



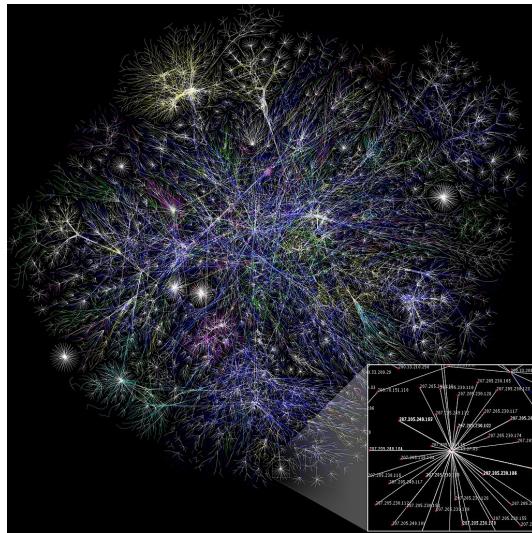
A network of networks that share each other

Un réseau de réseaux qui se partage les uns les autres

On divise afin de réunir tout le monde !

Auteur : Pascal Fougeray

opte project www.opte.org



Préambule

Savez-vous vraiment, comment fonctionne Internet

Si OUI alors le cours est fini, si NON alors on continue ☺

Les Gix permettent aux ISP d'échanger du trafic Internet entre leurs réseaux AS grâce à des accords mutuels de peering.

Cela ne vous parle pas plus que cela ? Alors, je continue.

1 Introduction

Internet, **Interconnection Network** pour **Interconnexion des Réseaux**. Il est unique ou presque.... Il y a Internet et l'Internet chinois <http://www.com.cn/> et <http://www.net.cn/> bonne lecture ☺

Un site chinois n'est accessible du reste du monde que s'il en fait la demande auprès des autorités chinoises, qui publieront alors son nom dans les **DNS officiels chinois** qui eux sont reliés au **DNS racine de l'ICANN**

Bon revenons au reste du monde... Internet est composé actuellement de :

- 45 658** en octobre 2014 et **54 772** le 12 aout 2017 réseaux distincts, soit + 17%

source : <https://api.asrank.caida.org/v2/docs> (CAIDA - Center for Applied Internet Data Analysis)



- de **6 438** en octobre 2014 et **10 283** le 12 aout 2017 réseaux de partage, soit + 62%
source : <https://www.peeringdb.com/private/index.php> -> Total Peering Networks

Allez avant de se lancer dans un long monologue, regardons une petite vidéo de 5mn :

Les dessous de l'internet_ qu'est-ce qu'un point d'échange.mp4

[Les dessous de l'internet: qu'est-ce qu'un point d'échange?](#)

Il y a donc plusieurs réseaux dans le monde et tous ces réseaux forment **Internet¹**.

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Internet#Terminologie>

Le monde est divisé en continents, divisés en pays divisés en régions divisées en villes divisées en rues, divisées en habitations et bien Internet c'est pareil, **On divise de manière que tout le monde soit réuni...**

Sauf que l'on ne parle que de réseaux plus ou moins grands ou de tuyaux plus ou moins gros.

Les réseaux sont reliés par des routes.

Quand une entreprise décide d'avoir accès à Internet, elle passe par un ou plusieurs (voir le **multihoming**) **opérateur(s) (FAI ou ISP : Fournisseur d'Accès à Internet ou Internet Service Provider)** qui lui donne un accès sur son propre réseau régional, national ou international.

Cet opérateur passe par un plus gros opérateur pour accéder à un réseau plus étendu et qui lui-même passe par un réseau encore plus étendu ainsi de suite...

On parle alors de Niveaux d'opérateurs : les **tiers**... pour 3 niveaux

2 Les entités d'Internet

2.1 Les tiers

Tout le monde n'a pas accès à tout Internet sans passer par un tiers, un opérateur.

Avec ces opérateurs on échange du trafic. Cela peut se faire sur plusieurs bases contractuelles différentes. Le **transit** est en général distingué.

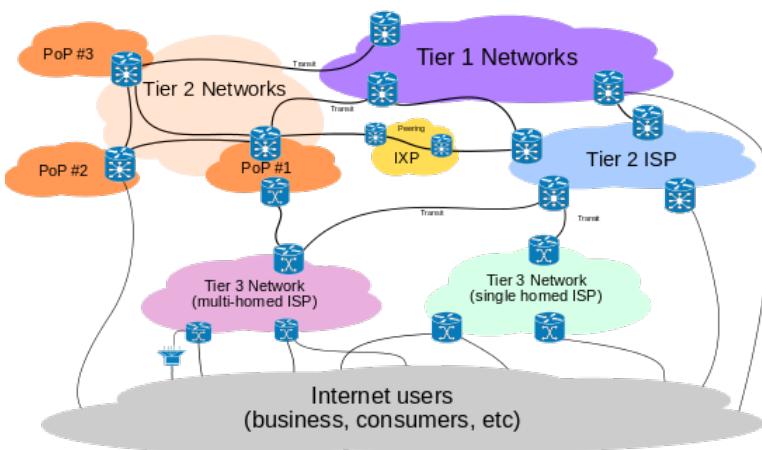
Un fournisseur, dans le sens **FAI**, paye un autre fournisseur pour lui annoncer ses routes (préfixes) et pour ensuite acheminer son **trafic** du **peering** où la relation se fait entre pairs.

Entre pairs égaux, il n'y a pas en général d'échanges d'argent.

- Les opérateurs de niveau 1 : http://en.wikipedia.org/wiki/Tier_1_network
 - Ils peuvent accéder à l'ensemble des réseaux d'Internet **sans avoir à payer...**
 - Ils possèdent des accords d'échanges entre chacun d'eux, et reçoivent, via ces liens d'échanges que l'on nomme aussi **peering**, l'ensemble des routes d'Internet,
 - Ils ont généralement un **backbone** mondial,
 - Exemple : <https://www.franceix.net/>
- Les opérateurs de niveau 2 : http://en.wikipedia.org/wiki/Tier_2_network
 - Ils s'appuient sur les réseaux des opérateurs de niveau 1 et permettent aux opérateurs de niveau 3 d'accéder à Internet,
 - Ces opérateurs de niveau 2 dépendent d'une offre de **transit** (ou au moins d'un accord d'échanges de **trafic payant**) et offrent à leur tour une offre de transit,
- Les opérateurs de niveau 3
 - Ils n'offrent pas de services de **transit**, mais seulement un accès à Internet,
 - Ils passent par des opérateurs de niveau 2,
 - Ils payent généralement toutes leurs connexions,

1. Ne pas confondre avec le WWW !





source : <http://en.wikipedia.org/wiki/Internet>

Les plus gros opérateurs de télécommunications sont dans l'ordre :

1. **Level 3 Communication**, (USA) tiers 1 : leur réseau : <http://maps.level3.com/default/#.VCQ4IBZDRWE>
Allez on se logue et on cherche le chemin pour aller de Caen à New-York ☺
2. **Cogent Communications** (USA) tiers 1 : <http://www.cogentco.com/fr/products-and-services> connectés à 5200 AS !
3. **AT&T WorldNet**, (USA) tiers 1
4. **Tinet SpA** (Italie)
5. **Tata Communications** (Inde)
6. ...

43. Le réseau **OpenTransit** d'**Orange**

Tous ces opérateurs s'échangent des données, en passant par un autre opérateur, appelé le **transit**.

2.2 Le transit

C'est un accord qui permet l'échange de données entre 2 opérateurs, en passant par le réseau d'un opérateur tiers appelé **opérateur de transit** (le **transitaire**) et permettant de rejoindre Internet.

Orange fournit une offre de transit, **Open Transit**.

<https://internationalcarriers.orange.com/en/our-solutions/ip-and-content-distribution/ip-transit.html> qui permet à tout abonné Orange d'aller sur tout Internet.

Un transitaire **a des routeurs avec des tables de routage contenant l'ensemble des préfixes de l'Internet**.

Le client annonce à son transitaire les préfixes qu'il gère et le transitaire propage les annonces de son client.

Il lui annonce en retour le reste² des préfixes constituant l'Internet.

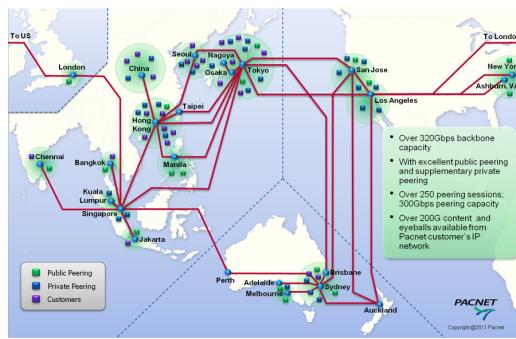
On peut se connecter sur leurs routeurs. À faire de chez vous, la fac ne le permet pas

- Allez sur le site : <https://www.routeservers.org/>
- Cliquez sur le bouton **OpenTransit** et si **telnet** est bien associé à **Firefox** vous devriez avoir un prompt qui apparaît :
<https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/ippprotocols/>
route-server.opentransit.net is now using authentication for logins. Login with login rviews, password Rviews
- Loguez-vous et Lancez la commande : **rviews@zelie.opentransit.net> show route brief** et bonne lecture...

Il n'y a donc pas de connexion directe possible entre les réseaux des 2 FAI qui, pour échanger leurs données, doivent passer par le réseau d'un troisième opérateur. Dans ce cas, le transport est facturé par l'opérateur tiers.

2. Le reste est souvent plus grand que le tout...





Source : <http://www.pacnet.com/carrier/ip-transit/> On parle alors de **peering**

2.3 Le peering

Appelé aussi **appairage**, il correspond à un **accord** où chaque **pair (peer)** annonce les prefixes qu'il gère.

Rappel : *an IP address is represented as A.B.C.D /n, where "/n" is called the IP prefix or network prefix.*

The IP prefix identifies the number of significant bits used to identify a network.

For example, 192.9.205.22 /18 means, the first 18 bits are used to represent the network and the remaining 14 bits are used to identify hosts.

Tout le trafic entre les 2 pairs est alors échangé **directement**.

Le peering se fait soit :

- via un lien dédié aux 2 opérateurs, on parle alors de **peering privé**.
- à l'aide d'un commutateur raccordant plusieurs opérateurs qui s'en servent aussi pour établir des sessions **BGP**³ entre eux, on parle alors de **peering public**.

Ce peering public se fait sur des **points d'échange**, les **IXP**⁴ (**Internet eXchange Point**)

Plus d'informations : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Appairage>

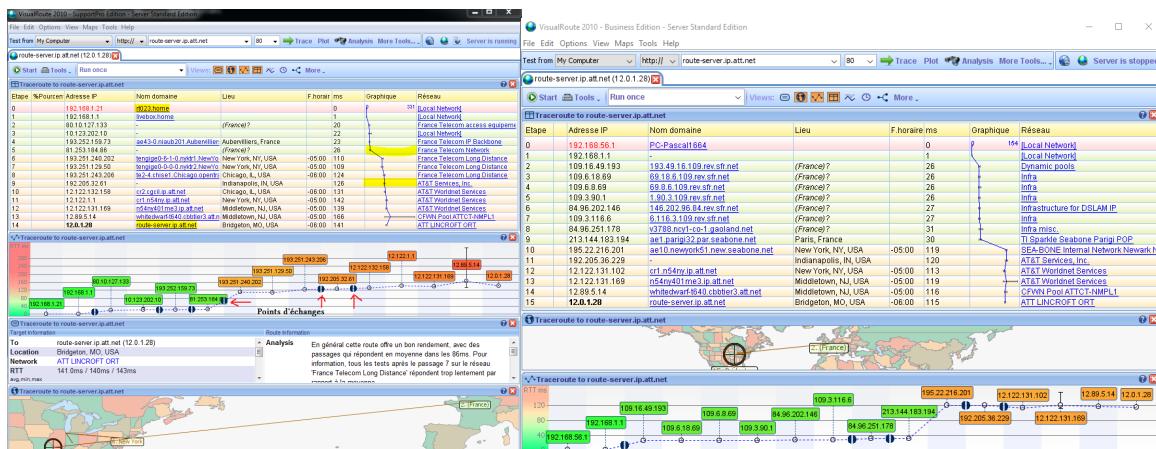
2.4 Les points d'échanges

Voir cette vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=Bz-sO2FVUlk>

Ce sont des points (switchs) permettant de passer d'un **AS** à un autre, on parle de **point de peering**.

L'image qui suit représente un **traceroute** entre chez moi et un routeur de chez **ATT**⁵ appelé : **route-server.ip.att.net** et basé à Bridgeton dans le Missouri, proche de Set Louis aux USA. Il a été réalisé à l'aide du logiciel Visual Route 2010, en version d'essai 15 jours et que vous pouvez télécharger à l'url : <http://www.visualroute.com/>.

On passe par Aubervilliers puis hop direction New-York, Chicago, Indianapolis, Chicago, NewYork, Middletown et enfin Bridgeton...



Source : Capture d'image de chez moi en 2014 Orange en 2017 SFR ☺

3. Voir partie sur BGP ici et le cours BGP de M2103 puis approfondit en M3102 ☺
4. Voir GIX un peu plus loin.
5. ATT est l'équivalent d'orange en France

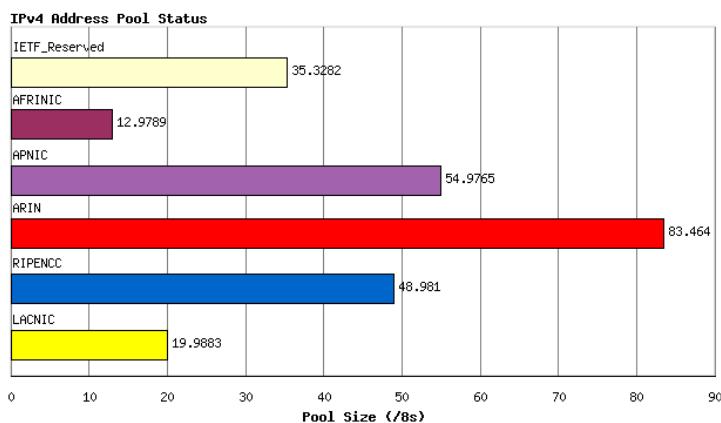


Vous pouvez sur votre VM ou sur votre ordinateur personnel utiliser : **openvisualtrace**
<https://visualtraceroute.net/>
https://sourceforge.net/projects/openvisualtrace/files/2.0.0/ovtr_2.0.0-1_i386.deb/download
Il faut... openjdk ça va alourdir la VM ☺...

2.5 Les adresses IP

Chaque machine sur Internet, Ordinateurs et Routeurs, possède une adresse IP⁶

Ces adresses IP sont uniques et sont attribuées par /8 par l'ICANN aux RIR comme le montre la figure suivante :



source : <http://www.potaroo.net/tools/ipv4/>

Les comptes : $35,3282 + 12,9789 + 54,9765 + 83,464 + 48,981 + 19,9883 = 256$ (de 0 à 255) /8 ok, tout est alloué...

2.5.1 L'ICANN⁷

Qu'est-ce que l'ICANN ?

La société pour l'attribution des noms de domaines et des numéros sur Internet est un organisme à but non lucratif responsable de la sécurité, la stabilité et la coordination mondiale du système d'identificateurs uniques de l'Internet.

Elle a été fondée en 1998 !

source : <https://www.icann.org/fr>

L'ICANN (**Internet Corporation for Assigned Names and Numbers** ou **Société pour l'attribution des noms de domaine et des numéros sur Internet**) est l'autorité de régulation de l'Internet qui :

- alloue l'espace des adresses **IP**,
- alloue les numéros d'**AS**, les **ASN**
- attribue les identificateurs de protocole IP pour les services (numéros de port UDP ou TCP),
- gère le système de noms de domaines de premier niveau (génériques et nationaux),
- assure les fonctions de gestion du système de serveurs racines du DNS,
- etc...

L'attribution des adresses **IP** et des **ASN** est hiérarchique selon 2 niveaux :

1. Les RIR
2. Les LIR

En réalité ce n'est pas l'ICANN qui fait tout cela mais **l'IANA**

2.5.2 l'IANA

L'IANA (**Internet Assigned Numbers Authority**) est un département de l'ICANN responsable de la coordination de certains des éléments clés permettant qu'Internet fonctionne sans problèmes.

Source : <https://www.iana.org/about>

L'IANA gère les préfixes /8 dont la liste peut être consultée à l'URL : <http://www.iana.org/assignments/ipv4-address-space/ipv4-address-space.xhtml>

6. Bon, je ne vais pas vous refaire le cours ☺

7. Internet appartient à tous, mais il y aurait qu'en même un grand chef ?



Et fait ce dont l'ICANN est responsable.

Elle délègue des blocs d'adresses IP de taille /8 (16 millions d'adresses) ou plus et des numéros d'AS à cinq organismes à travers le monde appelés **RIR**.

2.5.3 Les RIR

1. AfriNIC (**Afric Network Information Centre**) pour l'Afrique :
<http://afrinic.net/>
2. APNIC (**Asia Pacific Network Information Centre**) pour la zone Asie et Pacifique
<https://www.apnic.net/>
3. ARIN (**American Registry for Internet Numbers**) pour l'Amérique du nord
<https://www.arin.net/>
4. LACNIC (**Latin America and the Caribbean**) pour l'Amérique latine et Caraïbes
<http://www.lacnic.net/web/lacnic/ipv6>
5. RIPE-NCC (**Réseaux IP Européens Network Coordination Centre**) pour les zones Europe, Asie centrale et Moyen-Orient. : <http://www.ripe.net/>



source : <http://www.ripe.net/internet-coordination/internet-governance/internet-technical-community/the-rir-system>

Ils délèguent des blocs d'adresses IP ayant une taille minimale de /21 donc **2048** adresses aux **LIR** faisant la demande.

2.5.4 Les LIR

Un LIR (**Local Internet Registry** ou **registre Internet local**) membre d'un RIR s'acquitte d'une redevance annuelle.

Il s'agit d'opérateurs de télécommunications, d'ISP (FAI), d'hébergeurs ou d'entreprises privées.

Voici la liste des LIR en France : <https://www.ripe.net/membership/indices/FR.html>

Pour le Luxembourg, on trouve : <https://www.ripe.net/membership/indices/data/lu.luxnetwork.html>
un ancien RT ☺

Renater⁸ est un LIR. Un LIR a la possibilité d'obtenir 2 types d'adresses de son RIR :

1. Les adresses IP dites **PA (Provider Aggregatable)** que le LIR peut soit utiliser pour ses propres besoins, soit allouer à ses clients. Si le client final change de FAI, il perd l'usage de ces adresses IP, et doit en demander d'autres à son nouveau fournisseur d'accès.
2. Les adresses IP dites **PI (Provider Independant)**. Le LIR sert alors d'intermédiaire entre le client final et le RIR.

Ce pool d'adresses IP de type PI ne dépend pas d'un opérateur réseau en particulier, mais reste attaché à la structure qui l'a demandé initialement.

Le rôle du LIR est donc qu'administratif et consiste simplement à faire la demande au RIR, gérer le dossier, être facturé par le RIR et bien sûr facturer le client final à son tour.

8. Voir réseau Renater plus loin.



Le client final est alors le titulaire des adresses et les conserve même s'il quitte son LIR. Le RIR peut éventuellement lui retirer s'il considère qu'il ne les utilise plus à bon escient.

Actuellement, avec la pénurie d'adresses IPv4, **les RIR ne fournissent plus d'adresses IPv4 de type PI** seulement des adresses IPv6.

Renater étant un LIR, voici ce qu'il écrit à ce sujet sur sa page :

https://services.renater.fr/connectivite/allocation_d_adresses

En plus des adresses IP, un LIR peut demander un numéro ou plusieurs numéros d'**AS** pour lui-même ou pour un de ses clients.

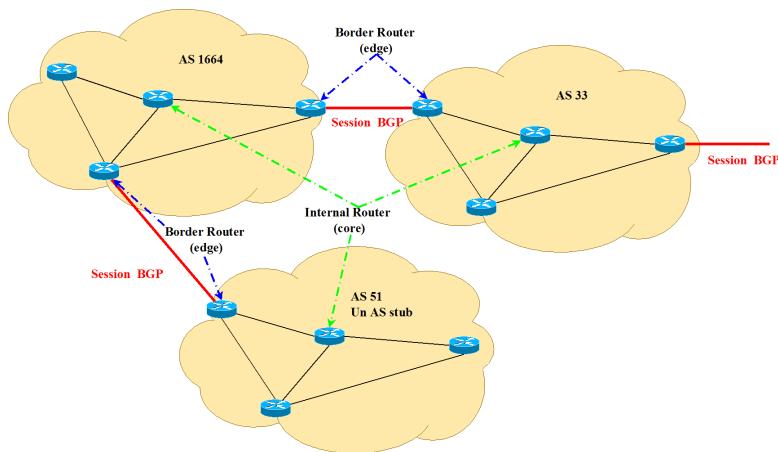
2.6 Les AS

L'Internet est, comme son nom l'indique un réseau de réseaux. Si l'on compare Internet à un continent, il est peuplé d'**Autonomous Systems**

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Autonomous_System.

Les **AS** en sont les pays⁹, séparés par des frontières, avec chacun

- sa législation, sa politique de routage interne (OSPF, IS-IS), son représentant légal, etc...



Internet est donc un ensemble de **réseaux autonomes (AS)** reliés entre eux.

Ces réseaux autonomes (AS) peuvent être :

- des Fournisseurs d'Accès Internet (*Free, Orange, ...*)
- des hébergeurs (*OVH, ...*)
- des fournisseurs de services (*Google, ...*),
- de grands réseaux Internet (*Renater, ...*)
- des opérateurs de télécommunications (*Orange, Cegetel, Completel, ...*). :

<http://www.completel.fr/Completel/Notre-reseau/Le-reseau-Completel>

Sur le plan physique, l'Internet est constitué d'environ **75 000 AS**.

Source : <https://www.cidr-report.org/as2.0/> le 5 février 2023

Un AS est constitué d'un **ensemble de routeurs** gérés par une seule **autorité administrative** qui décide des politiques de routage à appliquer à l'intérieur. Ces AS sont définis par 3 paramètres :

1. Les prefixes d'adresses IP gérées par ces AS,
2. Les personnes gérant ces AS,
3. Un numéro d'identifiant unique, **l'ASN**

2.6.1 L'ASN

Chaque AS est identifié par un numéro d'identifiant unique : **ASN (Autonomous Systems Number)** sur 32 bits, 16 bits auparavant.

- le réseau Renater est identifié par le numéro d'AS 2200,
 - le réseau d'Orange est identifié par le numéro d'AS est 3215 et aussi 8891,
 - celui de LuxNetwork S.A est 29467,
9. Attention!!! Il n'y a pas 1 AS par pays, c'est une métaphore!!!



— celui de *Google INC* est 15169.

Le plus grand AS est l'AS 4134 appartenant à *Chinanet-Backbone*¹⁰ et contenant 114 164 704 adresses IPv4.

Le second est l'AS 721 du Département de la Défense des USA et comportant 89 384 192 adresses IPv4.

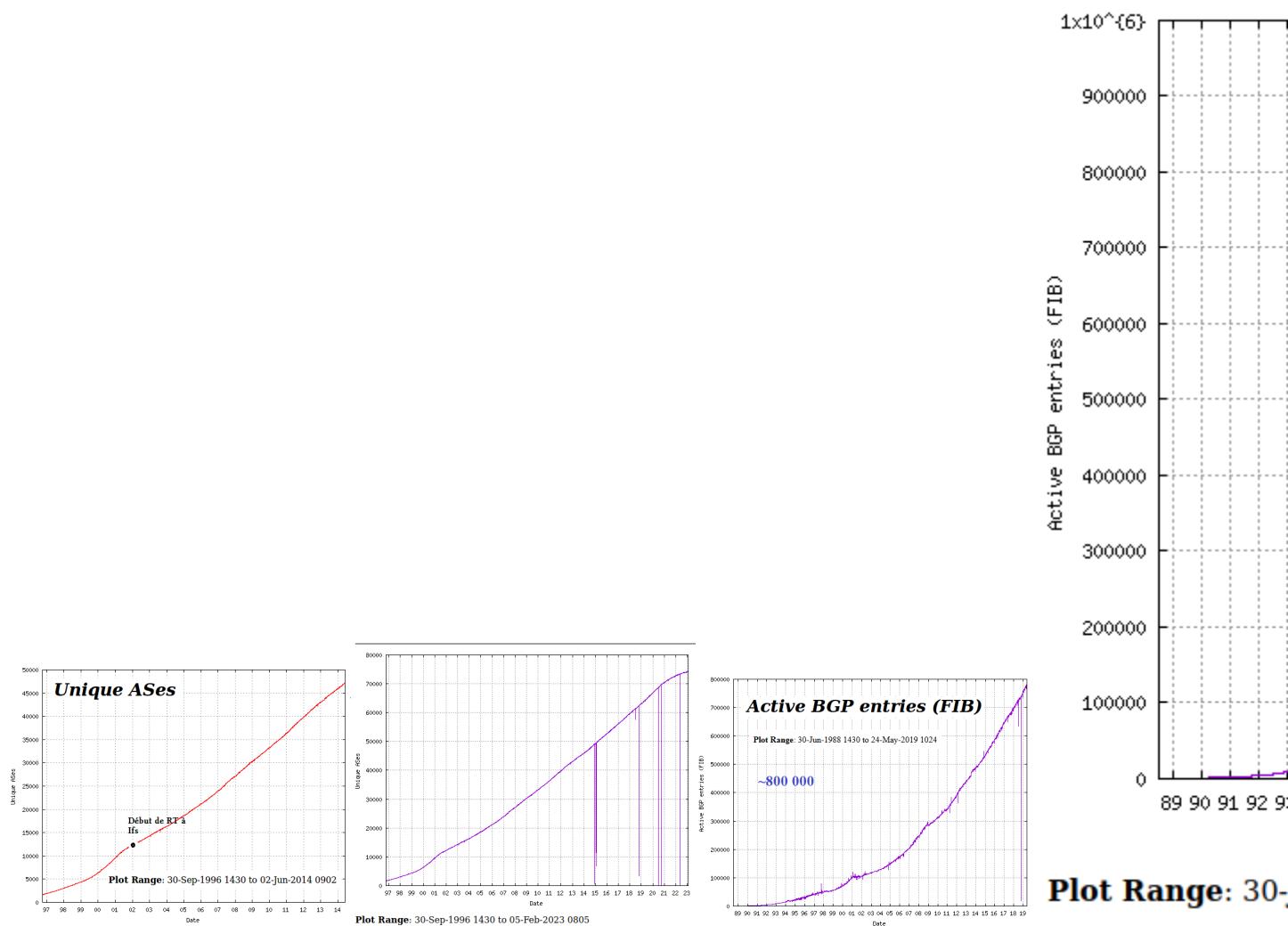
Les **ASN privés** s'étendent de 64512 à 65534 sur 16 bits et de 4200000000 à 4294967294 sur 32 bits.
On peut donc faire des TP avec...

Pour connaître le nombre d'AS alloués sur Internet : <http://www.cidr-report.org/as2.0/>,

— **cliquez** sur le lien intitulé “**PLOT : AS count**” et

— **observez** la version actualisée de l'évolution du nombre d'AS.

Le 2 juin 2014, puis en aout2017 puis en mai 2019 puis en janvier 2023 cela donne : En moins de 10 ans cela a doublé 475000 à 950000 routes sur Internet !



Pour avoir la table N° d'AS et à qui cet AS appartient, il suffit d'aller sur le site :

<http://www.cidr-report.org/as2.0/autnums.html>¹¹

Pour avoir des informations sur les AS : <https://www.robtex.com>

Essayez celui-ci <https://www.robtex.com/dns-lookup/unicaen.fr>

Exemple <https://www.robtex.com/as/as29467.html>

Les Plages des N°d'AS, les ASN, sont gérées comme suit :

10. Ah... les chinois

11. Mon préféré : **AS1664 AOL-CORP - AOL Inc.,US**, désolé...¹²

Numéro/Plage d'AS	Description	Référence
0	Réservé	Codification of AS 0 processing. RFC 5398
23456	AS_TRANS	RFC 6793
64496-64511	Réservé à l'usage dans la documentation et les codes d'exemple	RFC 5398
64512-65534	Réservé pour un usage personnel	RFC 6996
65535	Réservé	
65536-65551	Réservé à l'usage dans la documentation et les codes d'exemple	RFC 5398
65552-131071	Réservé	
4200000000-4294967294	Réservé pour un usage personnel	RFC 6996
4294967295	Réservé	

Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Autonomous_System

Un traceroute du sud de l'Australie, le routeur **route-views.optus.net** basé à Sydney en Australie au **nord ouest des USA** vers le routeur **route-views.ab.bb.telus.com** basé en Alberta donne :

De chez vous vous pouvez vous loguer en telnet sur cette machine, impossible de la FAC 203.202.128.6, c'est du telnet

```
203.202.125.6 - PuTTY
route-views.optus.net.au>traceroute route-views.ab.bb.telus.com
Translating "route-views.ab.bb.telus.com"...domain server (61.88.88.88) [OK]

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to route-views.ab.bb.telus.com (154.11.98.18)

 1 vlan299.52gdc76ue2.optus.net.au (203.202.125.3) [AS 7474] 0 msec 0 msec *
 2 203.208.174.49 [AS 7473] 156 msec 156 msec 236 msec
 3 203.208.172.98 [AS 7473] 156 msec
   203.208.171.118 [AS 7473] 156 msec
   203.208.172.98 [AS 7473] 156 msec
 4 203.208.169.14 [AS 7473] 156 msec 156 msec 160 msec
 5 154.11.10.186 [AS 852] 200 msec 204 msec
   CLGRAB21GR01.bb.telus.com (154.11.10.217) [AS 852] 268 msec
 6 route-views.ab.bb.telus.com (154.11.98.18) [AS 852] 204 msec * 204 msec
route-views.optus.net.au>
```

On voit bien que l'on change d'AS.

Cette capture d'écran date de 2014... 203.202.128.6 n'existe plus et on en peut plus faire de telnet sur 154.11.98.18

Bref Internet évolue ☺

2.6.2 Up et Downstream

Chaque AS est en relation avec un ou plusieurs **Upstream** ainsi qu'avec un ou plusieurs **Downstream**, des AS au dessus et en dessous de lui.

Par exemple pour **l'AS2200 donc Renater**, on obtient sur le site :

<http://www.cidr-report.org/cgi-bin/as-report?as=AS2200&view=2.0>



AS Adjacency Report

In the context of this report "Upstream" indicates that there is an adjacent AS that lines between the BGP **border gateway** and the specified AS. This upstream / downstream categorisation is strictly a description relative topology, and

2200 FR-RENATER Reseau National de telecommunications pour la Technologie, FR

Adjacency:	42	Upstream:	5	Downstream:	37
Upstream Adjacent AS list					
AS15412	FLAG-AS Flag Telecom Global Internet AS, GB				
AS5511	OPENTRANSIT, FR				
AS20965	GEANT The GEANT IP Service, NL				
AS3257	GTT-BACKBONE GTT, US				
AS201808	BLUE-INFRA, FR				
Downstream Adjacent AS list					
AS1307	FR-U-JUSSIEU-PARIS, EU				
AS1935	FR-RENATER-LIMOUSIN Reseau Regional Limousin, EU				
AS1724	FR-AMPLIVIA Conseil Regional Rhone Alpes, EU				
AS1715	FR-REMIP2000 REMIP 2000 Autonomous System, EU				
AS1303	FR-IDRIS-ORSAY FR, EU				
AS1938	FR-RENATER-IRISA IrisaInria Rennes, EU				
AS1936	FR-RENATER-PICARDIE Reseau Regional Picardie, EU				
AS2067	THDOC reseau regional tres haut debit d'Occitanie, EU				
AS2089	FR-MAN-CAEN FR, EU				
AS2072	FR-RENATER-REVE Reseau REVE, EU				
AS2187	FR-SYVIK Reseau regional pour l'enseignement, la recherche et l'innovation en Normandie, EU				
AS2202	FR-RENATER-REAMUR Reseau Regional REAMUR, EU				
AS2103	FR-IFREMER-BREST IFREMER Centre de Brest, EU				
AS1945	FR-LYRES Lyon Recherche et Enseignement Supérieur LYRES, EU				
AS2445	FR-JTM-93 Reseau de Collecte du Nord-Est Francilien, EU				
AS2439	FR-REMUS MAN of the Polytechnic, EU				
AS2426	FR-RENATER-RUBIS RUBIS Metropolitan Area Network, EU				
AS2462	FR-U-ANGERS ASNBLOCK2, EU				
AS29199	ESCP-EUROPE-AS, FR				
AS2486	NIC-FR-DNS-UNICAST-PARIS2 AFNIC Association Francaise pour le Nommage Internet en Cooperation, FR				
AS34542	SAFRANHE-AS, FR				
AS2457	FR-RAIMU-2 Reseau de collecte des Universites d'Aix Marseille, EU				
AS2450	CNES-Toulouse, EU				
AS7500	M-ROOT-DNS WIDE Project, JP				
AS775	FR-INRIA-ROCQ Institut National de Recherche en Informatique, EU				
AS776	FR-INRIA-SOPHIA INRIA Sophia-Antipolis, EU				
AS781	FR-RENATER-LOTHAIRE Reseaux Regionaux StanNet et AmperNet, EU				
AS789	IN2P3 IN2P3 Autonomous System, EU				
AS777	CEA-Saclay, EU				
AS44850	IRD-AS, FR				
AS2259	FR-U-STASBOURG OSIRIS - UNIVERSITE DE STRASBOURG, EU				
AS1942	FR-TIGRE Toile Informatique GRENoble, EU				
AS21351	CANALPLUSTELECOM, GP				
AS2269	FR-U-PARISUD-ORSAY FR, EU				
AS1712	FR-RENATER-ENST Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, EU				
AS50897	AS-IMTA-BREST IMTA, Campus de Brest, FR				
AS2263	FR-RENATER-IMTA-RENNE IMT Atlantique Bretagne-Pays de la Loire, EU				

Il avait 42 adjacences

- 5 adjacences en **Upstream**
- 37 adjacences en **Downstream**
- 14 adjacences 3 **Upstream**, des tiers 1 et 11 **Downstream** des tiers 3 en mai 2019

2.6.3 Les stub AS

Ce sont des AS généralement petits qui ne possèdent **qu'un seul point de sortie**, il est alors possible d'utiliser **une route par défaut**.

On parle aussi de **stub network**. source : http://en.wikipedia.org/wiki/Stub_network

- Chaque routeur connaît tous les IDs au sein d'un AS,
- Les paquets à destination des autres AS sont routés vers **le routeur par défaut**,
- Le routeur par défaut est le routeur de bordure vers l'AS voisin (**border gateway**),

Les AS peuvent s'échanger leurs préfixes en utilisant un protocole de routage inter-AS nommé **BGP**.

2.7 Le protocole BGP

Pour s'échanger des paquets, les AS utilisent des **routeurs de bordure (Border Routers (edge))**, qui font circuler l'information en utilisant le protocole **BGP**, *Border Gateway Protocol*, signifiant **protocole de passerelle**. Les règles de ce protocole permettent à chaque routeur d'annoncer à ses voisins s'ils peuvent accéder à une adresse **IP** en passant l'**AS** à laquelle il est rattaché. **BGP** est **le protocole de routage** de l'Internet. La façon dont on l'utilise, conditionne le bon ou le mauvais fonctionnement des réseaux. Contrairement aux protocoles conçus pour les réseaux internes que vous connaissez (**RIP**, **IS-IS**, **OSPF**, etc...), BGP fonctionne en **mode connecté** et se base sur **TCP** sur le **port 179**.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
0	0.000000	192.168.0.33	192.168.0.15	TCP	60	bgp > gtp-control [FIN, PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 win=16101 Len=0
2	0.000031	192.168.0.15	192.168.0.33	TCP	60	gtp-control > bgp [ACK] Seq=1 Ack=2 win=32120 Len=0
3	0.000422	192.168.0.15	192.168.0.33	TCP	60	gtp-control > bgp [FIN, ACK] Seq=1 Ack=2 win=32120 Len=0
4	0.006057	192.168.0.33	192.168.0.15	TCP	60	bgp > gtp-control [ACK] Seq=2 Ack=2 win=16101 Len=0
5	0.006088	192.168.0.33	192.168.0.15	TCP	4	gtp-control > bgp [ACK] Seq=2 Ack=2 win=16101 Len=0
6	0.033909	192.168.0.33	192.168.0.15	TCP	60	bgp > elatelink [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=16384 Len=0 MSS=1460
7	8.003954	192.168.0.15	192.168.0.33	TCP	60	elatelink > bgp [ACK] Seq=1 Ack=1 win=32120 Len=0
8	8.004042	192.168.0.15	192.168.0.33	BGP	83	OPEN Message
9	8.004042	192.168.0.15	192.168.0.33	TCP	60	elatelink > bgp [ACK] Seq=1 Ack=30 Win=16355 Len=0
10	8.337997	192.168.0.33	192.168.0.15	BGP	83	OPEN Message
11	8.338027	192.168.0.15	192.168.0.33	TCP	60	elatelink > bgp [ACK] Seq=30 Ack=30 win=32120 Len=0
12	8.338115	192.168.0.15	192.168.0.33	BGP	73	KEEPALIVE Message
13	8.338115	192.168.0.15	192.168.0.33	BGP	73	KEEPALIVE Message
14	8.349826	192.168.0.33	192.168.0.15	TCP	60	elatelink > bgp [ACK] Seq=49 Ack=49 win=32120 Len=0
15	8.544101	192.168.0.33	192.168.0.15	TCP	60	bgp > elatelink [ACK] Seq=49 Ack=49 win=16336 Len=0
16	8.544149	192.168.0.15	192.168.0.33	BGP	270	KEEPALIVE Message, UPDATE Message, UPDATE Message
17	8.549476	192.168.0.33	192.168.0.15	BGP	118	ROUTE_UPDATE Message
18	8.549476	192.168.0.33	192.168.0.15	TCP	60	elatelink > bgp [ACK] Seq=265 Ack=113 Win=32120 Len=0
19	8.562733	192.168.0.33	192.168.0.15	BGP	73	KEEPALIVE Message
20	8.579787	192.168.0.15	192.168.0.33	TCP	60	elatelink > bgp [ACK] Seq=265 Ack=132 Win=32120 Len=0

source : <http://wiki.wireshark.org/SampleCaptures?action=AttachFile&do=get&target=bgp.pcap.gz>

Donc, la connexion d'un routeur donné avec son voisin doit se faire **manuellement**, chacun de ces routeurs est appelé **routeurs de bordure**

Une **interconnexion BGP** consiste en l'échange, entre 2 AS, de préfixes IP.

Chaque AS informe son interlocuteur, qu'il a la possibilité d'acheminer le trafic à destination de ces préfixes.

Il est possible de voir les tables de routages des routeurs d'Internet.

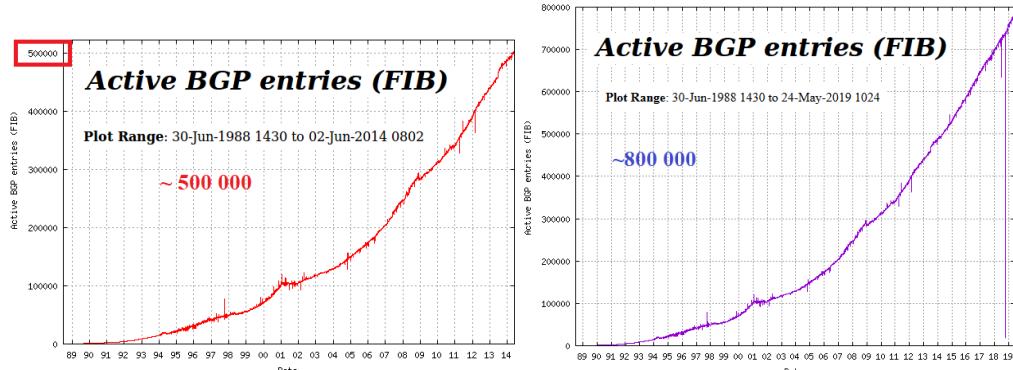
Pour cela on va sur des sites tels <http://www.lookingglass.org/> ou <http://www.bgp4.as/looking-glasses>

Pour connaître le nombre @IP (préfixes) dans les routeurs BGP d'Internet, donc les tables de routage : <http://www.cidr-report.org/as2.0/>,

cliquez sur le lien intitulé "**PLOT : BGP Table size**" et

observez la version actualisée de l'évolution des tables de routage.

Le 2 juin 2014, cela donne :500 000 routes et le 24 mai 2019 800 000 soit une progression de + 60% en 5 ans...



2.8 Default Free Zone

La **Default Free Zone (DFZ)** est constituée de l'ensemble des **routeurs** et des **Autonomous Systems d'Internet** ayant les informations de routage **explicites** sur tout Internet;

Les routeurs de la DFZ disposent donc d'une **table de routage Internet complète** appelée aussi **table de routage globale** ou **table BGP globale**.

Ils n'ont donc **pas besoin d'utiliser une route par défaut !**

Ils "connaissent" tout Internet. On peut donc en conclure qu'un routeur de la **default-free zone** d'Internet dispose de **plusieurs centaines de milliers de routes dynamiques**, elles dépassent les 500 000 en octobre 2014 :

<http://bgp.potaroo.net/>

et

<http://bgp.potaroo.net/index-bgp.html>



BGP Table Data

Report last updated at Fri, 24 May 2019 10:18:15 GMT

IPv4 BGP Reports

AS131072 APNIC R&D	783239
AS6447 Route-Views.Oregon-ix.net	815697

IPv4 Route-Views

IPv6 BGP Reports

AS131072 APNIC R&D	69980
AS6447 Route-Views.Oregon-ix.net	72559

2.9 Les GIX, les NAP, les POP et les NR

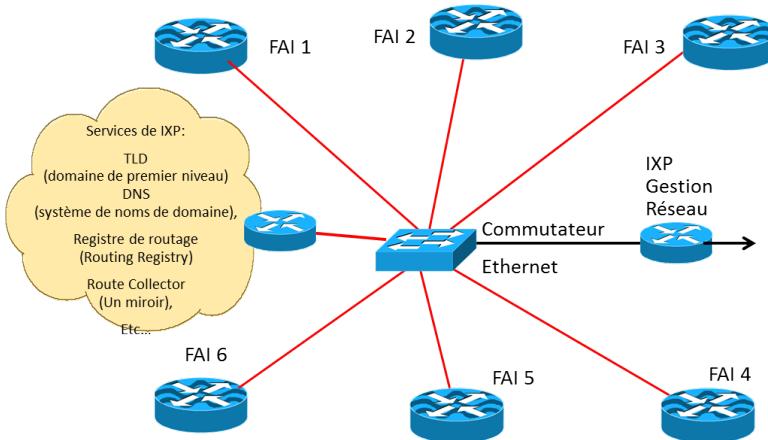
Selon http://fr.wikipedia.org/wiki/Internet_Exchange_Point, **GIX** et **IXP** c'est identique, et bien c'est faux !

Ce serait comme dire qu'un rond point n'est que la liaison de 2 routes...

- Les points d'échange Internet, aussi appelés points de **peering** ou **GIX** pour **Global Internet eXchange**, sont les carrefours (plate-formes partagées) de l'Internet entre **FAI** s'échangeant du trafic entre leurs réseaux.

Ils servent à ce que des opérateurs internet, qui disposent d'un AS et sont disposés à dialoguer en BGP, puissent échanger au plus court, au plus direct et au moins cher du trafic du réseau de l'un vers l'autre.

Donc physiquement, un GIX est équivalent un gros **switch**... reliant les opérateurs



- Les **NAP** (**Network Access Point**) appelé aussi **IXP** (**Internet eXchange Point**) servent à ce qu'un opérateur qui rassemble les mêmes pré-requis puisse se faire livrer des services, via une plate-forme, qui ne lui appartient pas, mais l'autorise.
- Les GIX sont un ensemble de IXP !

Pour avoir des informations sur les points d'échanges, il suffit d'aller sur le site : <https://www.peeringdb.com/>

On se logue avec le login GUEST et le mdp GUEST ☺

List of Public Exchange Points						
Exchange Name	Long Name	City/Region	Country	Continental Region	Media Type	Participants
France-IX	FranceIX	Paris	FR	Europe	Ethernet	417
France-IX Marseille	France-IX Marseille	Marseille	FR	Europe	Ethernet	9



source :

https://www.peeringdb.com/private/exchange_list.php?s_name=France-IX&s_city=&s_ipaddr=&s_country
 Si vous avez l'ambition de monter un GIX : <http://wikilulu.net/doku.php?id=articles:gix-howto>

2.9.1 Les GIX dans le monde

Si vous désirez connaitre la localisation des différents points d'échange dans le monde, voici une carte mondiale des points de **peering** : <http://www.internetexchangemap.com/>

Vous remarquerez que certains pays n'en ont pas...

Pour plus d'informations :

<https://www.internetexchangemap.com>

2.9.2 Les Gix en France

Il y avait en 2014, 14 Gix sur le territoire Français et 9 sur celui du Luxembourg¹² avec une surface 250 fois plus petite...

Voici l'évolution 2014, 2017 et 2019 !



Source : <http://www.internetexchangemap.com/>

En France, le plus gros point de peering est **France IX** basé principalement à Paris (9 points) et 1 à Marseille :

<https://www.franceix.net/fr/>

Situation en France

- Il existe aujourd'hui plusieurs nœuds d'échanges, la plupart situés à Paris (**Sfinx Renater, Parix France Telecom, France-IX, Fr-IX, Pouix** et **Mixt**).
- Lyon a ensuite été pionnier dans la création d'un GIX hors-Paris, grâce à l'association **Rezopole** et à son **GIX LyonIX**.
- Des projets sont actuellement en cours en région : Strasbourg (GIE autour de la Région), Marseille, Nancy ...
- Un GIX s'est créé à Toulouse - **Touix** - et il est interconnecté avec **LyonIX**.
- Parmi toutes ces villes, un grand absent, Nantes et sa région mais est lancé le projet **Nantes-IX**.
- Les GIX NAP locaux sont nécessaires pour éviter de passer par Paris quand on fait du trafic local et quand on veut aller visiter un site proche.
- Ils permettent aussi de créer de la valeur et des emplois en local.

2.9.2.1 France IX France IX est un point de peering qui a beaucoup de clients (membres) dont la liste est ici :

<https://www.franceix.net/fr/>

Une petite capture d'écran faites le 31 janvier 2023 renvoie ceci ☺

12. Paradis Fiscal...



<https://www.franceix.net/fr/>

France-IX Services Infrastructures PoPs et membres Revendeurs Marketplace Tarifs A propos de France-IX FR EN

Réseaux connectés à France-IX

AS connectés

540

Ports connectés

575

Utilisateurs RS

430

Marketplace

42

Membres France-IX Paris

[VOIR LA LISTE DES MEMBRES](#)

Membres France-IX Marseille

[VOIR LA LISTE DES MEMBRES](#)

Membres France-IX Lyon

[VOIR LA LISTE DES MEMBRES](#)

Un de leurs membres est un opérateur luxembourgeois LuxNetwork :

<https://luxnetwork.eu/>

Membres Paris

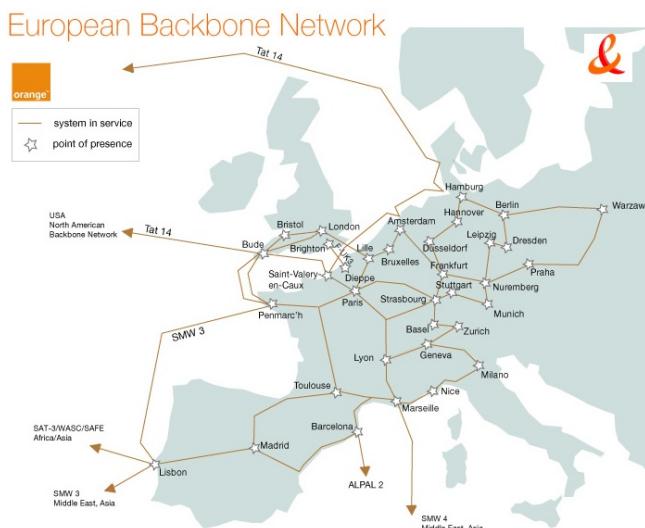
Membres Paris						
Show	10	entries	Search:	<input type="text" value="luxnetwork"/>		
Organisation	↑ ASN	↑ CAPACITÉ	↑ POLITIQUE	↑ IPv4/IPv6	↑ RS	↑ CONTACT
LuxNetwork S.A.	29467	20 Gbps	open	37.49.236.227/22 2001:7f8:54::227/64	<input checked="" type="checkbox"/>	peering at luxnetwork.lu peering at luxnetwork.eu
Search Organisati Search Search CAP Search POLI Search IPv4/IPv6 Searc Search CONTACT						

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 512 total entries)

Previous 1 Next

Si vous cherchez Orange vous ne le trouverez pas...

Les POP (**Point de Présence**) d'Orange en Europe



source : http://www.orange.com/sirius/reseau/cartes_cable/ebn_version_ft.htm



2.10 Les looking glasses

Un looking glass est un système public permettant d'obtenir des informations BGP, des routes, des traceroute etc...

C'est en réalité **des "routeurs" sur Internet** permettant la consultation de la table de routage globale (**BGP**) via **une interface web** ou par le protocole **Telnet**.

C'est un outil indispensable pour voir les tables BGP d'un autre point de vue.

Il permet par exemple

- à un ISP de voir si ses annonces de routes sont bien propagées.
- voir des routes à l'aide de la commande *traceroute*

L'interface d'un *looking glass* peut être en ligne de commandes accédé par **telnet** ou bien via une **interface Web**.

On trouve les adresses de nombreux *looking glass* sur différents sites web

Exemple : **traceroute.org** :<http://www.traceroute.org/>

Pour cela on va sur des sites tels <http://www.lookingglass.org/> ou <http://www.bgp4.as/looking-glasses.html>.

Vous pouvez tester : <http://www.netdigix.com/servers.html>

Voici ce que donne une recherche¹³ concernant le routeur à l'entrée du campus 3 :

- on va sur le site <http://www.traceroute.org/#Looking Glass>
- on choisit **Telus (AS852)** dont l'url est : <http://aurora.on.tac.net/>

The screenshot shows the Telus Looking Glass Results page with the title "TELUS® Looking Glass Results: ROUTE-VIEWS.ON.BB.TELUS.COM". The query is "trace 194.199.103.1" and the address is "194.199.103.1". The traceroute output is as follows:

```

Query: trace
Addr: 194.199.103.1

trace 194.199.103.1
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 194.199.103.1

1 torroonxngr00.bb.telus.com ([54.11.63.85] [AS 852] 0 msec 0 msec 0 msec
2 154.11.6.33 [AS 852] 4 msec 0 msec 0 msec
3 NYCMNYZCIR01.bb.telus.com (75.154.223.246) 12 msec 12 msec 8 msec
4 ae2-223.nyc20.ip4.gtt.net (77.67.68.41) [AS 3257] 16 msec 16 msec 16 msec
5 xe-5-0-0.mrs10.ip4.gtt.net (141.136.109.30) [AS 3257] 100 msec 100 msec 100 msec
6 * * *
7 193.51.179.214 [AS 2200] 96 msec 100 msec 100 msec
8 teo-3-1-0-paris1-rtr-001.noc.renater.fr (193.51.189.125) [AS 2200] 120 msec 120 msec 120 msec
9 teo-0-0-1-paris1-rtr-001.noc.renater.fr (193.51.177.31) [AS 2200] 100 msec 104 msec 100 msec
10 * * *
11 vikman-2-vl100-q18-1-caen-rtr-021.noc.renater.fr (193.51.184.225) [AS 2200] 96 msec 100 msec 100 msec
12 193.55.134.252 [AS 2200] 116 msec 116 msec 120 msec
13 * * *
14 * * *
15 * * *
16 * * *
17 * * *
18 * * *

```

Below the traceroute, there is a "Please email questions or comments to lookingglass_@_telus.com [Remove '_' from address]" link.

Ci dessus c'était avant, il y a presque 10 ans en septembre 2014

Ci-dessous le 31 janvier 2023, vikman a disparu ☺

On est toujours chez Renater l'AS 2200

The screenshot shows the Telus Looking Glass Results page with the title "TELUS (AS852) Looking Glass - traceroute 194.199.103.1 interface lo0 as-number-lookup wait 1 ttl 18". The router is "TELUS EAST_LG11" and the command is "traceroute 194.199.103.1 interface lo0 as-number-lookup wait 1 ttl 18". The traceroute output is as follows:

```

Router: TELUS EAST_LG11
Command: traceroute 194.199.103.1 interface lo0 as-number-lookup wait 1 ttl 18

1 75.153.132.36 (75.153.132.36) 0.444 ms 0.453 ms 0.266 ms
2 75.154.223.254 (75.154.223.254) 11.245 ms 11.567 ms 11.499 ms
3 38.140.107.1 (38.140.107.1) [AS 1741] 12.399 ms 12.114 ms 12.153 ms
4 66.28.4.181 (66.28.4.181) [AS 1741] 12.137 ms 154.54.0.141 (154.54.0.141) [AS 1741] 12.113 ms 66.28.4.181 (66.28.4.181) [AS 1741] 12.099 ms
5 154.54.40.106 (154.54.40.106) [AS 1741] 17.545 ms 154.54.40.110 (154.54.40.110) [AS 1741] 17.914 ms 17.934 ms
6 154.54.40.105 (154.54.40.105) [AS 1741] 97.345 ms 97.394 ms 154.54.89.226 (154.54.89.226) [AS 1741] 109.358 ms
7 MPLS Label=2448 CoS=3 TTL=1 S=1
8 MPLS Label=2448 CoS=3 TTL=1 S=1
9 MPLS Label=25054 CoS=1 TTL=1 S=1
10 MPLS Label=25054 CoS=1 TTL=1 S=1
11 193.51.180.166 (193.51.180.166) [AS 2200] 102.129 ms 101.263 ms 101.318 ms
12 193.55.177.232 (193.55.177.232) [AS 2200] 101.457 ms 193.55.204.232 (193.55.204.232) [AS 2200] 101.034 ms 101.419 ms
13 193.55.204.240 (193.55.204.240) [AS 2200] 101.398 ms 193.55.204.238 (193.55.204.238) [AS 2200] 110.619 ms 193.55.204.252 (193.55.204.252) [AS 2200] 101.144 ms
14 MPLS Label=25054 CoS=1 TTL=1 S=1
15 193.51.184.1 (193.51.184.1) [AS 2200] 100.598 ms 193.55.204.250 (193.55.204.250) [AS 2200] 110.597 ms 193.51.184.1 (193.51.184.1) [AS 2200] 100.812 ms
16 193.51.184.1 (193.51.184.1) [AS 2200] 110.491 ms 193.48.154.149 (193.48.154.149) [AS 2200] 101.285 ms 101.133 ms
17 * * *
18 * * *

```

Disclaimer: All commands will be logged for possible later analysis and statistics. If you don't like this policy, please disconnect now!

Please email questions or comments to lookingglass_@_telus.com [Remove '_' from address]

Source : <http://aurora.on.tac.net/>

13. un traceroute entre Sidney et Ifs...



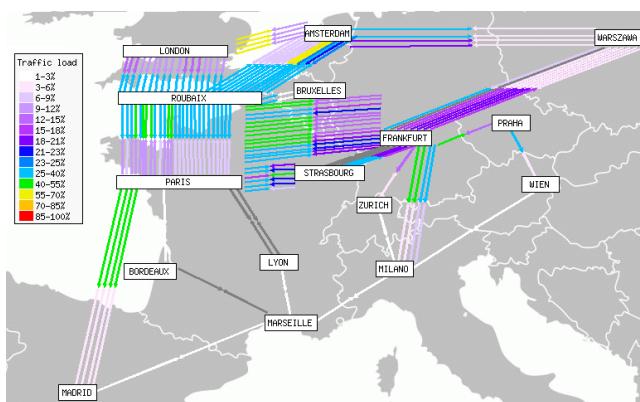
2.11 Le backbone

Un **backbone** est un cœur de réseau, c'est à dire le réseau d'un opérateur, qu'il soit tiers 1, tiers 2 ou tiers 3.

Il n'est pas facile de connaître le *backbone* des opérateurs, certains donnent accès à leur structure, voici quelques exemples :

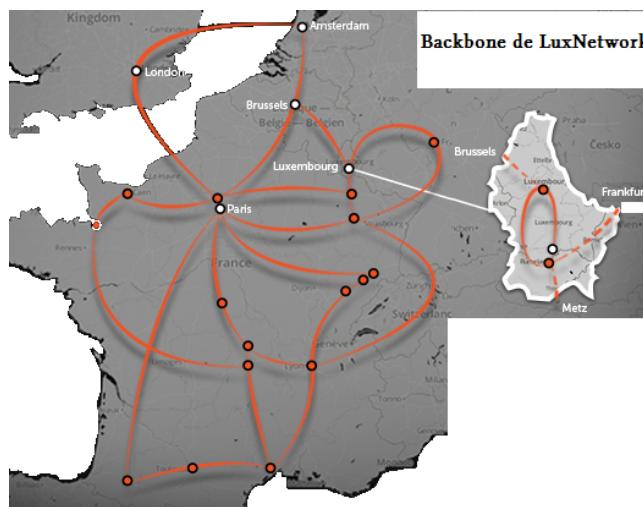
2.11.1 OVH

C'est le cas d'OVH : <http://weathermap.ovh.net/europe> sur lequel on peut voir le flux en tant réel comme celui de Renater que l'on verra dans la partie en partant de Caen



2.11.2 LuxNetwork

Voici aussi le backbone d'un opérateur de tiers 2, je me permets de le citer et de lui faire un peu de pub, c'est un ancien étudiant de GTR (ex RT) de Ifs (promo 2003-2005) de l'Unicaen.



source : <https://www.luxnetwork.lu/>

2.11.3 Le réseau 1066¹⁴

Il a été remplacé par le réseau **Syvik**, voir plus loin

1066 était !!! le réseau numérique de Caen la mer, il est relié aux points de présence des opérateurs de transports :

- Covage networks
- France Télécom,
- SANEF Télécom,
- SAPN (Autoroutes Paris-Normandie),
- SFR.

14. Guillaume le conquérant est devenu roi d'Angleterre en 1066, http://fr.wikipedia.org/wiki/Guillaume_le_Conqu%C3%A9rant



Il est devenu covage

<https://www.covage.com/fibre-caen/>

Pour plus d'informations : <http://www.caen-networks.com/>

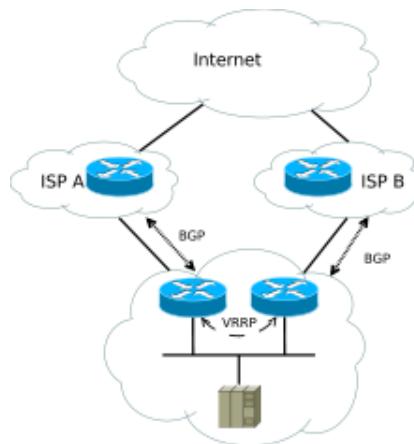
2.12 Le multihoming

C'est le fait d'être connecté à plusieurs fournisseurs d'accès à Internet afin d'améliorer la fiabilité de sa connexion à Internet, comme le montre la figure suivante.

Pour réaliser du multihoming, il faut obtenir un bloc d'adresse IP de type PI et un ASN auprès d'un RIR et configurer des sessions BGP avec 2 ISP **indépendants**.

Le multihoming a 2 inconvénients majeurs :

1. Il consomme des numéros d'AS et crée des entrées dans la table de routage Internet qu'il n'est pas possible d'agrégater, contrairement aux adresses Provider Aggregatable.
2. Il y a la possibilité d'avoir des liaisons vers des ISP qui soient saturées et d'autres sous utilisées. Ceci est la conséquence que le protocole de routage BGP ne dispose pas de mécanisme d'équilibrage de la charge.



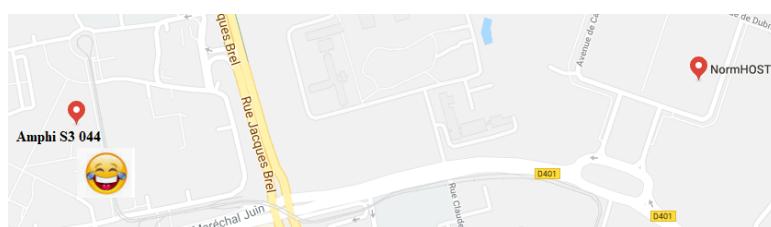
Remarque : Le protocole **VRRP** (**Virtual Router Redundancy Protocol**) permet la redondance en utilisant la notion de **routeur virtuel**, auquel on associe une adresse **IP virtuelle** et une adresse **MAC virtuelle**.

Principe : On a un routeur maître répondant aux requêtes ARP pour l'adresse IP virtuelle, et un ou plusieurs routeurs de secours, qui reprendront l'adresse IP virtuelle en cas de défaillance du routeur maître.

2.13 Les datacenter

Un tout proche du campus 2, à moins de 1km à vol d'oiseau...

<https://www.voip-telecom.com/data-center/>



Je vous laisse aller voir ce qu'il propose.

Mais la venue des data center au début des années 2000 a changé le réseau Internet !!!

Ne me dites pas que les Data Center c'est récent, c'était comme cela dans les années 1970, mais bon que pour les professionnels !



2.14 MPLS

Si l'on fait un **traceroute** entre un routeur de chez ATT : **route-server.ip.att.net** d'IP : **12.0.1.28** vers un routeur d'Orange OpenTransit : **route-server.opentransit.net** d'IP : **204.59.3.38**, on obtient cela :

```
rviews@route-server.ip.att.net: traceroute route-server.opentransit.net
traceroute to route-server.opentransit.net (204.59.3.38), 30 hops max, 40 byte packets
 1 gateway.cbbtier3.att.net (12.0.1.202) 2.166 ms 3.208 ms 3.009 ms
 2 cr2.ns4ny.ip.att.net (12.122.115.74) 11.725 ms 8.357 ms 7.981 ms
    MPLS Label=17168 CoS=1 TTL=255 S=1
 3 cr2.ns4ny.ip.att.net (12.122.115.74) 7.993 ms 10.096 ms 11.508 ms
    MPLS Label=17168 CoS=1 TTL=255 S=1
 4 cr2.wswdc.ip.att.net (12.122.3.38) 10.958 ms 9.753 ms 13.308 ms
    MPLS Label=0 CoS=1 TTL=255 S=0
    MPLS Label=17134 CoS=1 TTL=255 S=1
 5 gar2.rcmva.ip.att.net (12.122.134.133) 11.629 ms 9.415 ms 7.801 ms
 6 * * *
 7 * * *
 8 route-server.opentransit.net (204.59.3.38) 43.356 ms 46.407 ms 43.447 ms

rviews@route-server.ip.att.net>
```

A quoi correspond **MPLS**? Réponse : Voir en Master patience ☺

3 Du campus 2... à Internet

3.1 Le réseau Renater

Les universités passent par le réseau Renater : www.renater.fr

Renater est un **GIP (Groupement d'Intérêt Public)** permettant de relier les entités d'enseignements en France.

L'infrastructure nationale de Renater c'est :

- Une couverture réseau complète
- 11 900 km de fibre optiques, 120 liaisons
- 72 points de présence (**NR**) ou **POP**
- Réseau : 125 longueurs d'onde 10G
- Le réseau RENATER offre les spécificités suivantes :
 - Une architecture basée sur des **fibres noires** et des équipements **DWDM**, afin de permettre des évolutions rapides des débits.
 - Une généralisation du 10 Gigabit Ethernet dans le réseau.
 - Une architecture avec un maillage complet sur l'ensemble des points de présence du réseau
 - Une possibilité de répondre aux besoins de très hauts débits des grands projets de recherche en établissant des chemins optiques de bout en bout entre **les points de présence**

Deux carte, La première en 2014 et la seconde en 2023. Remarquez que Caen est maintenant directement relié à paris ☺



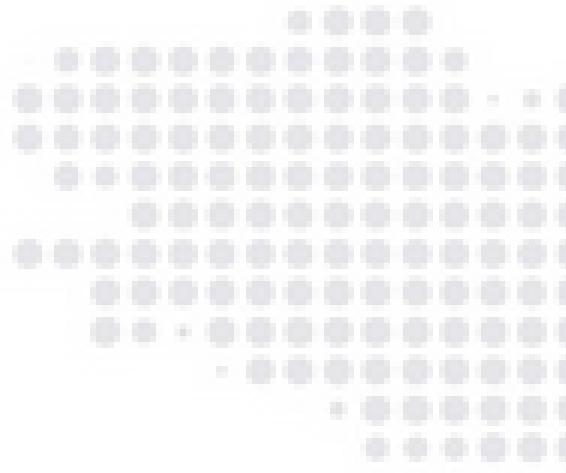
OUTRE-MER

NOUVELLE-CALEDONIE

POLYNESIE FRANCAISE - REUNION

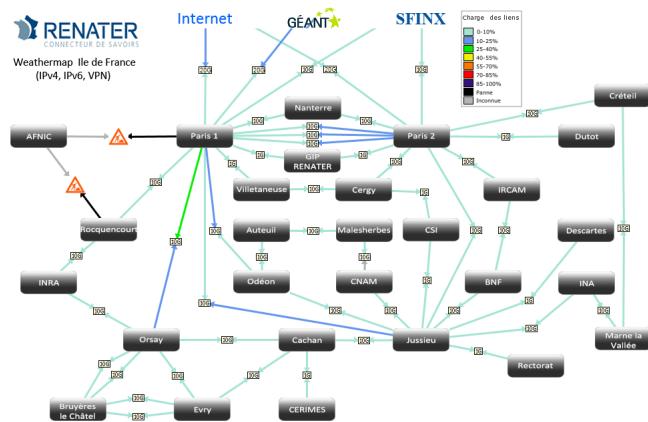
GUYANE - GUADELOUPE

MARTINIQUE - MAYOTTE



NANTES

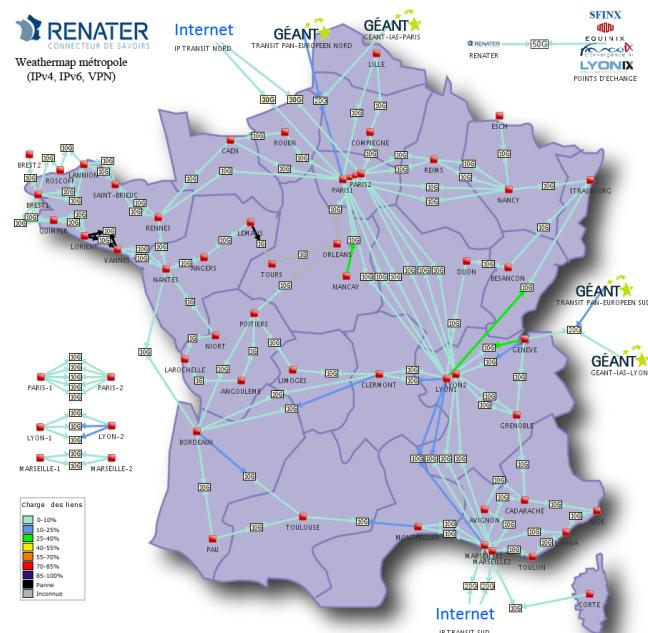




On peut remarquer sur cette carte que le réseau Renater sort vers Internet (Liaison *internet générale*) et est relié au réseau **SFINX** ainsi qu'au réseau **GÉANT**, le réseau paneuropéen :<https://geant3plus.archive.geant.eu/>
Je le détail un peu plus loin

Si vous voulez voir en "live" les débits du réseau Renater :

- La version IPv4 : http://pasillo.renater.fr/weathermap/weathermap_metropole.html
- La version IPv6 : http://pasillo.renater.fr/weathermap/weathermap_metropole_ipv6.html



source : http://pasillo.renater.fr/weathermap/weathermap_metropole.html

On peut constater sur la carte de Renater, qu'il y a un routeur à Caen, allez on se logue dessus, si si c'est possible :

https://portail.noc.renater.fr/lookingglass/v2/lg_index.pl?router=caen-rtr-021 ce lien ne fonctionne plus en mai 2019... ça évolue ☺

Il faut aller ici : <https://lookingglass.noc.renater.fr/>

La commande **show ip bgp ipv4 unicast summary** donne :

en 2014




```
% The objects are in RPSL format.  
%  
% The RIPE Database is subject to Terms and Conditions.  
% See http://www.ripe.net/db/support/db-terms-conditions.pdf  
  
% Note: this output has been filtered.  
%       To receive output for a database update, use the "-B" flag.  
  
% Information related to '193.55.130.0 – 193.55.130.255'  
  
% Abuse contact for '193.55.130.0 – 193.55.130.255' is 'certsvp@renater.fr'  
  
inetnum:      193.55.130.0 – 193.55.130.255  
netname:      FR-UNICAEN01  
descr:        Centre de Ressources Informatiques, Universite de Caen  
descr:        Esplanade de la Paix, F-14032 Caen CEDEX, France  
country:      FR  
admin-c:      AC19163-RIPE  
tech-c:       ER3773-RIPE  
tech-c:       FM1235-RIPE  
status:       ASSIGNED PA  
mnt-by:       RENATER-MNT  
remarks:      changed:      ripe-dbm@ripe.net 19990706  
remarks:      changed:      rensvp@renater.fr 20110525  
remarks:      changed:      rensvp@renater.fr 20120620  
created:      2002-04-12T12:03:24Z  
last-modified: 2015-08-06T14:40:11Z  
source:       RIPE  
  
person:        Annie COBALTO  
address:       Universite de Caen  
address:       Centre de Ressources Informatiques  
address:       14032 Caen Cedex  
address:       FRANCE  
phone:         +33 2 31 56 60 89  
nic-hdl:      AC19163-RIPE  
mnt-by:       RENATER-MNT  
remarks:      changed:      rensvp@renater.fr 20110525  
created:      2011-05-25T13:49:25Z  
last-modified: 2015-08-07T13:55:43Z  
source:       RIPE # Filtered  
  
person:        Emmanuel ROGER  
address:       Universite de Caen  
address:       Centre de Ressources Informatiques  
address:       14032 Caen Cedex  
address:       FRANCE  
phone:         +33 2 31 56 62 72  
nic-hdl:      ER3773-RIPE  
mnt-by:       RENATER-MNT  
remarks:      changed:      rensvp@renater.fr 20120620  
created:      2012-06-20T13:36:14Z  
last-modified: 2015-08-07T14:08:36Z  
source:       RIPE # Filtered  
  
person:        Francois MORET  
address:       Universite de Caen  
address:       Centre de Ressources Informatiques
```



```

address: Esplanade de la Paix
address: 14032 Caen CEDEX
address: FRANCE
phone: +33 2 31 56 62 55
fax-no: +33 2 31 44 58 54
nic-hdl: FM1235-RIPE
mnt-by: RENATER-MNT
remarks: changed: rensvp@renater.fr 20030210
remarks: changed: rensvp@renater.fr 20050623
created: 2003-02-10T14:45:21Z
last-modified: 2015-08-07T14:36:11Z
source: RIPE # Filtered

```

% Information related to '193.54.0.0/15AS2200'

```

route: 193.54.0.0/15
descr: RENATER
descr: FRANCE
origin: AS2200
mnt-by: RENATER-MNT
remarks: changed: RenSVP@Renater.fr 20031024
remarks: changed: rensvp@renater.fr 20100915
remarks: changed: rensvp@renater.fr 20150806
created: 2003-10-24T14:02:59Z
last-modified: 2015-08-06T11:16:44Z
source: RIPE

```

% This query was served by the RIPE Database Query Service version 1.105 (SHEILAND)

Si vous allez sur le site : **http://www.whois-raynette.fr/whois/ et que vous faites une recherche pour unicaen.fr**

Informations sur le nom de domaine : 'unicaen.fr'

Configuration du domaine unicaen.fr	
Adresse IP de 'www.unicaen.fr' :	193.55.120.26
Serveurs DNS :	vps-unicaen.unicaen.fr ns2.unicaen.fr ns1.unicaen.fr
Serveur(s) mail :	mx.d.relay.renater.fr (priorité 50) mxa.relay.renater.fr (priorité 50) mxc.relay.renater.fr (priorité 50) mxb.relay.renater.fr (priorité 50)
Serveur web de unicaen.fr	
Logiciel serveur :	nginx/1.18.0
Date serveur :	Sun, 05 Feb 2023 10:26:32 GMT
Propriétaire du site unicaen.fr	
domain:	unicaen.fr
status:	ACTIVE

Il y a 2 serveurs DNS à la fac de Caen ns1.unicaen.fr et ns2.unicaen.fr

```

:~$ nslookup ns1.unicaen.fr
Server: 127.0.0.53
Address: 127.0.0.53#53

```

Non-authoritative answer:

```

Name: ns1.unicaen.fr
Address: 193.55.120.200

```

```
:~$ nslookup ns2.unicaen.fr
```

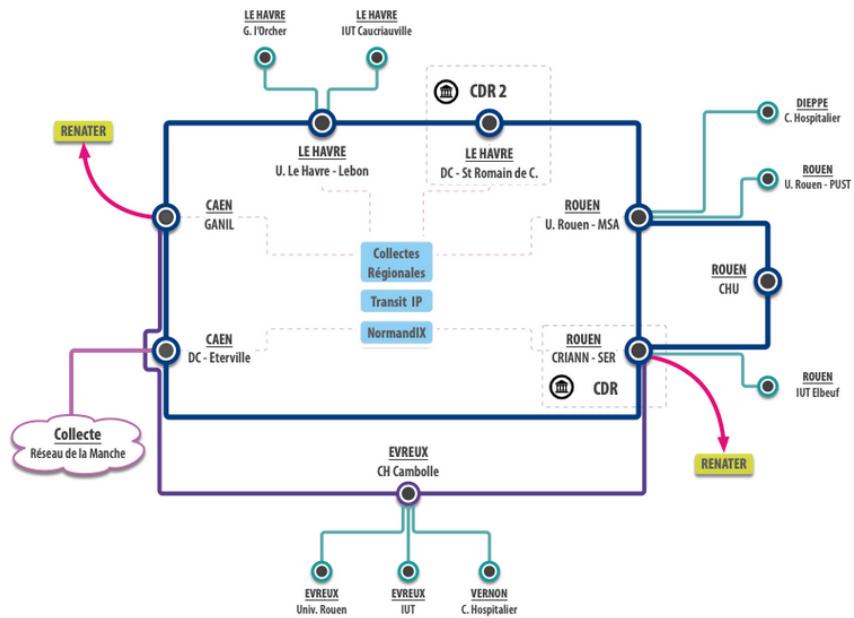


Server: 127.0.0.53
 Address: 127.0.0.53#53

Non-authoritative answer:
 Name: ns2.unicaen.fr
 Address: 193.55.120.12

3.3 Le réseau régional SYVIK

Source : <https://www.criann.fr/reseau-syvik-2/> : Le réseau régional SYVIK interconnecte les établissements d'enseignement supérieur et de recherche à l'échelle de la Normandie et assure leur raccordement au réseau national RENATER. Le réseau régional sert également différents établissements publics membres du CRIANN, en particulier dans les domaines de l'éducation et de la santé. SYVIK permet aux établissements de bénéficier de services réseau sur mesure, d'une connectivité ajustée à leurs besoins, et de la capacité à expérimenter de nouveaux services applicatifs.



Remarquez le Data Center à Eterville au sud de Caen
<https://www.datacentermap.com/company/normhost.html>

3.4 GÉANT

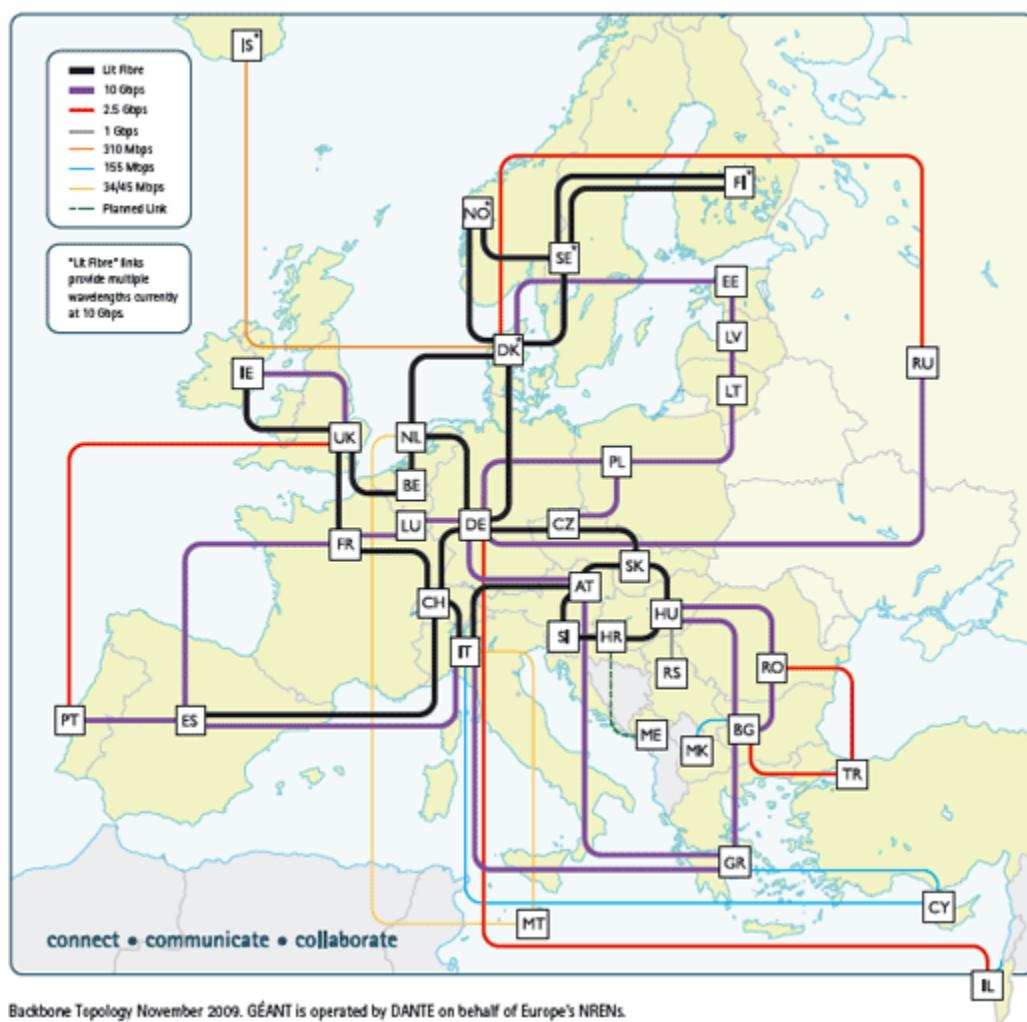
GÉANT is the pan-European research and education network that interconnects Europe's National Research and Education Networks (NRENs).

Le site Web de Géant : geant3.archive.geant.net/

Et voici la cartographie du réseau GÉANT

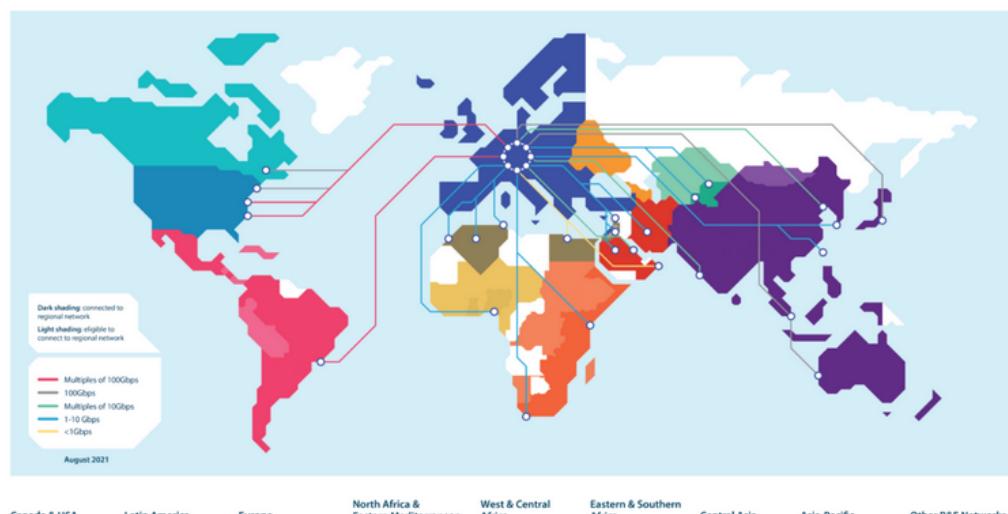
Le réseau GEANT





Backbone Topology November 2009. GÉANT is operated by DANTE on behalf of Europe's NRENs.

**AT THE HEART OF GLOBAL RESEARCH
AND EDUCATION NETWORKING**



Canada & USA Latin America Europe North Africa & Eastern Mediterranean West & Central Africa Eastern & Southern Africa Central Asia Asia-Pacific Other R&E Networks



This map is produced as part of the GÉANT Specific Grant Agreement GSIA-3-Bio-A0110, that has received funding from the European Union. The content of this document is the sole responsibility of GÉANT and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union.

geant.org

Et voilà comment de la salle 406 on rejoint le monde ☺



4 Conclusion

Internet c'est un ensemble de technologies, de techniques et d'entités sans cesse en évolution.

Il existe de nombreuses sociétés de services qui offrent des accès plus ou moins importants d'un point de vue débit, ainsi que des prestation tels les VPN, la QoS.

Le protocole le plus utilisé depuis quelques années est MPLS que nous n'allons pas étudier cette année

Ethernet et la fibre optique ont tout remplacé

5 Glossaire

- **AS** ou **SA** : Système Autonome **Autonomous systems**
- **Backbone** : cœur de réseau, ensemble de routeurs appartenant à une seule AS.
- **Fournisseur d'Accès à Internet** (FAI), **ISP** est un organisme (entreprise ou association) offrant une connexion à Internet. **Internet Service Provider** (ISP) ou **Internet Access Provider** (IAP).
- **Gix, NAP, POP** : Un Internet eXchange Point (ou IX ou IXP ou point d'échange Internet), également appelé Global Internet eXchange (ou GIX), est une infrastructure physique permettant aux FAI d'échanger du trafic Internet entre leurs réseaux de systèmes autonomes grâce à des accords mutuels dits de peering.
- **Looking Glass** : (Miroir) est un ordinateur sur Internet qui fournit des informations relatives au routage au cœur d'un réseau (AS) et son efficacité. **looking glass**
- **Pairs** : les FAI avec lesquels ont fait du **Peering**
- **Peering** : *l'appairage* est la pratique d'échanger du trafic Internet avec des **pairs**.
- **RIPE (Réseaux IP Européens)** : est un forum ouvert à toutes les parties ayant un intérêt dans le développement de l'Internet en Europe
- **Routage** : le processus de sélection du chemin dans un réseau.
- **Routeur** : équipement réseau assurant le routage des paquets, en faisant transiter des paquets d'une interface réseau vers une autre, selon un ensemble de règles.
- **Transit** : point d'échanges de données entre 2 opérateurs

