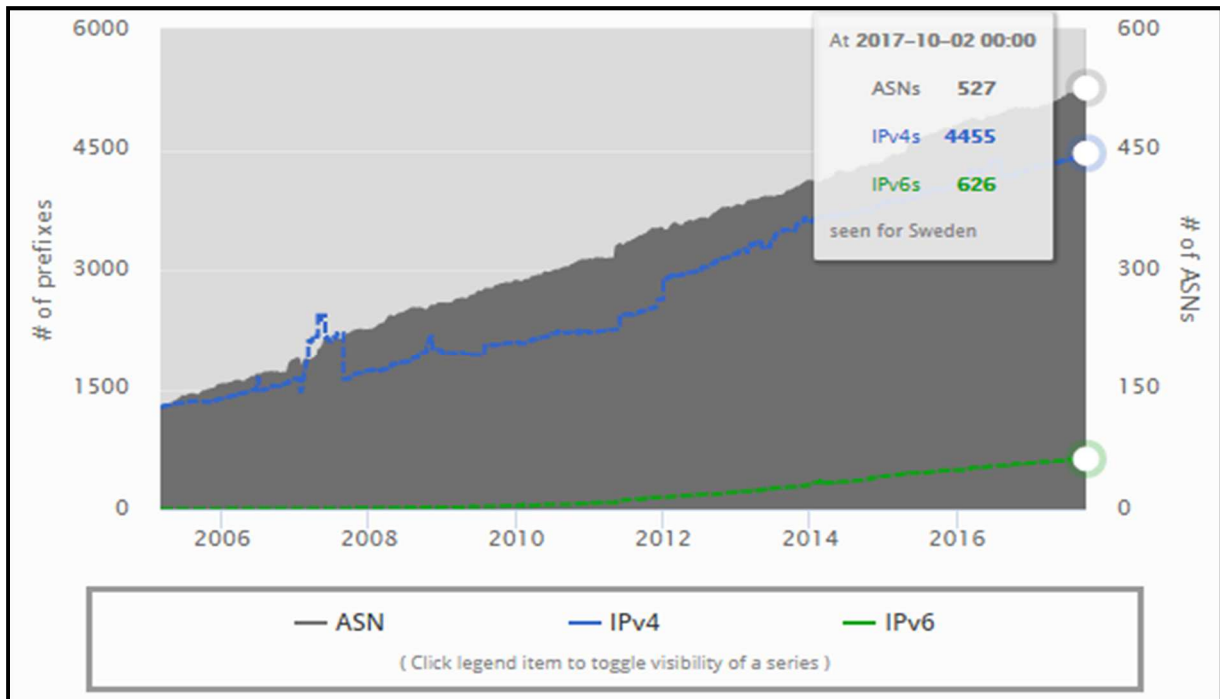


Figure 13 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 en Suède

4.5.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 14 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 au suède est de 5,57 %. Ceci est considéré comme un taux assez faible par rapport aux pays voisins du Suède tels que la Belgique (49%), l'Allemagne (33%), le Royaume Uni (19%), l'Estonie (18%), la Finlande (17%) ou le Norvège (13%).

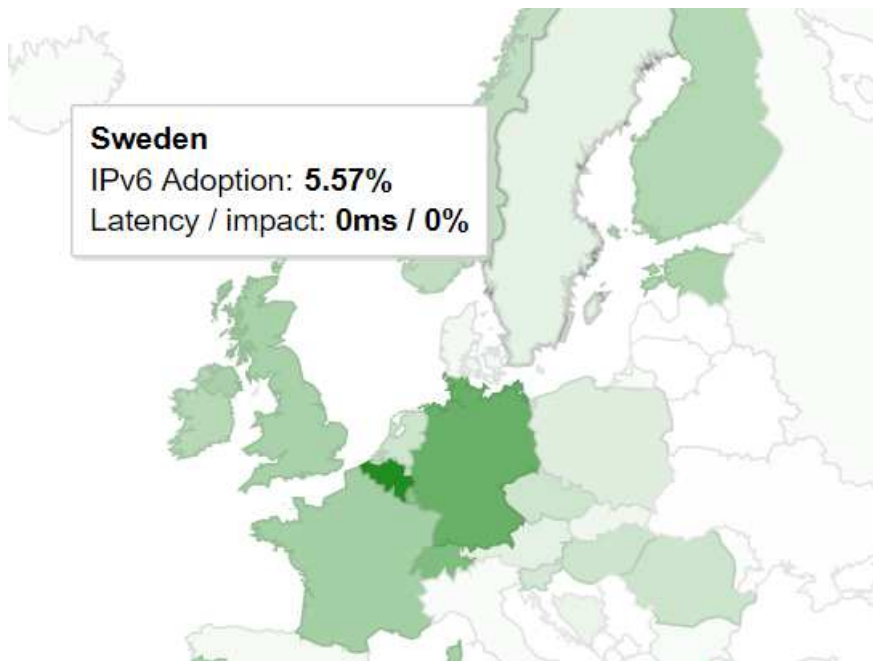


Figure 14 : Taux d'adoption de l'IPv6 en Suède

4.5.4 Stratégie Nationale³³

4.5.4.1 Le réseau universitaire suédois (SUNET)

Le réseau universitaire suédois (SUNET) était précurseur dans le déploiement de l'IPv6. Actuellement, ce réseau est totalement en IPv6. De même, le SUNST est entrain de suivre le déploiement de l'IPv6 dans différentes universités. Le SUNSET publie un état d'avancement dans le déploiement d'IPv6 dans les différents réseaux universitaires. Les 37 établissements connectés au réseau SUNET sont déjà connectés en IPv6. 35 d'entre eux ont leurs serveurs DNS en IPv6. 27 établissements dont leurs serveurs emails supportent IPv6. 30 établissements ont des serveurs Web en IPv6.

4.5.4.2 Actions menées par le gouvernement et le PTS

Le gouvernement a chargé l'Agence suédoise des postes et télécommunications (PTS) de produire un plan d'actions de la façon dont le protocole IPv6 peut être déployé. Ce plan devrait prendre en compte les propres expériences de PTS en IPv6, puisque le PTS a déployé IPv6 au sein de son propre réseau depuis 2009, ainsi que le travail des autres parties prenantes concernées.

Le plan d'action doit servir de support lors du déploiement d'IPv6. Il tiendra compte des complications potentielles lors du déploiement et devra proposer comment traiter ces complications.

Au nom du gouvernement, PTS a fourni des conseils sur la façon dont une organisation peut mettre en œuvre IPv6 :

- Commencer l'introduction à temps : L'introduction de l'IPv6 dans le temps présente plusieurs avantages. Ensuite, le coût de l'introduction peut être planifié et budgété. En outre, vous n'avez pas à vous soucier de la pression du temps, ce qui peut affecter l'accessibilité et la sécurité. Le personnel peut avoir besoin de formation supplémentaire et apprendre à gérer IPv6. Cela peut prendre du temps.
- Prendre une décision pour introduire et ajouter un projet de mise en service : Prendre une décision dans l'organisation pour introduire IPv6. Ajouter un projet pour faciliter et rationaliser l'introduction dans l'organisation. Garder à l'esprit que l'image cible et le calendrier peuvent varier en fonction des décisions, des besoins et des exigences de l'organisation.
- Commencer à petite échelle : Un conseil de base est de commencer à petite échelle. En premier lieu, IPv6 devrait être introduit dans les fonctionnalités et services qu'une organisation utilise pour communiquer avec les utilisateurs en externe, tels que le site Web, le DNS et le courrier électronique. Il suppose qu'une connexion Internet avec prise en charge d'IPv6 ait été fournie et que le pare-feu prenant en charge IPv6 ait été activé. De plus, des règles pour le trafic IPv6 ont été introduites.
- Travailler en quatre phases :
 - Inventaire : Avant de pouvoir introduire IPv6 dans les réseaux et les services, il est important de vérifier l'environnement informatique existant de l'organisation, tel que

³³ Source : https://www.netnod.se/sites/default/files/2016-12/helena_akerlund_pts_ipv6_in_sweden.pdf

les logiciels et le matériel. Il est également important de déterminer quels produits IPv6 sont sur le marché, ce qui correspond aux exigences de sécurité de l'organisation.

Dans le cadre du travail d'inventaire, il convient également d'effectuer une analyse des risques et des vulnérabilités afin, par exemple, d'adapter la base des achats.

- Plan : Appliquer pour les adresses IPv6, par exemple, un opérateur ou tout autre fournisseur d'adresses IP. Les adresses IPv6 réelles ne coûtent rien, mais il peut y avoir des frais annuels et des frais de dossier.

Dans le cadre du travail de planification, l'organisation devrait également revoir son plan d'adresses et sa structure de réseau. Après cela, l'organisation peut contacter son fournisseur de services Internet pour commander une connexion Internet pour IPv6.

L'organisation peut également avoir besoin de se procurer de nouveaux équipements et de nouveaux services adaptés à IPv6. Il est également important de personnaliser les processus et les routines pour la communication IPv6.

- Réalisation : Travailler à l'intérieur et à l'extérieur. Commencez par activer les connexions Internet sur IPv6.
Assurez-vous que le trafic fonctionne depuis votre FAI vers le pare-feu de l'organisation. Configurez le pare-feu pour qu'il fonctionne avec IPv6 et les composants réseau nécessaires.
Activez IPv6 pour les serveurs tels que le Web, le DNS et le courrier électronique. Vous pouvez ensuite activer IPv6 sur les ordinateurs du réseau interne.
- Gestion : Surveillez et suivez tout service utilisant IPv6. De cette façon, l'organisation peut contrôler le fonctionnement des services et intervenir rapidement si des problèmes surviennent.

Signalez toute erreur aux fabricants et fournisseurs de services informatiques et de produits informatiques. Ensuite, différents services et produits sur le marché peuvent être progressivement ajustés pour mieux fonctionner avec IPv6.

- Sécurité, accessibilité et économie : Lors de l'introduction d'IPv6, un travail continu de sécurité et d'accessibilité est important. Assurez-vous de présenter IPv6 de manière contrôlée et assurez-vous que le fonctionnement de IPv6 est fait avec une haute qualité.
- Une introduction d'IPv6 entraîne certains coûts : Il est donc important de commencer à l'heure pour que l'organisation puisse planifier et budgétiser le travail. Par exemple, acheter des équipements compatible IPv6 en conjonction avec l'opportunité d'achat régulière. Ensuite, vous pouvez éviter des dépenses supplémentaires inutiles.

4.5.4.3 Adresses des serveurs DNS pour le Suède ³⁴

Nous remarquons que 8 serveurs DNS parmi 10 qui gèrent la zone «.se» ont déjà des adresses IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6. Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du «.se».

HOST NAME	IP ADDRESS(ES)
a.ns.se	192.36.144.107 2a01:3f0:0:0301:0:0:0:53
b.ns.se	192.36.133.107 2001:67c:254c:301:0:0:0:53
c.ns.se	192.36.135.107 2001:67c:2554:301:0:0:0:53
d.ns.se	81.228.8.16
e.ns.se	81.228.10.57
f.ns.se	192.71.53.53 2a01:3f0:0:305:0:0:0:53
g.ns.se	130.239.5.114 2001:6b0:e:3:0:0:0:1
i.ns.se	194.146.106.22 2001:67c:1010:5:0:0:0:53
j.ns.se	199.254.63.1 2001:500:2c:0:0:0:0:1
x.ns.se	213.108.25.4 2001:67c:124c:e000:0:0:0:4

4.6 Le Royaume Uni

4.6.1 Cadre réglementaire

L'organisme chargé de la régulation des télécommunications au Royaume Uni est l'Office des communications (Ofcom)³⁵. L'Ofcom est chargé des régulations de tous les secteurs des télécommunications et des postes y compris Internet. La Loi des communications de 2003 définit les fonctions de l'Ofcom et le code de télécommunications au Royaume Uni. On note aussi qu'en 2017, la loi de l'économie numérique a traité plusieurs points concernant les communications électroniques et surtout Internet.

³⁴<https://www.iana.org/domains/root/db/se.html>

³⁵http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2003/21/pdfs/ukpga_20030021_en.pdf

Dans l'ensemble de la réglementation, l'adressage IP n'est pas traité. Ainsi, la gestion des adresses IP se fait au Royaume Uni conformément à la politique des organismes régionaux et internationaux.

4.6.2 Organismes au en charge de l'adressage IP

Au Royaume Uni, il y a 2841 LIRs qui gèrent des adresses IP. La liste de ces LIR est publiée sur le site de ripe³⁶. Parmi ces LIR, il y a 1022 LIR qui sont basés à l'étranger : principalement en Europe et aux Etats Unis.

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue les différents opérateurs, des entreprises, des entités gouvernementales, des réseaux communautaires, des bureaux d'enregistrement DNS, des Data Centers, des fournisseurs de contenu, etc.

4.6.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.6.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 15 montre l'évolution de nombre de blocs d'adresses IP, au Royaume Uni, qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (11628 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(1818)³⁷.

On remarque que l'évolution du nombre de blocs IPv6 commence à être plus importante à partir de 2012. Cette date correspond à la date de lancement de l'IPv6 à l'échelle internationale. On remarque également qu'à partir de fin 2016 il y a une augmentation considérable. Ceci est expliqué par l'augmentation du nombre d'utilisateurs IPv6 au Royaume Uni durant les deux dernières années. En Septembre 2014 le taux d'utilisation était de 0,19%. Il est passé à 2,58% en septembre 2015 pour atteindre 16% en octobre 2016 et 19% en novembre 2017.

³⁶<https://www.ripe.net/membership/indices/GB.html>

³⁷<https://stat.ripe.net>

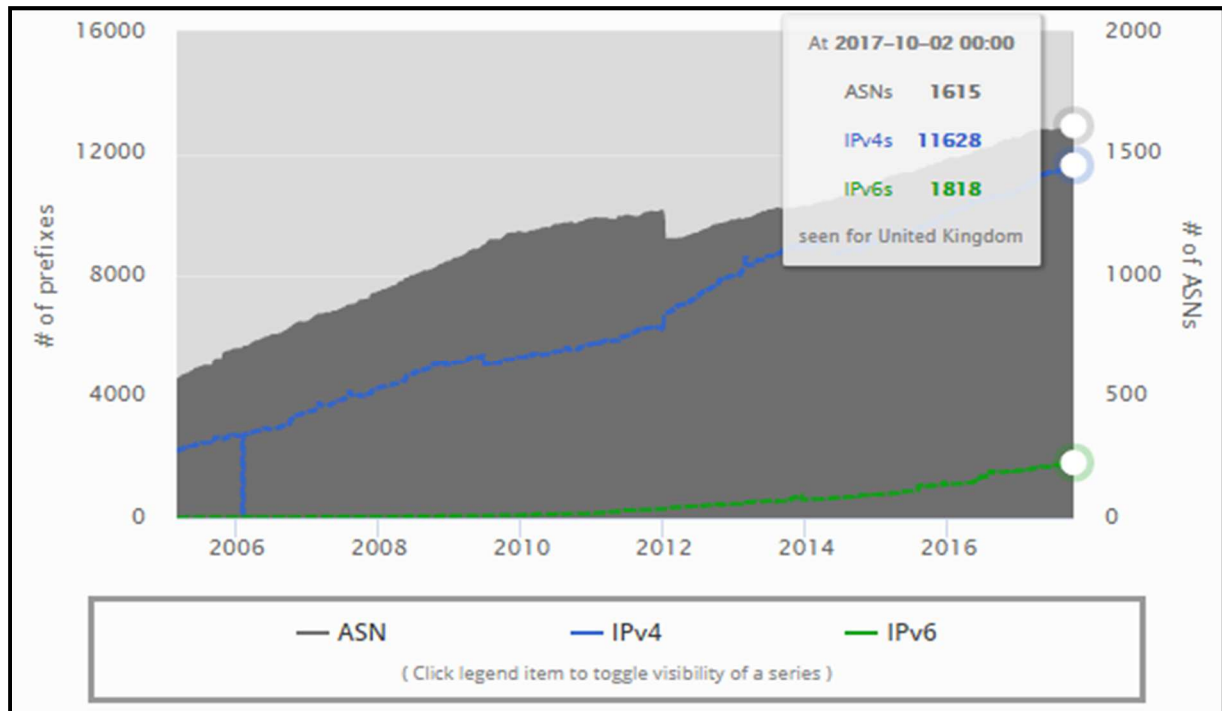


Figure 15 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 au Royaume Uni

4.6.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 14 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 au Royaume Uni est de 19,26%. Ceci est considéré comme un taux assez important en le comparant aux autres pays de monde et même par rapport à plusieurs pays voisins. Cependant dans la communauté européenne, il y a plusieurs pays qui sont en avance par rapport au Royaume Uni tels que la Belgique (49%), la Grèce (34%), l'Allemagne (33%), la Suisse (28%) et le Luxembourg (25%).

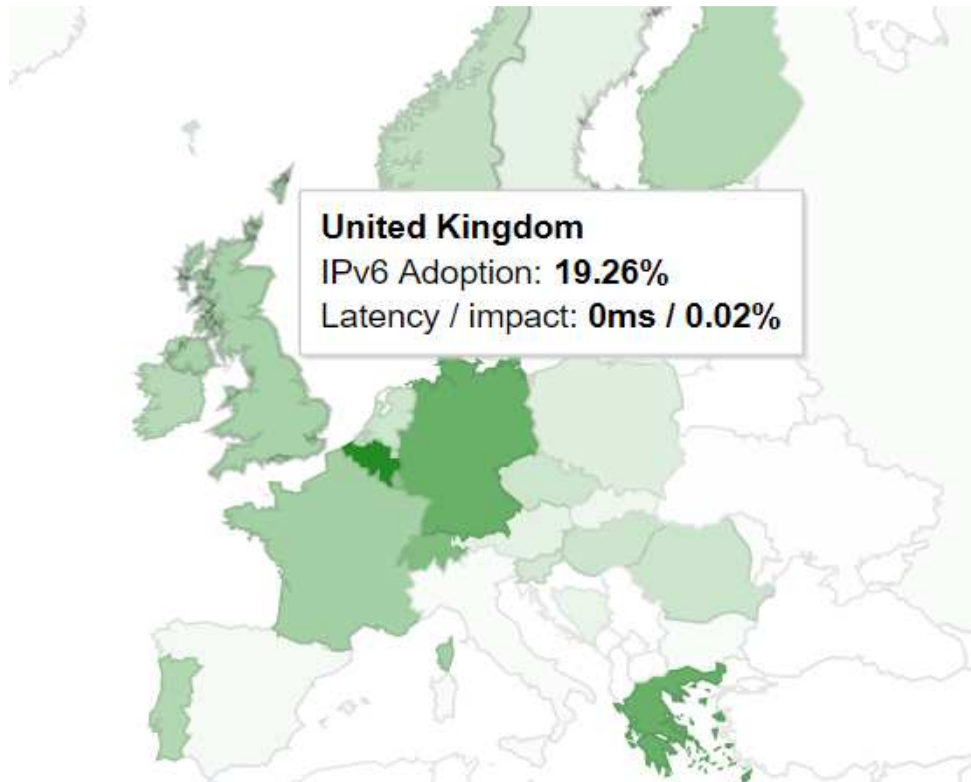


Figure 16 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Royaume Uni

4.6.4 Stratégie Nationale

4.6.4.1 Task force IPv6 du Royaume Uni, 6UK et le conseil IPv6

Depuis 2008, la Task-force IPv6 du Royaume Uni est celle qui menait la transition vers IPv6 pour le pays. Plusieurs organismes ont participé au Task-force IPv6 du Royaume Uni, y compris le gouvernement, l'industrie, les universités, les organisations internationales et les utilisateurs. La Task-force est une activité indépendante autonome localement associée aux principaux experts et organisations IPv6 à l'échelle mondiale, y compris l'UE Task-force IPv6.

En 2010, une association a été créée pour promouvoir l'IPv6 avec la participation du département des affaires, de l'innovation et des compétences. Les actions de cette association étaient très modestes et même la participation des différents acteurs était très limitée.

Depuis 3 ans, le conseil IPv6 du Royaume Uni est responsable des activités de sensibilisation et de formation en organisant une série de workshops pour la promotion et le partage des meilleures pratiques en matière de déploiement et d'adoption d'IPv6 au Royaume-Uni.

Le conseil IPv6 a pu réunir 422 membre³⁸ (à la date d'octobre 2016) et a joué un rôle important dans l'évolution du nombre d'utilisateurs IPv6 pour passer de 0,19% en Septembre 2014 à 2,58% en septembre 2015 pour atteindre 16% en octobre 2016 et 19% en novembre 2017.

³⁸<http://www.ipv6.org.uk/wp-content/uploads/sites/204/2016/11/UKIPv6Council-2016-Update-Oct2016-2.pdf>

4.6.4.2 Actions menées par le gouvernement

Le gouvernement a choisi IPv6 comme le protocole à utiliser dans son Gouvernement électronique. D'ailleurs, dans le programme d'interopérabilité du gouvernement électronique (e-GIF ou e-Government Interoperability Framework) du Royaume Uni et depuis 2003, le gouvernement recommande la migration progressive à IPv6. Il a recommandé de prendre cette décision dans les acquisitions³⁹.

A noter que, dès 2010, la position du gouvernement du Royaume Uni était claire concernant le fait que la migration vers l'IPv6 doit être pilotée par le marché et non pas par le gouvernement⁴⁰.

4.6.4.3 Adresses des serveurs DNS pour le Royaume Uni⁴¹

Cinq serveurs DNS parmi huit qui gèrent la zone «.uk» ont déjà des adresses IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6 depuis 2004⁴². Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du «.uk».

HOST NAME	IP ADDRESS(ES)
nsa.nic.uk	156.154.100.3 2001:502:ad09:0:0:0:0:3
nsb.nic.uk	156.154.101.3
nsc.nic.uk	156.154.102.3
nsd.nic.uk	156.154.103.3
dns4.nic.uk	43.230.48.1 2401:fd80:404:0:0:0:0:1
dns2.nic.uk	103.49.80.1 2401:fd80:400:0:0:0:0:1
dns3.nic.uk	213.248.220.1 2a01:618:404:0:0:0:0:1
dns1.nic.uk	213.248.216.1 2a01:618:400:0:0:0:0:1

4.7 La Corée du Sud

4.7.1 Cadre réglementaire

L'organisme chargé de la régulation des télécommunications au Corée de Sud est la Commission coréenne des communications (KCC)⁴³. La principale loi qui régleme le secteur des

³⁹https://www.immagic.com/eLibrary/ARCHIVES/GENERAL/UK_OEE/E030425T.pdf

⁴⁰https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/78236/10-1229-ipv6-rollout-in-the-uk.pdf

⁴¹<https://www.iana.org/domains/root/db/uk.html>

⁴²https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0028/55891/internet-protocol.pdf

⁴³http://www.kcc.go.kr/download.do?fileNm=TELECOMMUNICATIONS_BUSINESS_ACT.pdf

télécommunications est la Loi de Télécommunication N° 12405 de 2008 ainsi que son Décret d'application⁴⁴.

Dans l'ensemble de la réglementation, l'adressage IP n'est pas traité. Ainsi, la gestion des adresses IP se fait, en Corée de Sud, conformément à la politique des organismes régionaux et internationaux.

4.7.2 Organismes au en charge de l'adressage IP

La Corée de Sud fait partie de la région de l'APNIC (Centre d'information du réseau Asie-Pacifique). Bien qu'au niveau de l'APNIC, il y a le concept de Registre Internet National (NIR), en Corée de Sud, il n'y a aucun organisme qui assure ce rôle. Ainsi, les différents organismes obtiennent les blocs d'adresses IP directement de l'APNIC.

En Corée de Sud, il y a 15 LIRs qui gèrent des adresses IP. La liste de ces LIR est publiée sur le site de l'APNIC⁴⁵.

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue principalement des opérateurs des entreprises et des fournisseurs de contenu.

4.7.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.7.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 17 montre l'évolution de nombre de blocs d'adresses IP, au Corée de Sud qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (18092 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(243)⁴⁶.

On remarque que le nombre de blocs IPv6 n'est pas en train d'évoluer. En effet, vu le petit nombre de LIR et vu le nombre d'adresses IP disponibles dans chaque bloc d'adresse IPv6, il n'y a pas beaucoup de demandes de nouveaux blocs.

⁴⁴http://www.kcc.go.kr/download.do?fileNm=TELECOMMUNICATIONS_BUSINESS_ACT_02.pdf

⁴⁵<https://www.apnic.net/about-apnic/organization/structure/members/>

⁴⁶<https://stat.ripe.net>

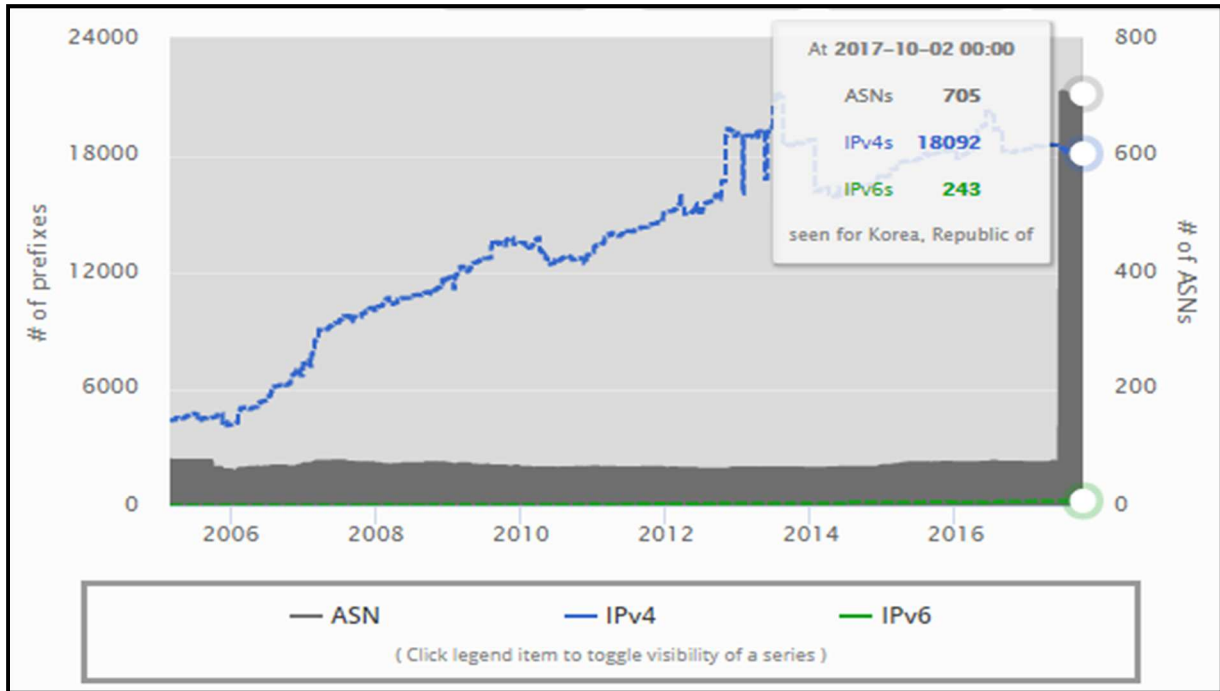


Figure 17 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 au Corée de Sud

4.7.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 14 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 au Corée de Sud est de 6 %. Ceci est considéré comme assez faible en le comparant aux autres pays de monde et même par rapport à plusieurs pays voisin. Il y a plusieurs pays qui sont en avance par rapport au Corée de Sud tel que l'Inde (23%), le Japon (21%), la Malaysia (19%) ou le Thaïlande (12%).

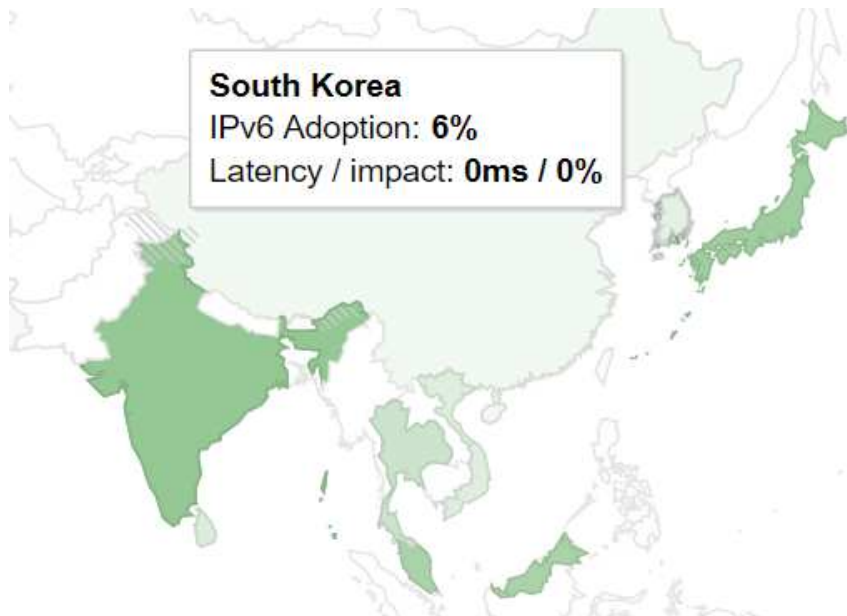


Figure 18 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Corée de Sud

4.7.4 Stratégie Nationale

4.7.4.1 Actions menées par le gouvernement

En 2004, dans le cadre de leur stratégie IT839 (8 nouveaux services, 3 infrastructures et 9 moteurs de croissance)⁴⁷, le ministère de l'Information et de la Communication de la Corée du sud a identifié la mise en place de réseau IPv6 à l'échelle nationale en tant que l'un des 3 projets d'infrastructure prioritaires⁴⁸.

En 2004, il y a eu la mise en place de projet pilote KOREAv6 (Réseau national de tests basés sur IPv6) afin de favoriser l'adoption IPv6 et dynamiser le nouveau service de communication. Ainsi 10 projets de tests ont été lancés. Parmi ces projets, l'un a été consacré à la fourniture de services IPv6 pour le gouvernement⁴⁹. D'autres projets ont été destinés à fournir IPv6 pour les résidentiels et pour les entreprises. D'autres projets visaient à fournir la TV et la téléphonie sur IPv6, etc.

Le secteur public coréen s'est déjà engagé dans le déploiement d'IPv6 à l'échelle nationale en construisant un MPLS IPv6. IPv6 a été déployé depuis 2004 dans les réseaux d'e-gouvernement, les bureaux postaux, les universités, les écoles, le ministère de la défense, les gouvernements locaux, etc.

81 millions US \$ ont été investis pour soutenir plusieurs projets de recherche nationaux : KOREN (Korea advance REsearch Network), KREOnet2 (Korea Research Environment Network 2), 6NGIX (IPv6 Next Generation Internet eXchange) et TEIN (Trans Eurasia Information Network).

En 2007, un nouveau plan de promotion d'IPv6 a été lancé. En vertu de ce plan, IPv6 a été déployé dans les sites de gouvernement locaux et les instituts de recherches.

En 2008, une ligne directrice du Ministère de la stratégie et des finances aux entités publiques stipule que les équipements pour les systèmes d'information doivent supporter IPv4 et IPv6⁵⁰.

Une série de formations a été lancée à l'échelle nationale. En 2008, 17 sessions de formations ont été faites. Les formations ont été devisées en un cours de base et un cours avancé.

4.7.4.2 Adresses des serveurs DNS pour la Corée du Sud ⁵¹

Nous remarquons qu'uniquement deux serveurs DNS qui gèrent la zone «.kr» sont en IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6. Parmi les 6 serveurs DNS, 4 sont encore avec uniquement des adresses IPv4. Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du «.kr».

⁴⁷<http://www.kcc.go.kr/download.do?fileSeq=11783>

⁴⁸<http://www.kcc.go.kr/download.do?fileSeq=11413>

⁴⁹<https://www.itu.int/ITU-D/treg/Events/Seminars/2004/China/18-S6-Korea.pdf>

⁵⁰<https://apan.net/meetings/kualalumpur2009/proposals/IPv6/IPv6%20Status%20of%20Korea.pdf>

⁵¹<https://www.iana.org/domains/root/db/kr.html>

HOST NAME	IP ADDRESS(ES)
b.dns.kr	61.74.75.1
c.dns.kr	203.248.246.220
d.dns.kr	203.83.159.1
e.dns.kr	202.30.124.100 2001:dcc:5:0:0:0:100
f.dns.kr	218.38.181.90
g.dns.kr	202.31.190.1 2001:dc5:a:0:0:0:1

4.8 Le Bahreïn

4.8.1 Cadre réglementaire

L'organisme chargé de la régulation des télécommunications au Bahreïn est la Telecommunications Regulatory Authority of Bahrain (TRA) tel que le spécifie la loi qui règlemente le secteur des télécommunications : Loi de Télécommunication N° 48 d'Octobre 2002.⁵²

Dans l'ensemble de réglementation, l'adressage IP n'est pas traité. Ainsi, la gestion des adresses IP se fait, en Bahreïn, conformément à la politique des organismes régionaux et internationaux.

4.8.2 Organismes au en charge de l'adressage IP

En Bahreïn, il y a 17 LIRs locaux qui gèrent des adresses IP. Il y a également 166 LIRs basés à l'étranger qui fournissent des adresses IP en Bahreïn selon RIPE. La liste de ces LIR est publiée sur le site de ripe⁵³

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue des opérateurs, des fournisseurs de services Internet des points échanges Internet.

4.8.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.8.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 19 montre l'évolution de nombre de blocs d'adresses IP, au Bahreïn qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (482 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(19)⁵⁴.

⁵²<http://www.tra.org.bh/media/document/TelecommunicationsLaw-secondedition-English.pdf>

⁵³<https://www.ripe.net/membership/indices/BH.html>

⁵⁴<https://stat.ripe.net>

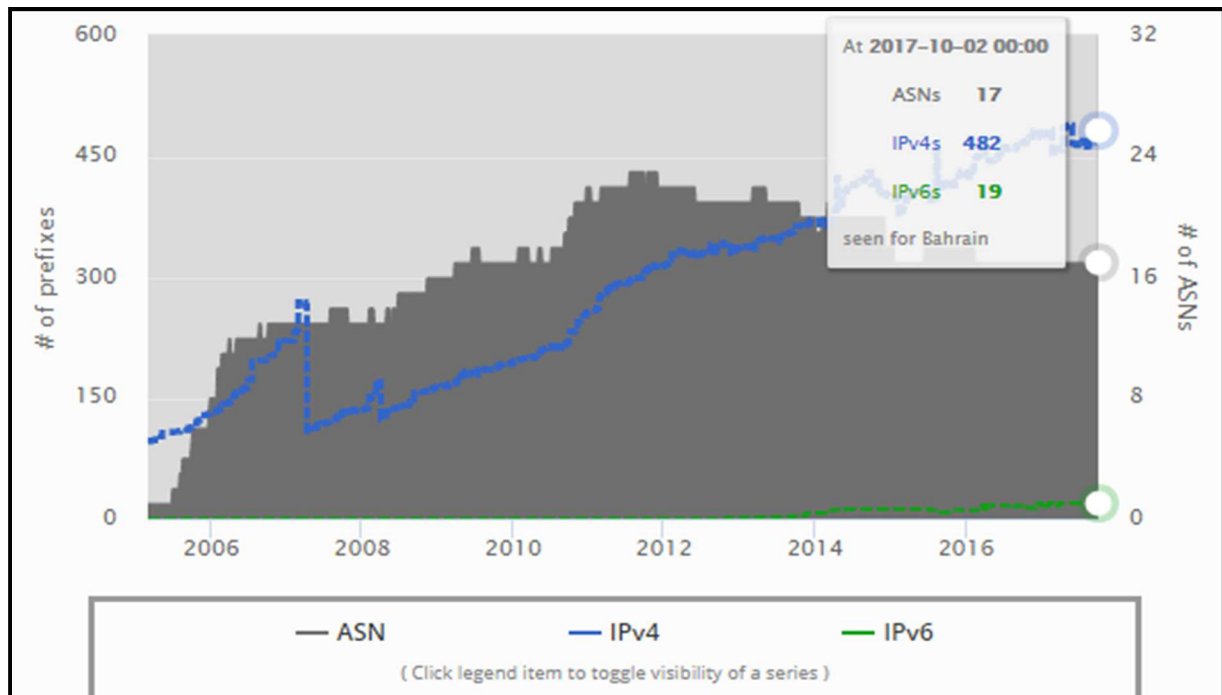


Figure 19 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 au Bahreïn

4.8.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 20 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 au Bahreïn est de 0 %. Ceci est considéré comme très faible en le comparant aux autres pays de monde. Dans la région Il y a plusieurs pays voisins qui sont dans le même stade que Bahreïn (Qatar, Koweït, Iraq, Yémen, Oman). Cependant, il y a d'autres en avance tels que l'Arabie Saoudite (9%) et les Émirats Arabes Unis (2,5%).

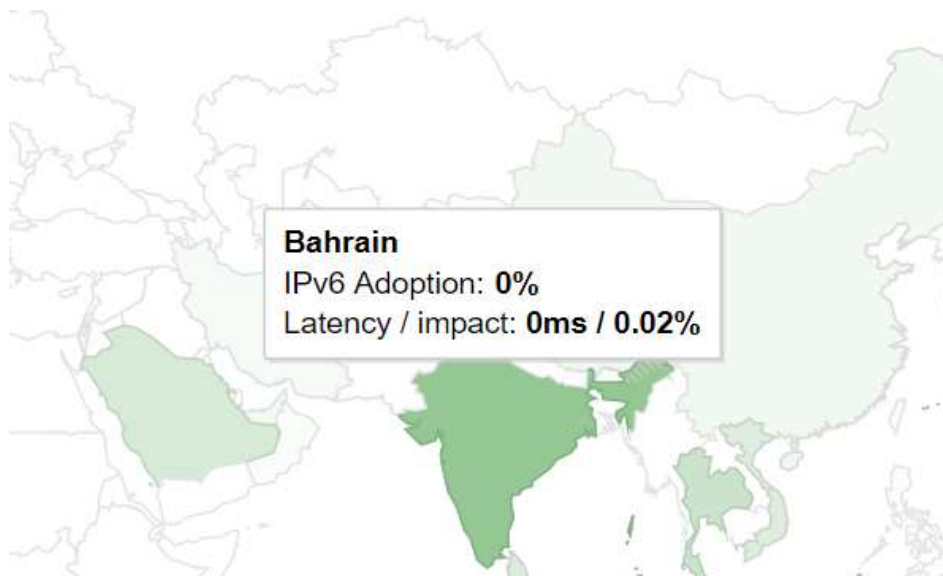


Figure 20 : Taux d'adoption de l'IPv6 au Bahreïn

4.8.4 Stratégie Nationale

Le déploiement de l'IPv6 au Bahreïn est conduit par l'Autorité de Régulation des Télécommunications du Bahreïn (TRA).

Le sujet de l'IPv6 au Bahreïn a pris beaucoup de retard pour commencer à être traité. Les premières activités IPv6 ont commencé à septembre 2012 par une formation dédiée aux fournisseurs de service Internet⁵⁵. Une autre session a été organisée en Novembre 2013⁵⁶. En janvier 2016, TRA a organisé un atelier de Formation en collaboration avec RIPE. Durant cet événement, le directeur technique et des opérations de la TRA a annoncé que le TRA va coopérer avec le secteur privé et le gouvernement pour adopter IPv6 dans leurs réseaux et services⁵⁷.

En 2017, TRA Bahreïn a organisé, en coopération avec RIPE NCC, une série de réunions et d'ateliers destinés aux fournisseurs de services Internet et aux opérateurs télécoms portant sur les techniques de déploiement de l'IPv6 et permettant de discuter des plans et des questions clés concernant le déploiement de la version IPv6.

4.8.4.1 Adresses des serveurs DNS pour le Bahreïn⁵⁸

Aucun serveur DNS parmi ceux qui gèrent la zone racine « .bh » ne supporte IPv6. Tous les serveurs DNS sont uniquement en IPv4.

HOST NAME	IP ADDRESS(ES)
ns.batelco.com.bh	193.188.97.197
ns2.batelco.com.bh	193.188.97.212
ns3.batelco.com.bh	193.188.97.193
ns4.batelco.com.bh	193.188.97.209

4.9 Les Etats Unis

4.9.1 Cadre réglementaire

L'organisme chargé par la régulation des télécommunications aux États Unis est la Commission Fédérale des Communications (FCC) tel que spécifié par la Loi des télécommunications de 1934 et modifiée par la loi de 1996⁵⁹. Ces textes de loi ne traitent pas l'adressage IP.

⁵⁵http://www.tra.org.bh/media/document/IPv6WorkshopPressRelease_ar.pdf

⁵⁶<http://www.tra.org.bh/en/press-releases/ipv6-workshop-held-at-the-tra1.html>

⁵⁷<http://www.tra.org.bh/en/press-releases/tra-hosts-ipv6-workshop.html>

⁵⁸<https://www.iana.org/domains/root/db/bh.html>

⁵⁹<https://transition.fcc.gov/Reports/1934new.pdf>

4.9.2 Organismes au en charge de l'adressage IP

Aux Etats Unis, il y a plus que 5000 LIRs qui gèrent des adresses IP⁶⁰. La liste de ces LIR est publiée sur le site de l'ARIN (Registre américain pour les numéros Internet).

Tous ces LIRs gèrent les adresses IP directement avec le RIR.

Parmi ces LIRs, on distingue les différents opérateurs, des entreprises, des entités gouvernementales, des réseaux communautaires, des bureaux d'enregistrement DNS, des Data Centers, des fournisseurs de contenu, etc.

4.9.3 Statistiques IPv4 et IPv6

4.9.3.1 Blocs IPv4 et IPv6 routés

La Figure 11 montre l'évolution du nombre de blocs d'adresses IP, aux Etats Unis, qui sont visibles dans les tables de routage au niveau du réseau Internet à l'échelle Internationale. La figure montre que le nombre de blocs d'adresses IPv4 (182702 blocs) est beaucoup plus important que le nombre de blocs d'adresses IPv6(12282)⁶¹.

On remarque que l'évolution du nombre de blocs IPv6 commence à être plus importante à partir de 2012. Cette date correspond à la date de lancement de l'IPv6 à l'échelle internationale

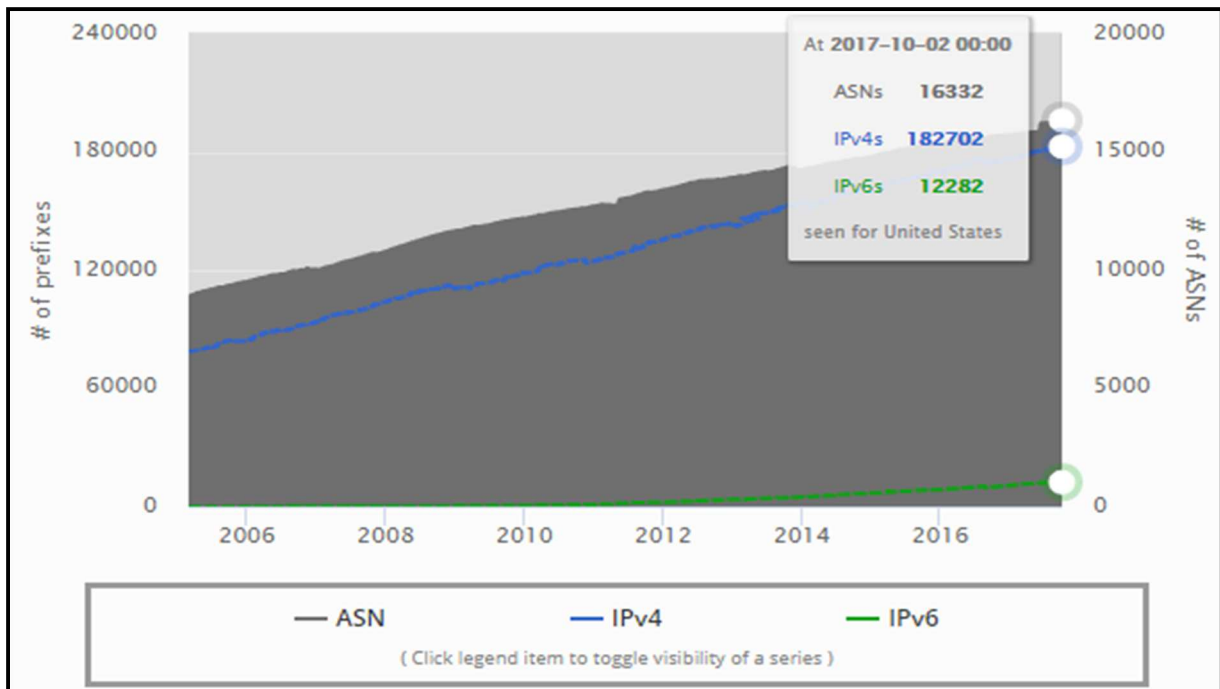


Figure 21 : Nombre de blocs d'adresses IPv4 et IPv6 aux Etats Unis

⁶⁰<https://www.arin.net/public/memberList.xhtml>

⁶¹<https://stat.ripe.net>

4.9.3.2 Taux d'adoption de l'IPv6

La Figure 22 montre que le taux d'adoption de l'IPv6 aux Etats Unis est de 33 %. Ceci est considéré comme un taux assez important. D'ailleurs, c'est le taux le plus élevé dans le continent. Ainsi, les Etats Unis viennent en 4^{ème} position à l'échelle mondiale après Belgique (49%), la Grèce (34%) et l'Allemagne (33%).

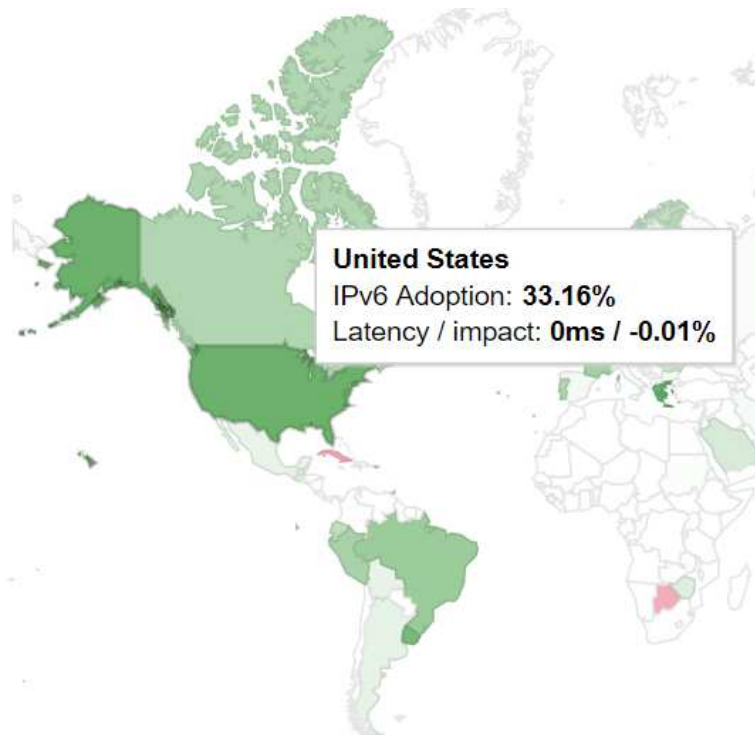


Figure 22 : Taux d'adoption de l'IPv6 aux Etats Unis

4.9.4 Stratégie Nationale⁶²

En 2012, les Etats Unis ont élaboré un guide de planification afin de fournir aux agences fédérales des conseils pratiques sur la façon d'intégrer avec succès le protocole IPv6 dans leurs réseaux. Ce guide comprend l'histoire du protocole Internet (IPv6), la vision, les objectifs actuels et les délais.

Le groupe de travail Taskforce sur l'IPv6 a fourni les conseils suivants pour aider les organismes à planifier et à mettre en œuvre leur IPv6 :

- Septembre 2011
- Résolution de tous les problèmes identifiés,
- Leçons intégrées dans le plan de transition,
- Finalisation du plan pour DNS, révision de la signature IPsec pour inclure les enregistrements AAAA,
- Identification des services publics supplémentaires, y compris des sous-agences

⁶² Source : <https://www.ipv6forum.com/dl/presentations/USGv6Roadmap.pdf>

- Planification pour les mises à niveau de mail exchange,
- Publication des réussites et construction d'une culture d'IPv6,
- Acquisition (les processus d'approvisionnement de l'Agence doivent intégrer pleinement les exigences IPv6 dans le cycle de vie et les processus d'acquisition).
- Décembre 2011
 - Les serveurs DNS faisant autorité doivent assurer le transport sur IPv6,
 - Les composants d'infrastructure (par exemple, FAI, équilibreurs de charge, etc.) doivent prendre en charge IPv6,
 - Les sites et services supplémentaires doivent être compatibles avec IPv6,
 - Formation complète du personnel de soutien, des opérations et de la sécurité et expérimentation,
 - Rencontrer les fournisseurs pour s'assurer que les capacités critiques seront couvertes.
- Mars 2012
 - Les agences doivent avoir une compréhension complète de l'état de préparation et du support d'IPv6 de leurs fournisseurs et avoir un plan de mise à niveau / implémentation / remplacement des composants (réseau, systèmes, logiciels, etc.) approprié et nécessaire pour s'assurer que les partenaires industriels sont prêts à fournir la mise en œuvre de la configuration IPv6 au sein de leurs réseaux et de l'infrastructure.
 - Poursuivre les progrès pour permettre aux services publics d'intégrer IPv6,
 - Mettre à niveau les outils de gestion et d'opérations pour qu'ils prennent en charge IPv6,
 - Sensibiliser et former les gestionnaires de projet, les ingénieurs systèmes, les ingénieurs de sécurité et les gestionnaires de changement dès que possible,
 - Intégrer les exigences IPv6 dans les plans d'acquisition et de mise à niveau COTS. Les mises à niveau de produits COTS ne doivent être faites que sur des produits compatibles IPv6,
 - Inclure les exigences IPv6 dans les propositions pour tous les nouveaux projets,
 - Suivre le statut IPv6 de tous les produits COTS et GOTS - Les agences devraient commencer leur évaluation de la plateforme pour le moment et devraient incorporer les résultats dans un tableur ou une base de données où tous les résultats sont visibles en un seul endroit. Ce devrait être un document / dossier évolutif qui reflète toutes les mises à niveau et les modifications apportées aux produits afin que les sites puissent suivre leur état de préparation IPv6 à tout moment. Il est important de souligner que les évaluations et les plans de transition COTS / GOTS ne doivent pas nécessairement attendre jusqu'à ce que l'épine dorsale soit à double pile.
 - Plan de transition des agences de révision - Un calendrier prospectif devrait être créé pour amener les sites à la capacité IPv6 vers la date cible. Cela peut inclure une mise à niveau proactive des produits vers la capacité IPv6 même s'il n'y a pas de cycle d'actualisation technique ou de modification d'ingénierie entraînant la mise à niveau.
- Juin 2012
 - Continuer à travailler avec les fournisseurs pour identifier et éliminer les bogues IPv6 et les solutions de contournement,
 - Développer un processus de test et d'intégration pour les correctifs clés,
 - Poursuivre les progrès dans l'activation des services publics (Web, DNS, MX).
- Septembre 2012
 - La communauté d'acquisition et de sécurité devaient prendre en compte les conseils suivants :

- Les services publics devraient être compatibles IPv6 à 100%,
- Commencer à intégrer les jalons pour réussir les jalons de 2014,
- La surveillance continue permettra de se concentrer sur l'état opérationnel
- Les agences devaient avoir pleinement intégré les activités, les objectifs et les jalons IPv6 dans les processus globaux de gouvernance et de gestion pour inclure :
 - Architecture d'entreprise : IPv6 devrait être entièrement intégré dans l'entreprise des agences. Architecture comprenant les artefacts de conception de base (par exemple, diagrammes de réseau et sécurité, documentation), ainsi que le modèle de référence de l'infrastructure et le modèle de référence de sécurité.
 - Planification des immobilisations : les processus de planification des immobilisations de l'Agence devraient inclure IPv6 dans tous les examens et s'assurer que les budgets et les plans de projet incluent les activités IPv6 appropriées.
 - Sécurité : tous les processus et examens de sécurité de l'agence doivent inclure IPv6.

4.9.4.1 Adresses des serveurs DNS pour les Etats Unis ⁶³

Nous remarquons qu'uniquement trois serveurs DNS qui gèrent la zone «.us » sont en IPv6 et sont joignables sur Internet via le réseau IPv6. Parmi 6 serveurs, 3 sont encore avec uniquement des adresses IPv4. Le tableau ci-dessous détaille l'adressage des serveurs DNS racines du «.us ».

HOST NAME	IP ADDRESS(ES)
a.cctld.us	156.154.124.70
b.cctld.us	156.154.125.70 2001:0502:ad09:0:0:0:0:29
c.cctld.us	156.154.127.70
e.cctld.us	156.154.126.70
f.cctld.us	209.173.58.70 2001:500:3682:0:0:0:0:11
k.cctld.us	156.154.128.70 2001:503:e239:0:0:0:0:3:1

⁶³<https://www.iana.org/domains/root/db/us.html>

5 Conclusion

Dans ce document, nous avons présenté un Benchmark international de déploiement IPv6 à travers les différentes régions et via quelques pays qui ont été sélectionnés pour cette étude. Certains pays ont bien avancé dans le déploiement de l'IPv6 tels que les Etats Unis, la France et le Royaume Uni. D'autres ont fait des progrès modestes tels que l'Italie, l'Espagne, la Corée et le Suède. Le Maroc vient de commencer et il est presque dans le même stade que la Tunisie. Le Bahreïn n'a pas encore commencé à implémenter IPv6 d'une manière concrète.