



**NEXT STEP**



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

**Livrable 3 : stratégie nationale pour accélérer la migration  
vers l'IPv6**

**Décembre 2017**

## Table des matières

1	Introduction.....	4
2	Approche .....	4
2.1	Types d'actions.....	4
2.2	Cibles .....	4
2.3	Gestion .....	4
3	Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau de l'administration .....	5
3.1	Projet 1 : Projet de texte réglementaire concernant les acquisitions de produits et services informatiques et télécommunications pour accélérer le déploiement de l'IPv6 à l'administration ..	5
3.1.1	Exigence du support de l'IPv6 dans toutes les nouvelles acquisitions.....	5
3.1.2	Exigence de l'IPv6 lors de la mise en place de toute nouvelle application ou service ....	5
3.1.3	Exigence de l'IPv6 dans l'acquisition des services internet, des services de transmission de données et des services d'hébergements.....	6
3.2	Projet 2 : Formation des équipes informatiques sur IPv6.....	6
3.3	Projet 3 : Accompagnement des FSI publics pour le déploiement de service Internet .....	7
3.4	Projet 4 : Accompagnement pour la publication des services en ligne et des sites web des administrations en IPv6.....	7
4	Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des opérateurs et fournisseurs de services Internet.....	8
5	Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des entreprises .....	8
5.1	La sensibilisation.....	8
5.2	La formation .....	9
6	Plan d'action dédié aux établissements d'enseignement supérieur et aux centres de formation.	9
7	Prédisposition des terminaux finaux pour l'adoption d'IPv6.....	9
7.1	Ordinateur de bureau et ordinateur portable.....	10
7.2	Smart phones et tablettes.....	10
7.3	Autres équipements.....	10
8	Interdépendances et risques de blocage .....	11
9	Mesures à mettre en œuvre pendant la phase de transition .....	11
9.1	Communication IPv6/IPv4.....	11
9.2	La sécurité des réseaux et des systèmes d'information.....	12
10	Estimation des coûts pour le déploiement de l'IPv6.....	12
10.1	Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau de l'administration .....	12

10.1.1	Projet 1 : Projet de texte réglementaire concernant les acquisitions de produits et services informatiques et télécommunications pour accélérer le déploiement de l'IPv6 à l'administration .....	12
10.1.2	Projet 2 : Formation des équipes informatiques sur IPv6 .....	12
10.1.3	Projet 3 : Accompagnement des FSI public pour le déploiement de service Internet. ....	13
10.1.4	Projet 4 : Accompagnement pour la publication des services en ligne et des sites web des administrations en IPv6 .....	13
10.1.5	Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des opérateurs et fournisseurs de services Internet .....	14
10.1.6	Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des entreprises .....	15
10.1.7	Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des utilisateurs résidentiels .....	16
10.1.8	Plan d'action dédié pour Les établissements d'enseignement supérieur et les centre de formation.....	16
11	Conclusion .....	16

## 1 Introduction

Ce document est le livrable de la troisième phase qui consiste à élaborer une stratégie nationale pour accélérer la migration vers l'IPv6.

Nous commençons par présenter notre approche. Ensuite, nous présentons le plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau de l'administration. Après, nous présentons le plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des opérateurs et fournisseurs de services Internet. Puis, nous présentons le plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des entreprises. Ensuite, nous présentons le plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des utilisateurs résidentiels. Puis, nous présentons le plan d'action dédié aux établissements d'enseignement supérieur et aux centres de formation. Dans une étape suivante, nous présentons les interdépendances et les risques de blocage, puis, les mesures à mettre en œuvre pendant la phase de transition. Enfin, nous présentons une estimation des coûts de migration vers l'IPv6.

## 2 Approche

### 2.1 Types d'actions

Pour pouvoir accélérer le déploiement de l'IPv6 en Tunisie, il est nécessaire de mettre en place un programme qui inclut plusieurs types de projets destinés à tous les intervenants. Les projets doivent couvrir les aspects suivants :

1. Règlementaire,
2. Sensibilisation,
3. Formation,
4. Accompagnement,
5. Implémentation,
6. Partage d'expérience.

### 2.2 Cibles

Ces actions doivent cibler :

1. Les opérateurs et les fournisseurs de services Internet,
2. L'administration,
3. Les entreprises,
4. Les utilisateurs résidentiels,
5. Les établissements d'enseignement supérieur et les centres de formation.

### 2.3 Gestion

Cette stratégie doit être gérée en mode programme composé de plusieurs projets. Un gestionnaire de programme doit être désigné officiellement et doit avoir la responsabilité de gérer tout le programme. Pour chaque projet, un chef de projet doit être désigné.

### 3 Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau de l'administration

#### 3.1 Projet 1 : Projet de texte réglementaire concernant les acquisitions de produits et services informatiques et télécommunications pour accélérer le déploiement de l'IPv6 à l'administration

Ce projet consiste à produire un texte réglementaire (un décret ou un arrêté) qui a trois axes :

1. S'assurer que toutes les acquisitions de l'administration seront compatibles avec IPv6,
2. S'assurer du support de l'IPv6 lors de la mise en place de toute nouvelle application ou service,
3. S'assurer que les services Internet et les services d'interconnexions des sites en IP sont compatibles IPv6.

Dans ce qui suit, nous développerons nos recommandations pour chaque point.

##### 3.1.1 Exigence du support de l'IPv6 dans toutes les nouvelles acquisitions

Ces mesures permettront à l'administration de se préparer pour le passage à IPv6. Actuellement, la plupart des équipements et logiciels sur le marché sont compatibles IPv6. Très peu de constructeurs ou d'éditeurs n'ont pas encore implémenté le support IPv6 sur leurs produits. Ainsi, pour que le support de l'IPv6 au niveau des équipements et des logiciels ne soit pas un point bloquant lors le déploiement de l'IPv6, il est important que toute nouvelle acquisition d'équipements informatiques ou télécommunications doive supporter IPv6. Ainsi, nous recommandons que, dans le texte réglementaire, il soit exigé aux administrations en particulier, et tous les acheteurs publics en général, de demander dans les cahiers des charges techniques des acquisitions :

1. Le support de l'IPv6 pour tous les équipements informatiques ou télécom ;
2. Le support de l'IPv6 pour toutes les acquisitions de logiciel ;
3. Le support de l'IPv6 pour toutes les acquisitions d'équipement de sécurité informatique. En plus, tous les équipements de sécurité informatique doivent assurer les fonctionnalités de sécurité lors de la phase de cohabitation de l'IPv4 et l'IPv6 durant la phase transitoire.

##### 3.1.2 Exigence de l'IPv6 lors de la mise en place de toute nouvelle application ou service

La prise en considération de l'IPv6 pour toute nouvelle application facilitera énormément le déploiement. En plus, ça permettra d'avoir un premier trafic IPv6 qui sera très utile pour accélérer l'adoption de l'IPv6 par les différents intervenants. Ainsi, nous recommandons que, dans le texte réglementaire, il soit exigé que :

1. Chaque nouvelle application qui sera mise en production aux services des employés de l'administration, aux services des autres administrations, aux services des entreprises ou aux services des citoyens doit être compatible à IPv6 d'une manière native.
2. Tout service qui sera lancé en ligne est accessible par web ou par des applications mobiles doit être compatible à IPv6 d'une manière native.

### 3.1.3 Exigence de l'IPv6 dans l'acquisition des services internet, des services de transmission de données et des services d'hébergements

Le secteur public représente un des marchés les plus importants pour les fournisseurs de services internet, les opérateurs et les hébergeurs. La demande de l'IPv6 de la part de l'administration sera un moteur pour accélérer le déploiement de l'IPv6 chez les différents intervenants. Ainsi, il est important que pour chaque nouvelle consultation ou appel d'offres pour la sélection d'un opérateur, un fournisseur de service Internet ou un hébergeur, l'administration exige que le service fourni soit en IPv4 et en IPv6. Des dérogations spéciales peuvent être données à court terme pour ne pas bloquer les marchés en cours ou les marchés qui seront lancés juste après la publication du texte réglementaire. Ainsi, nous recommandons que dans le texte réglementaire il sera exigé :

1. d'inclure dans tous les nouveaux contrats de services d'interconnexion de sites, de services Internet (service d'accès Internet, Hébergement Web, Messagerie, gestion de zone DNS, etc.), ou service d'hébergement d'infrastructure (tel que les services fournis par les différents Data Center) que le service doit être fourni en IPv4 et IPv6, au plus tard, 12 mois de la date d'entrée en vigueur du texte réglementaire. Le texte réglementaire doit préciser qu'en cas où le prestataire ne respecte pas cette clause, l'acheteur public peut appliquer une pénalité sur le montant de contrat. Le taux de pénalité sera fixé par le texte réglementaire,
2. faire un avenant lors de renouvellement des contrats existants, pour inclure l'exigence de l'IPv6 pour les services fournis par le fournisseur.

## 3.2 Projet 2 : Formation des équipes informatiques sur IPv6

Selon les résultats de la phase 1, la maîtrise technique du protocole IPv6 reste un des obstacles majeurs devant le déploiement de l'IPv6. Ainsi, la formation des équipes informatiques sur le protocole IPv6 s'avère nécessaire.

Nous recommandons la mise en place d'un programme de formation composé de trois plans de formation.

1. **Plan de formation de base destiné à tout le personnel des services informatiques** : Ce Plan de formation contiendra une formation de base traitant les aspects de base. La formation doit inclure une partie théorique et une autre pratique. La durée typique de ce genre de formation est d'un à deux jours.
2. **Plan de formation avancée destiné aux administrateurs réseau dans les administrations** : Ce Plan de formation vient compléter le premier plan de formation. Les formations doivent inclure une partie théorique et une autre pratique. Le plan de formation doit inclure des modules avancés destinés aux administrateurs réseau tels que l'établissement d'un plan d'adressage, le routage dynamique dans les réseaux d'entreprises, la sécurité, les techniques de transitions pour les entreprises, la configuration des serveurs et des équipements réseau et sécurité, etc. La durée typique de ce genre de formation est de 3 à 5 jours.
3. **Plan de formation pour les ingénieurs réseaux des FSI publics** : Ce plan de formation sera destiné aux ingénieurs réseaux des FSI publics qui administrent le réseau. Ce plan de formation doit venir compléter le premier et le deuxième plan de formation. Il sera destiné à l'activité de FSI et inclura une formation théorique et pratique sur les protocoles de routages

dynamiques pour les FSI, les techniques de translation pour les FSI, la gestion des zones inverses DNS, la configuration des serveurs, etc. La durée typique de ce genre de formation est de 3 à 5 jours.

### 3.3 Projet 3 : Accompagnement des FSI publics pour le déploiement de service Internet

La plupart des administrations sont connectées à Internet via les FSI publics. En plus, ces FSI hébergent la plupart des services en ligne et les sites web de l'administration. Ainsi, le déploiement de l'IPv6 pour ces FSI permettra de faciliter le déploiement de l'IPv6 dans les administrations et permettra de créer un contenu accessible en IPv6. Ce projet se composera des phases suivantes :

1. Inventaire détaillé technique de l'infrastructure et établissement d'un rapport sur l'état de préparation pour le déploiement de l'IPv6
2. Préparation d'un Plan d'adressage IPv6
3. Animation des ateliers de conception pour arrêter l'architecture détaillée du réseau IPv6 a déployé
4. Préparation d'un document de conception détaillé de l'architecture de réseau IPv6
5. Assistance à la configuration des différents équipements en IPv6 selon le document de conception détaillé
6. Assistance à la migration de l'interconnexion avec le point d'échange Internet (IXP) et les opérateurs à IPv6

Nous recommandons de commencer par un projet pilote avec un des FSI avant de généraliser le déploiement pour tous les FSI. Selon la collecte d'informations qui a été faite dans la phase une du projet, le Centre de Calcul Khawarizmi parait le FSI public qui a montré une volonté de déployer IPv6 et qui est le plus avancé dans les tests IPv6.

### 3.4 Projet 4 : Accompagnement pour la publication des services en ligne et des sites web des administrations en IPv6

La fourniture de contenu sur l'IPv6 sera un moteur pour accélérer le déploiement de l'IPv6. Avec l'orientation de l'administration vers la promotion des services en ligne et du contenu numérique, il est très important que ces services et ce contenu soient accessibles en IPv6. Ainsi, nous recommandons de lancer un projet afin d'activer l'accès en IPv6 à tous les services en lignes et tous les sites web de l'administration. Ainsi, des actions spécifiques seront prises selon le lieu de l'hébergement :

- Si le service ou le site web est hébergé chez un FSI public dont le réseau est accessible en IPv6, l'accompagnement sera fait pour configurer le serveur en IPv6
- Si le service hébergé dans un réseau qui n'est pas accessible en IPv6, une solution de publication en IPv6 doit être utilisé. Plusieurs solutions sur le marché existent pour jouer ce rôle. Certaines sont à base des logiciels libres, d'autres à base de matériels ou de logiciels commerciaux.

## 4 Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des opérateurs et fournisseurs de services Internet

Les opérateurs et les fournisseurs d'accès jouent un rôle important dans le déploiement de l'IPv6. L'expérience à l'échelle internationale a montré que, dès qu'un fournisseur d'accès Internet active IPv6 par défaut, le taux d'adoption d'IPv6 dans le pays augmente d'une manière assez conséquente.

Bien que le déploiement de l'IPv6 reste un choix pour les opérateurs et les FSI selon leurs stratégies et leurs priorités, ceci peut être accéléré par :

1. Imposer de fournir des services Internet et des services de transmission de données compatibles IPv6 pour tous les commandes publiques tel qu'expliqué dans le paragraphe 3.1.3,
2. Imposer aux opérateurs et aux fournisseurs de services Internet que tous les terminaux de données fournis aux abonnés tels que les routeurs doivent être compatibles IPv6 à partir d'une certaine date.
3. Imposer aux opérateurs et aux fournisseurs de services Internet d'informer clairement leurs abonnés si le service fourni est uniquement en IPv4 ou en IPv4 et IPv6. Le nombre d'adresses IP publiques fixes doit être mentionné clairement sur l'offre.

## 5 Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des entreprises

L'expérience à l'échelle internationale a montré que les entreprises sont parmi les derniers à adopter l'IPv6. La maîtrise technique du protocole IPv6 ainsi que la crainte de l'impact sur la sécurité et la disponibilité du système d'information représente les obstacles majeurs. Ainsi, nous recommandons que le plan d'action soit basé sur deux types d'actions :

1. La sensibilisation
2. L'encouragement de la formation

### 5.1 La sensibilisation

Des actions de sensibilisation doivent être lancées. Cela peut être à travers plusieurs types d'actions telles que :

- Organiser un événement annuel qui rassemble tous les intervenants y inclut les DSI des entreprises pour échanger les expériences et sensibiliser les intervenants à propos du sujet
- Organiser des ateliers de travail en collaboration avec les associations professionnelles (Club DSI, Association Professionnelle Tunisienne des Banques et Etablissements Financiers, Union Tunisienne de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat, etc.)
- Inclure des sessions à propos de la sécurité IPv6 durant les événements de sécurité telles que les rencontres des RSSI, etc.



## 5.2 La formation

Une coordination avec le Centre National de Formation Continue et de Promotion Professionnelle doit être faite pour mettre un programme national pour encourager les formations en IPv6. Ceci peut être par :

- la mise en place d'un financement dédié aux formations IPv6
- un programme de formation de formateurs
- inclure IPv6 dans les plans des formations

## 6 Plan d'action dédié aux établissements d'enseignement supérieur et aux centres de formation

Nous recommandons de mettre en place un plan d'action, avec le ministère en charge de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique, dédié aux établissements d'enseignement supérieurs qui forment des spécialistes en informatique (licence, ingénieur, master) et pour les laboratoires de recherches ayant des activités de recherches en réseaux. Ce plan d'action sera composé de :

- Organiser des formations en IPv6 au profit des enseignants universitaires,
- Inclure l'enseignement de l'IPv6 dans chaque module en relation avec les réseaux informatiques,
- Déployer l'IPv6 dans ces établissements.

De même, un autre plan doit être mis en place avec le ministère chargé de la formation professionnelle pour :

- Organiser des formations au profit des formateurs des centres de formation professionnelle,
- Inclure l'enseignement de l'IPv6 dans chaque module en relation avec les réseaux informatiques,
- Déployer l'IPv6 dans ces établissements.

## 7 Prédiposition des terminaux finaux pour l'adoption d'IPv6

La prédiposition des terminaux finaux est un facteur important dans l'adoption de l'IPv6 dans le milieu des entreprises aussi bien que dans le milieu résidentiel. Au niveau des entreprises, l'adoption de l'IPv6 ne peut se faire que si les terminaux utilisés supportent IPv6. Au niveau de milieu résidentiel, dès que le fournisseur de service Internet active IPv6 sur la connexion Internet, si le terminal de l'utilisateur supporte IPv6, l'utilisateur sera connecté en IPv6 et commence à accéder aux différentes ressources Internet en IPv6.

Actuellement la plupart des terminaux finaux supporte IPv6. Dans ce que suit nous allons présenter de l'état de support de l'IPv6 pour différents types des terminaux.

## 7.1 Ordinateur de bureau et ordinateur portable

Nous allons nous baser sur les données officielles de l'IPv6 forum, publiées sur le site web [www.ipv6ready.org](http://www.ipv6ready.org), et qui est responsable de l'attribution de logo « IPv6 Ready » pour les différents produits. Le tableau ci-dessous résume les terminaux les plus utilisés. Nous remarquons que la plupart des systèmes d'exploitation utilisés sont approuvés pour le support IPv6.

Fabriqueur/Editeur	Système d'exploitation	Version	Année d'approbation
Microsoft	Microsoft Windows Vista	6.0	2007
Microsoft	Windows 7	7	2010
Microsoft	Windows 10	10	2015
Apple	OS X	10.11	2015
Apple	MAC OS	10.13	2017
Red Hat	Red Hat Enterprise Linux	5	2009
Red Hat	Red Hat Enterprise Linux	6	2010
Red Hat	Red Hat Enterprise Linux	7.1	2016
Novell	SUSE Linux Enterprise Server	10	2006

## 7.2 Smart phones et tablettes

Selon les statistiques de l'IDC (International Data Corporation) le marché des smart phones et tablettes en 2017 est réparti comme suit<sup>1</sup> :

- Android : 85%
- iOS : 14,7%
- Windows Phone : 0,1%
- Autres : 0,1%

Android supporte IPv6 depuis la version 5.0 apparue en 2014. iOS supporte IPv6 depuis a version 4.1 apparue en 2010. Windows Phone support IPv6 depuis la version 8.1 apparue en 2014. Ainsi, la plupart smartphones est tablette supporte IPv6.

## 7.3 Autres équipements

En se basant sur les données officielles de l'IPv6 forum publiées sur le site web [www.ipv6ready.org](http://www.ipv6ready.org), nous pouvons conclure que la plupart des équipements IP supporte IPv6 tel que :

- Les imprimantes,
- Les caméras de surveillance,
- Les points d'accès WiFi,
- Etc.

<sup>1</sup> <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os>

Même s'il y a des équipements, utilisés en local, qui ne supportent pas l'IPv6 ceci ne sera pas un point bloquant dans l'adoption de l'IPv6. En effet, le mécanisme de transition double pile (coexistence de l'IPv4 et l'IPv6 sur le même réseau) permet de se connecter à ces équipements même s'ils sont en IPv4.

## 8 Interdépendances et risques de blocage

Il est à noter que le déploiement de l'IPv6 en Tunisie nécessite l'intervention de tous les acteurs de la chaîne. Néanmoins, il y a des intervenants qui sont primordiaux et dont le retard dans le déploiement de l'IPv6 sera bloquant. Nous présentons, dans l'ordre, les acteurs selon leurs rôles dans le déploiement de l'IPv6 :

1. Les opérateurs : les opérateurs jouent trois rôles essentiels :
  - a. Assurer l'interconnexion des réseaux par leurs services de transmission de données tels que l'IP/MPLS, les lignes spécialisées, les faisceaux hertziens. Ces réseaux doivent supporter le transport de trafic IPv6 pour permettre aux différents intervenants d'avoir des interconnexions en IPv6 natif.
  - b. Assurer l'interconnexion Internet à l'échelle internationale avec les opérateurs de transit internationaux. Ainsi, pour que les réseaux tunisiens soient connectés en IPv6 d'une manière native, les réseaux de transit de l'opérateur doivent être en IPv6.
  - c. Fournir un accès Internet aux utilisateurs. En effet, les trois opérateurs actuels ont des licences de fournisseurs de service Internet et fournissent Internet aux différents abonnés.

Ainsi, si le réseau de l'opérateur ne supporte pas IPv6, ceci bloquerait le déploiement de l'IPv6 pour les autres intervenants. Il est à noter qu'il y a des techniques qui peuvent être utilisées pour dépasser ce blocage (les techniques des tunnels) mais elles ne peuvent pas être utilisées à large échelle dans un réseau de production.

2. Les fournisseurs de service Internet : les fournisseurs de service Internet jouent un rôle très important dans le déploiement de l'IPv6. Si les opérateurs activent IPv6 au niveau de leurs réseaux, dès que le FSI active IPv6 sur les connexions internet une grande partie du trafic Internet sera faite en IPv6.
3. Les points d'échange de trafic (IXP) : Il est important que l'IXP soit en IPv6. Actuellement, le seul IXP en Tunisie est l'ATI. Selon la phase 1 de l'étude, le réseau de l'ATI supporte l'IPv6.

## 9 Mesures à mettre en œuvre pendant la phase de transition

### 9.1 Communication IPv6/IPv4

Il est important que, durant la phase de transition, la communication IPv6/IPv4 soit assurée. Ainsi, il est important que les dispositions suivantes soient prises :

- Tous les acteurs doivent opter vers le mécanisme de transition appelé double piles (Dual Stack); c'est-à-dire faire cohabiter les deux protocoles ensembles. Ainsi, chaque nœud communiquera avec un nœud IPv6 en IPv6 et avec un nœud IPv4. Bien évidemment, si les

deux nœuds supportent IPv6 la communication sera en IPv6 puisque dans les réseaux à double piles, l'IPv6 est toujours le protocole préféré.

- Une attention particulière doit être accordée aux mises à jour des informations au niveau du DNS. En effet, si les ressources en réseaux seront connectées, la communication en IPv6 ne peut avoir lieu que si les enregistrements au niveau de DNS sont créés et les zones DNS mises à jour.
- Au niveau des équipements de sécurité, les règles de filtrage doivent prendre en considération la cohabitation des deux protocoles. Ainsi, tout changement d'une politique de sécurité doit se faire pour les deux protocoles.

## 9.2 La sécurité des réseaux et des systèmes d'information

La sécurité de nos jours est un sujet primordial qui doit être traité avec une grande importance. L'ajout d'un nouveau protocole de réseau aura sans doute un impact sur la sécurité du réseau et du système d'information. Sachant que tous les aspects de sécurité que l'on traite habituellement sur un réseau IPv4 restent valables pour un réseau IPv6, une attention particulière doit être accordée à la phase de cohabitation entre les deux protocoles. Ainsi, il est important que les dispositions suivantes soient prises :

- Tous les dispositifs de sécurité qui ont été implémenté pour IPv4 doivent être implémentés pour IPv6,
- Une attention particulière doit être accordée aux mécanismes de tunnels. Ceux-ci pourraient contourner la politique de sécurité,
- L'utilisation de deux protocoles augmente la surface d'attaque. Ainsi, le renforcement de la sécurité est recommandé,
- En IPv6, même les adresses utilisées à l'intérieur du réseau sont publiques. Ainsi, si les mécanismes de sécurité adéquats ne sont pas mis en place, tout le réseau peut être visible de l'internet et peut être cible à des attaques. Le masquage du réseau interne qui est été fourni par les techniques de transitions d'adresses (NAT) en IPv4 ne sera plus valable pour les réseaux IPv6.

## 10 Estimation des coûts pour le déploiement de l'IPv6

### 10.1 Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau de l'administration

#### 10.1.1 Projet 1 : Projet de texte réglementaire concernant les acquisitions de produits et services informatiques et télécommunications pour accélérer le déploiement de l'IPv6 à l'administration

Ce projet sera exécuté principalement par les ressources internes de l'administration. Ainsi il n'y aura pas un coût supplémentaire à prévoir

#### 10.1.2 Projet 2 : Formation des équipes informatiques sur IPv6

Pour l'estimation budgétaire de ce projet nous allons se poser sur les hypothèses suivantes :

- 30 structures (28 ministères + présidence de gouvernement + présidence de la république),
- 50 participants en moyenne par structure pour la formation de base,
- 5 participants en moyenne par structure pour la formation avancée,
- 6 participants par FSI public pour la formation des ingénieurs des FSI publics.

Ainsi l'estimation du coût pour ce projet est telle que précisé dans le tableau ci-dessous.

Projet	Unité	Quantité	Prix unitaire HT DT	Prix Total HT DT	TVA	Prix Total TTC DT
<b>formation de base</b>	Participant	1 500	500	750 000	19%	892 500
<b>formation avancée</b>	Participant	150	1 500	225 000	19%	267 750
<b>formation pour les ingénieurs réseaux des FSI</b>	Participant	30	2 500	75 000	19%	89 250
<b>Total coût formation</b>				<b>1 050 000</b>		<b>1 249 500</b>

Le coût de la formation a été estimé sur la base de prix de 500 Dinars par jour par personne. Ceci est le coût moyen appliqué en Tunisie pour les formations pointues en réseaux informatique.

### 10.1.3 Projet 3 : Accompagnement des FSI public pour le déploiement de service Internet

Comme nous l'avons évoqué ci-dessus, nous recommandons de commencer par un seul FSI en tant que projet pilote. Après, l'expérience peut être généralisée.

Projet	Unité	Quantité	Prix unitaire HT DT	Prix Total HT DT	TVA	Prix Total TTC DT
<b>FSI public pilote</b>	Jour-Homme	50	600	30 000	19%	42 126
<b>Les autres FSI publics</b>	Jour-Homme	250	600	150 000	19%	210 630
<b>Total Projet accompagnement</b>				<b>180 000</b>		<b>252 756</b>

### 10.1.4 Projet 4 : Accompagnement pour la publication des services en ligne et des sites web des administrations en IPv6

Comme nous l'avons expliqué dans le paragraphe 3.4, si le service ou le site web est hébergé chez un FSI public, et que son réseau est accessible en IPv6, l'accompagnement sera fait pour configurer le serveur en IPv6. Si le service sera hébergé dans un réseau qui n'est pas accessible en IPv6, une solution de publication en IPv6 doit être utilisée. Plusieurs solutions sur le marché existent pour jouer ce rôle. Certaines sont à base des logiciels libre, d'autres à base de matériels ou logiciels commerciaux. Ainsi le coût de ce projet sera comme suit :

Projet	Unité	Quantité	Prix unitaire HT DT	Prix Total HT DT	TVA	Prix Total TTC DT
<b>Prestations de services</b>	Jour-Homme	50	600	30 000	19%	35 700

Solution de publication des sites Web en IPv6	Unité	2	50 000	100 000	19%	119 000
<b>Total projet accompagnement</b>				130 000		154 700

### 10.1.5 Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des opérateurs et fournisseurs de services Internet

Nous allons prendre comme exemple un agent économique (opérateur ou FSI) qui va adopter IPv6. Les coûts de la transition d'IPv6 seront répartis en trois types :

- Les dépenses d'investissement initial (CAPEX)
- Les dépenses d'exploitation (OPEX)
- Les formations

#### 10.1.5.1 Les dépenses d'investissement initial (CAPEX)

La transition à IPv6 nécessite plusieurs dépenses d'investissement telles que :

- La réalisation d'une mission d'inventaire pour identifier les équipements qui doivent être configurés en IPv6 ainsi que l'aptitude de chaque équipement à supporter IPv6,
- L'allocation d'une plage IPv6,
- La mise en place d'un plan d'adressage IPv6,
- L'animation d'ateliers de conception pour arrêter l'architecture détaillée du réseau IPv6 à déployer,
- La préparation d'un document de conception détaillé de l'architecture de réseau IPv6,
- La mise à jour de la politique de sécurité pour la prise en considération de l'IPv6,
- La mise à jour des logiciels des équipements qui nécessitent un changement de version pour supporter IPv6,
- Le changement des équipements qui ne supporte pas IPv6 par d'autres équipements équivalents qui supportent IPv6,
- La configuration des différents équipements en IPv6 selon le document de conception détaillé,
- La migration de l'interconnexion avec le point d'échange Internet (IXP) et les autres opérateurs et FSI à IPv6.

Suites aux réunions faites durant la première phase de l'étude, tous les opérateurs ont confirmé que leurs équipements supportent l'IPv6. Ainsi, il n'y aura pas de dépenses dans le changement des équipements. Toutes les dépenses sont pour les prestations de services. Nous estimons que l'acteur concerné aura besoin d'une assistance pour la réalisation des prestations listées ci-dessous. La charge horaire de la mission d'assistance est estimée à 100 Jours Homme répartis comme suit.

Tâche	Nombre de jours Homme
Inventaire	20
Plan d'adressage IPv6	3
Ateliers de conception	5
Document de conception détaillé	15
Mise à jour de la politique de sécurité	2
Mise à jour des logiciels	10
Configuration des équipements	35
Migration des interconnexions	10
<b>Total</b>	<b>100</b>

À noter aussi que la plage d'adresse IPv6 sera également alloué gratuitement selon les politiques actuelles de l'Afrinic et de l'ATI.

En se basant sur un tarif moyen de jours Homme de 600 Dinars par jour les dépenses d'investissement (CAPEX) seront de l'ordre de 60 000 dinars en HT.

Projet	Unité	Quantité	Prix unitaire HT DT	Prix Total HT DT	TVA	Prix Total TTC DT
Prestations de services	Jour-Homme	100	600	60 000	19%	71 400
<b>Total CAPEX</b>				<b>60 000</b>		<b>71 400</b>

#### 10.1.5.2 Les dépenses d'exploitation (OPEX)

La gestion d'un réseau IPv6 ne nécessite pas des dépenses supplémentaires d'exploitations. En effet, il n'y aura pas des nouveaux équipements ou des nouvelles tâches nécessaires à l'exploitation.

#### 10.1.5.3 La formation

Dans la phase de collecte d'informations les besoins en formation ont varié d'un acteur à un autre. En prenant comme moyenne la formation de 30 ingénieurs pendant 5 jours et en se basant sur le prix de 500 Dinars par jour par personne, qui est le prix moyen appliqué en Tunisie pour les formations pointues en réseaux informatique, le budget total de formation est estimé à 75 000 Dinars HT.

Projet	Unité	Quantité	Prix unitaire HT DT	Prix Total HT DT	TVA	Prix Total TTC DT
formation pour les ingénieurs réseaux	Participant	30	2500	75 000	19%	89 250
<b>Total Formation</b>				<b>75 000</b>		<b>89 250</b>

#### 10.1.6 Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des entreprises

Au niveau des entreprises nous avons proposé principalement la sensibilisation et la formation. Les coûts de ces actions dépendront des choix qui seront faits. Généralement les événements de sensibilisation peuvent être sponsorisés. Ainsi, tous les frais seront payés par des opérateurs, des

constructeurs ou des prestations de service. S'il y a une volonté de financer ces événements sur le programme il faut compter 100 Dinars par participant pour un événement d'une demi-journée. Ainsi pour une cible de 100 participants, chaque événement coutera vers les 10 000 Dinars.

Les formations dépendront de nombre de participant. Les estimations du paragraphe 10.1.2 resteront valables.

#### **10.1.7 Plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6 au niveau des utilisateurs résidentiels**

Ce plan d'action ne nécessite aucun coût.

#### **10.1.8 Plan d'action dédié pour les établissements d'enseignement supérieur et les centre de formation**

L'ensemble des actions pour ce plan peuvent être faites par les enseignants et les formateurs.

## **11 Conclusion**

Dans ce document, nous avons présenté un plan d'action pour accélérer le déploiement de l'IPv6. Ce plan d'action se compose d'un ensemble d'actions et de projets destinés aux administrations, aux opérateurs et FSI, aux entreprises et aux utilisateurs résidentiels. Ces actions varient entre la réglementation, la formation et la sensibilisation. Un gestionnaire de programme doit être désigné pour pouvoir coordonner tous ces projets et s'assurer que l'objectif soit atteint.