



MOOC

Objectif IPv6 !

vers l'internet nouvelle génération

Etude de cas

Séquence 1

Correction de l'etude de cas

Le contenu de ce document d'accompagnement du MOOC IPv6 est publié sous
Licence Creative Commons **CC BY-SA 4.0 International**. 

Licence Creative Commons CC BY-SA 4.0 International



Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International (CC BY-SA 4.0)

Avertissement Ce résumé n'indique que certaines des dispositions clé de la licence. Ce n'est pas une licence, il n'a pas de valeur juridique. Vous devez lire attentivement tous les termes et conditions de la licence avant d'utiliser le matériel licencié.

Creative Commons n'est pas un cabinet d'avocat et n'est pas un service de conseil juridique. Distribuer, afficher et faire un lien vers le résumé ou la licence ne constitue pas une relation client-avocat ou tout autre type de relation entre vous et Creative Commons.

Clause C'est un résumé (et non pas un substitut) de la licence.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>

Vous êtes autorisé à :

- **Partager** — copier, distribuer et communiquer le matériel par tous moyens et sous tous formats
- **Adapter** — remixer, transformer et créer à partir du matériel
- pour toute utilisation, y compris commerciale.

L'Offrant ne peut retirer les autorisations concédées par la licence tant que vous appliquez les termes de cette licence.

Selon les conditions suivantes :

Attribution — You must give **appropriate credit**, provide a link to the license, and **indicate if changes were made**. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.

Partage dans les Mêmes Conditions — Dans le cas où vous effectuez un remix, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Oeuvre originale, vous devez diffuser l'Oeuvre modifiée dans les même conditions, c'est à dire avec **la même licence** avec laquelle l'Oeuvre originale a été diffusée.

No additional restrictions — Vous n'êtes pas autorisé à appliquer des conditions légales ou des **mesures techniques** qui restreindraient légalement autrui à utiliser l'Oeuvre dans les conditions décrites par la licence.

Notes: Vous n'êtes pas dans l'obligation de respecter la licence pour les éléments ou matériel appartenant au domaine public ou dans le cas où l'utilisation que vous souhaitez faire est couverte par une **exception**.

Aucune garantie n'est donnée. Il se peut que la licence ne vous donne pas toutes les permissions nécessaires pour votre utilisation. Par exemple, certains droits comme **les droits moraux, le droit des données personnelles et le droit à l'image** sont susceptibles de limiter votre utilisation.

Les informations détaillées sont disponibles aux URL suivantes :

- <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fr>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Creative_Commons

Les auteurs



Bruno Stévant

Bruno STEVANT est enseignant chercheur à l'IMT Atlantique. Il intervient dans l'enseignement et sur les projets de recherche autour d'IPv6 depuis plus de 10 ans. Il est secrétaire et responsable des activités de formation de l'association G6, association pour la promotion et le déploiement d'IPv6 en France.



Jacques Landru

Enseignant chercheur au département Informatique et Réseaux à l'IMT Lille Douai, Jacques est responsable de l'UV de spécialisation ARES (Architecture des RESeaux) à la fois dans le mode traditionnel présentiel que dans sa forme à distance dans le cadre du cursus diplômant TutTelNet.



Jean-Pierre Rioual

Ingénieur Conseil Réseaux – EURÊKOM. Fort de 30 années d'expérience dans le domaine des réseaux, il intervient auprès des entreprises pour des missions d'expertise sur leurs réseaux de transmission de données (intégration, mesures, optimisation, administration), conçoit et anime des actions de formation "réseaux".

**Pascal Anelli**

Pascal ANELLI est enseignant-chercheur à l'Université de la Réunion. Il enseigne les réseaux depuis plus de 20 ans. Il est membre du G6 depuis sa création. A ce titre, il est un des contributeurs du livre IPv6. En 1996, il a participé au développement d'une version de la pile IPv6 pour Linux.

**Joël Grouffaud**

Joël GROUFFAUD est professeur agrégé de mathématiques. Il est chef du département Réseaux et Télécommunications de l'IUT de la Réunion, une composante de l'université de La Réunion. Au sein du département, il enseigne les réseaux et IPv6. Il anime l'académie Cisco (formations CCNA) de La Réunion.

**Pierre Ugo Tournoux**

Pierre Ugo TOURNOUX est enseignant chercheur à l'Université de la Réunion. Il est responsable des enseignements d'administration réseau, de routage et des réseaux sans fil dans lesquels il intègre IPv6 depuis de nombreuses années.

Remerciements à :

- Vincent Lerouillois, pour son travail de relecture attentive ;
- Bruno Di Gennaro (Association G6) ;
- Bruno Joachim (Association G6) pour sa contribution à l'activité « Contrôler la configuration réseau par DHCPv6 » ;
- Richard Lorion (Université de la Réunion) pour sa contribution à l'activité « Etablir la connectivité IPv6 tunnels pour IPv6 ».

Tables des activités

Les auteurs	5
Eléments de correction étude de cas : Construisez le plan d'adressage de la chaîne de restaurants "La Bio Stifaille"	9
Préambule.....	9
Plan d'adressage du réseau interne.....	9
Choix de la structuration du champ SID.....	9
Dimensionnement du champ SID.....	10
Extensibilité.....	10
Plan d'adressage pour le préfixe public (GUA) de « La Bio Stifaille ».....	15
Cas des liaisons ponctuelles de secours.....	15

Eléments de correction étude de cas : Construisez le plan d'adressage de la chaîne de restaurants "La Bio Stiffaille"

Préambule

Les éléments proposés dans ce document ne constituent pas l'unique solution valide pour la construction du plan d'adressage IPv6 de la société « La Bio Stiffaille », d'autres choix peuvent être légitimement proposés.

Nota : Ce document, reprend le formalisme adopté dans le document compagnon de l'activité 14 au paragraphe « Convention de notation binaire du champ SID ».

Plan d'adressage du réseau interne

Choix de la structuration du champ SID

Le plan d'adressage interne de « La Bio Stiffaille » est construit sur la base du préfixe local unique (ULA) de 48 bits retenu pour la société, à savoir le préfixe `fd1a:b105:71fa::/48`. Le champ d'identification des sous réseaux (SID) d'un tel préfixe est de 16 bits, nous disposons donc d'un espace de 65536 valeurs distinctes pour identifier l'ensemble des sous réseaux de cette entreprise.

L'infrastructure réseau de « La Bio Stiffaille » fait apparaître une structuration en deux niveaux.

- Un niveau d'interconnexion assurant la connectivité de l'ensemble des sites, dont la tâche principale est l'acheminement. Ce niveau est pris en charge par l'opérateur, qui par le routage sur son infrastructure partagée MPLS assure la connectivité « any to any » de l'ensemble des sites de « La Bio Stiffaille », en dédiant à son client un espace de routage cloisonné (VRF).
- Un second niveau, qui sur chaque site vise à partager l'infrastructure locale en espaces de connectivité logiques (VLAN TOIP, VLAN direction, VLAN employés, VLAN administratif, VLAN cariste, etc) cloisonnés et contrôlés par la fonction de routage locale ainsi que par la fonction de filtrage du pare-feu (Firewall).

Cette structuration, nous incite à hiérarchiser le plan d'adressage en deux niveaux (le document de référence de l'activité 16, indique de manière générale la construction d'un plan d'adressage en structurant le champ SID sur trois niveaux logiques, sur des bits 'L', 'T' et 'B', on peut s'interroger sur la pertinence d'introduire un troisième niveau dans le cas de « La Bio Stiffaille », la question reste ouverte et ne sera pas abordée dans le reste de ce document). Compte tenu, de l'éparpillement géographique de l'ensemble des sites de cette entreprise, et de la présence d'équipements de contrôle et de filtrage sur l'ensemble des sites, il paraît pertinent de privilégier la localisation (bits 'L' sur la partie haute du SID), sur le découpage logique et fonctionnel des espaces de connectivité locaux (les VLAN sur chaque site). Ce choix facilitera, la fonction de routage, qui dans le cas de « La Bio Stiffaille » est déléguée à l'opérateur de VPN

MPLS. Le champ SID sera donc de la forme {LLLLL - - - - - TTTT}.

Dimensionnement du champ SID

D'une manière générale, comme indiqué dans le document compagnon de l'activité 14, l'alignement des références de localisation ou de type de sous réseau sur une frontière de quartet, facilitera la lecture et la reconnaissance de préfixes par l'administrateur humain. Dans la mesure du possible, cette convention sera privilégiée dans ce document.

« La Bio Stifaille » a aujourd'hui un périmètre des 175 sites (siège, entrepôts, restaurants et points de vente). La société est en croissance soutenue avec une ouverture moyenne annuelle d'une quinzaine de points de vente. Réserver les quartets de poids fort du SID pour identifier les sites privilégiera la fonction de routage sur les préfixes les plus courts (/56, /60), et facilitera la définition de la VRF mise en place sur le réseau de l'opérateur. En codant la localisation sur 1 octet, on peut identifier 255 sites distincts, ce qui au rythme actuel de développement, nous laisse environ 5 années si la croissance économique de l'entreprise se maintenait à un tel niveau.

Le cloisonnement logique en VLAN fonctionnels, tel qu'il est présenté dans le cahier des charges de « La Bio Stifaille » distingue, à ce jour, de l'ordre de 5 à 6 types de sous réseaux. En codant le type de sous réseaux sur un quartet, soit 16 valeurs distinctes (15, si on réserve la valeur 0 pour le VLAN par défaut), on conserve une marge de manœuvre confortable pour la définition de nouveaux sous réseau fonctionnels. En réservant, le quartet de poids faible du SID, le type de sous réseau sera donc directement lisible par l'administrateur à la lecture d'une adresse. Par souci d'homogénéité, il peut être élégant et pertinent d'attribuer le même identifiant pour les VLAN fonctionnels communs (tel le VLAN TOIP) présents sur tous les sites..

En première approximation, le champ SID peut donc être structuré sous la forme suivante : {LLLLLLLL - - - TTTT}. L'octet de poids fort identifiant le site, le quartet de poids faible identifiant localement le VLAN.

Extensibilité

Si l'identification des types de VLAN fonctionnels sur le quartet de poids faible (bits 'T') peut simplement s'appuyer sur une numérotation séquentielle démarrant à 1 (si l'on souhaite conserver la valeur zéro pour le VLAN par défaut) ; quelle stratégie de numérotation doit on adopter pour l'identification de la localisation? La stratégie de « frontières flexibles » telles qu'elle est recommandée dans les [RFC 1219](#) et [RFC 3531](#) (cf paragraphe « Extensibilité » du document de référence de l'activité 16), conserve une possibilité de débordement sur le troisième quartet, lorsque dans 5 ans « La Bio Stifaille » dépassera les 255 sites. Cependant elle nécessite, une gymnastique intellectuelle peu naturelle, quant à l'incrémentation des identifiants. En effet les champs dont l'agrandissement s'effectue vers la droite, encode les nombres selon un ordonnancement inhabituel. Ainsi l'identifiant 1, sera codé en binaire 0b1000000 (0x80 en hexadécimal), l'identifiant 2 sera codé 0b01000000 (0x40), l'identifiant 3 0b1100000 (0xc0), et ainsi de suite. De même si à l'avenir le nombre de VLAN fonctionnels sur un site venait à dépasser 15, l'utilisation du bit de poids faible du quartet disponible,

permettrait un doublement des identifiants de VLAN.

Une stratégie, moins flexible mais plus directement lisible, consiste, compte tenu de la croissance de l'entreprise, à réserver immédiatement trois quartets pour la localisation et un quartet pour le type de VLAN. Les deux champs peuvent alors conserver un ordonnancement naturel directement lisible à la lecture du préfixe /64 d'une adresse. La structuration du SID est alors de cette forme {LLLLLLLLLLLLTTTT}. Ainsi l'identifiant du sous réseau 1 (VLAN TOIP sur chacun des sites par exemple) sur le site identifié 3 sera codé {0000000000110001} soit 0x0031 en hexadécimal. Le VLAN TOIP du site identifié 65 sera lui codé {0000010000010001} soit 0x0411. La référence du site 64 est directement lisible par le code hexadécimal 0x41 du SID. Avec cette structuration le fonction de routage sur l'interconnexion de l'opérateur sera basée sur les préfixe de longueur 60, alors que le routage et le filtrage local sur chacun des sites se fera sur les préfixes de longueur 64.

Site	Identifiant du site	Préfixe de routage sur l'interconnexion	Préfixe de routage/filtrage local sur le site
Siège « La Bio Stifaille » Villeneuve d'Ascq	1	fd1a:b105:71fa: 10::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 10::/60	fd1a:b105:71fa: 11::/64
VLAN employés du siège		fd1a:b105:71fa: 10::/60	fd1a:b105:71fa: 12::/64
VLAN serveurs du siège		fd1a:b105:71fa: 10::/60	fd1a:b105:71fa: 1a::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 10::/60	...
Entrepôt de Dourges	10	fd1a:b105:71fa: a0::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: a0::/60	fd1a:b105:71fa: a1::/64
VLAN employés de Dourges		fd1a:b105:71fa: a0::/60	fd1a:b105:71fa: a2::/64
VLAN caristes de Dourges		fd1a:b105:71fa: a0::/60	fd1a:b105:71fa: a5::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: a0::/60	...

Entrepôt de Rennes	11	fd1a:b105:71fa: b0::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: b0::/60	fd1a:b105:71fa: b1::/64
VLAN employés de Rennes		fd1a:b105:71fa: b0::/60	fd1a:b105:71fa: b2::/64
VLAN caristes de Rennes		fd1a:b105:71fa: b0::/60	fd1a:b105:71fa: b5::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: b0::/60	...
Restaurant de Lille	30	fd1a:b105:71fa: 1e0::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 1e0::/60	fd1a:b105:71fa: 1e1::/64
VLAN employés de Lille		fd1a:b105:71fa: 1e0::/60	fd1a:b105:71fa: 1e2::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 1e0::/60	...
Point de vente "Drive" de Villeneuve d'Ascq	31	fd1a:b105:71fa: 1f0::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 1f0::/60	fd1a:b105:71fa: 1f1::/64
VLAN employés Drive de Villeneuve d'Ascq		fd1a:b105:71fa: 1f0::/60	fd1a:b105:71fa: 1f2::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 1f0::/60	...
Restaurant de St Denis de la Réunion	135	fd1a:b105:71fa: 870::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 870::/60	fd1a:b105:71fa: 871::/64
VLAN employés de St Denis de la Réunion		fd1a:b105:71fa: 870::/60	fd1a:b105:71fa: 872::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 870::/60	...

Nota ; Le siège est identifié par la référence 1, le premier entrepôt par la référence 10, et le

premier restaurant point de vente par la référence 30. Les références libres intermédiaires (2 à 9) restent disponibles pour de futures éventuelles "directions régionales", et les références 14 à 29 pour de futurs entrepôts.

Trois quartets étant réservés pour la localisation des sites, on peut également envisager de leur faire porter des nombres décimaux à trois chiffres. On obtient alors une lisibilité directe de la référence décimale du site dans le champ SID. Certes on réduit le nombre de références qui peuvent ainsi être codées (on passe de 2 puissance 12, soit 4096 références, à 999); cependant cela n'est pas vraiment pénalisant dans le cas de "La Bio Stifaille". En effet, au taux de croissance annuelle, d'un quinzaine de sites nouveaux par an, plus d'une cinquantaine d'années seraient nécessaires pour épuiser le champ SID. De plus, ce taux de croissance exceptionnel ne saurait être maintenu au delà de quelques années, et les enseignes à mille points de vente ne sont pas très courantes.

Site	Identifiant du site	Préfixe de routage sur l'interconnexion	Préfixe de routage/filtrage local sur le site
Siège « La Bio Stifaille » Villeneuve d'Ascq	1	fd1a:b105:71fa: 10::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 10::/60	fd1a:b105:71fa: 11::/64
VLAN employés du siège		fd1a:b105:71fa: 10::/60	fd1a:b105:71fa: 12::/64
VLAN serveurs du siège		fd1a:b105:71fa: 10::/60	fd1a:b105:71fa: 1a::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 10::/60	...
Entrepôt de Dourges	10	fd1a:b105:71fa: 100::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 100::/60	fd1a:b105:71fa: 101::/64
VLAN employés de Dourges		fd1a:b105:71fa: 100::/60	fd1a:b105:71fa: 102::/64
VLAN caristes de Dourges		fd1a:b105:71fa: 100::/60	fd1a:b105:71fa: 105::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 100::/60	...

Entrepôt de Rennes	11	fd1a:b105:71fa: 110::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 110::/60	fd1a:b105:71fa: 111::/64
VLAN employés de Rennes		fd1a:b105:71fa: 110::/60	fd1a:b105:71fa: 112::/64
VLAN caristes de Rennes		fd1a:b105:71fa: 110::/60	fd1a:b105:71fa: 115::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 110::/60	...
Restaurant de Lille	30	fd1a:b105:71fa: 300::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 300::/60	fd1a:b105:71fa: 301::/64
VLAN employés de Lille		fd1a:b105:71fa: 300::/60	fd1a:b105:71fa: 302::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 300::/60	...
Point de vente "Drive" de Villeneuve d'Ascq	31	fd1a:b105:71fa: 310::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 310::/60	fd1a:b105:71fa: 311::/64
VLAN employés Drive de Villeneuve d'Ascq		fd1a:b105:71fa: 310::/60	fd1a:b105:71fa: 312::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 310::/60	...
Restaurant de St Denis de la Réunion	135	fd1a:b105:71fa: 1350::/60	
VLAN TOIP		fd1a:b105:71fa: 1350::/60	fd1a:b105:71fa: 1351::/64
VLAN employés de St Denis de la Réunion		fd1a:b105:71fa: 1350::/60	fd1a:b105:71fa: 1352::/64
VLAN ...		fd1a:b105:71fa: 1350::/60	...

Nota ; Le siège est identifié par la référence 1, le premier entrepôt par la référence 10, et le

premier restaurant point de vente par la référence 30. Les références libres intermédiaires (2 à 9) restent disponibles pour de futures éventuelles "directions régionales", et les références 14 à 29 pour de futurs entrepôts.

Plan d'adressage pour le préfixe public (GUA) de « La Bio Stifaille »

L'opérateur a délégué à « La Bio Stifaille » le préfixe public (GUA) 2001:db8:b10:6600 ::/56, qui sera utilisé pour l'adressage des zones démilitarisées (DMZ) où sont localisés les services accessibles depuis l'Internet (site web vitrine de l'enseigne, serveurs DNS publics, relais publics de messagerie, proxy web, ...). En effet, il est de bonne pratique, d'un point de vue sécurisation de l'infrastructure des réseaux d'entreprise de confiner les serveurs directement accessibles depuis l'Internet dans des VLAN isolés et contrôlés par les équipements spécialisés et dédiés à la sécurité (typiquement les firewalls). Les zones contrôlées, accessibles depuis l'Internet, sont couramment appelées « zones démilitarisées » (DMZ), à l'inverse des réseaux internes, non directement accessibles depuis l'espace public, qui sont en zones strictement contrôlées (militarisées).

Avec un préfixe GUA de 56 bits, nous disposons d'un champ SID de 8 bits pour identifier différentes (jusqu'à 255) zones démilitarisées, dans lesquels pourront être déployés différents services publiquement accessibles. En effet les firewalls modernes ont la capacité des gérer plusieurs DMZ, ce qui permet de confiner les accès ; ainsi une DMZ peut être dédiée aux serveurs web vitrines et aux relais externes de messagerie, alors que les réseaux VPN d'accès des partenaires économiques de « La Bio Stifaille » pourront être confinés dans des DMZ dédiées. Ainsi dans le cas de « La Bio Stifaille » la DMZ vitrine pourrait être identifiées avec le SID positionné à la valeur 1 (préfixe 2001:db8:b10:6601::/64)...Alors que la DMZ confinant les serveurs VPN des partenaires commerciaux et fournisseurs, pourrait être identifiée par la valeur 16 (2001:db8:b10:6610::/64), la DMZ confinant les serveurs VPN d'accès aux services dématérialisés de l'Etat (déclarations fiscales et sociales diverses,...) pourraient être confinées dans la DMZ 160 (préfixe 2001:db8:b10:66a0::/64) par exemple.

Cas des liaisons ponctuelles de secours

Par simplification, on fera l'hypothèse que les liaisons de secours ponctuelles en cas de défaillance des accès au réseau d'interconnexion MPLS de l'opérateur, sont basées sur une technique de routage dans des tunnels IPSec, (encapsulation IP dans IP, les datagrammes IPv6 des flux internes, sont alors encapsulés dans des datagrammes IP (v6 ou v4) authentifiés et chiffrés selon les mécanismes IPSec). La mise en œuvre de telles techniques, sur les firewalls des sites, dépasse le cadre de cette étude de cas. Cette technique d'encapsulation IP dans IP s'appuie sur le reroutage des flux IPv6 internes dans le tunnel IPSec préétabli qui ne nécessite a priori pas de plan d'adressage complémentaire.

-----oOo-----