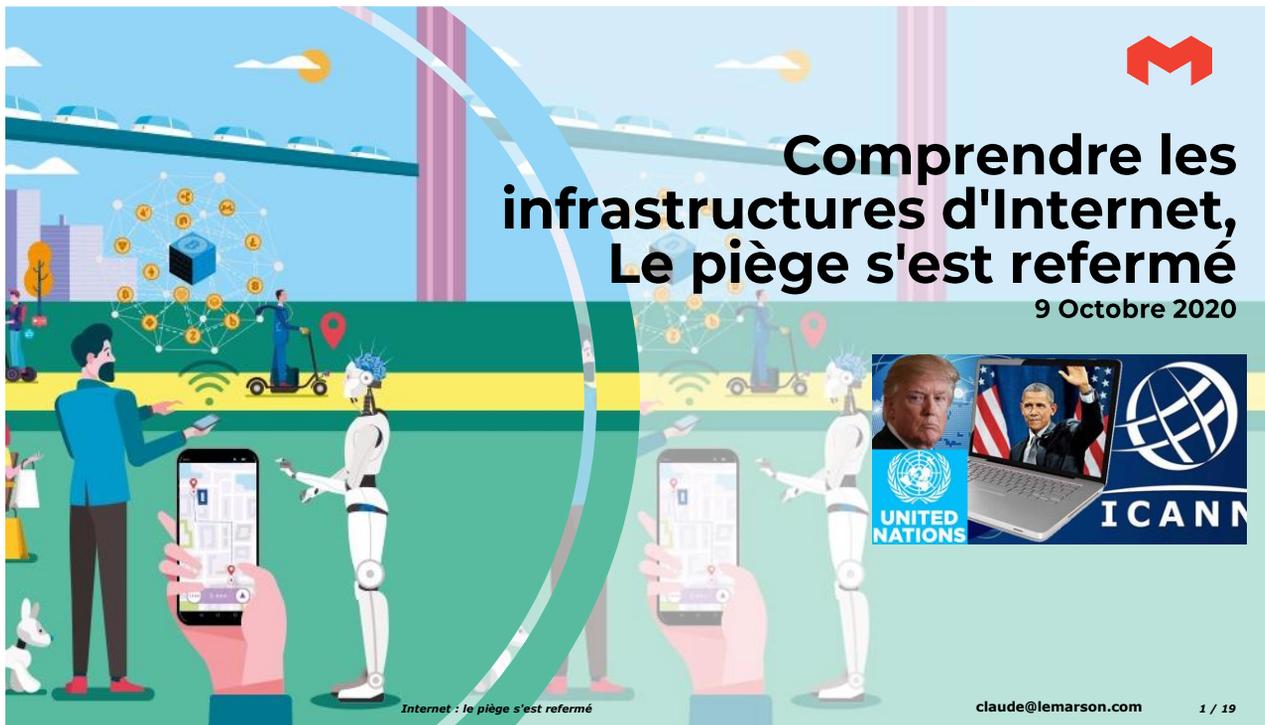




Comprendre les infrastructures d'Internet, Le piège s'est refermé

9 Octobre 2020



Internet : le piège s'est refermé

claudio@lemarson.com

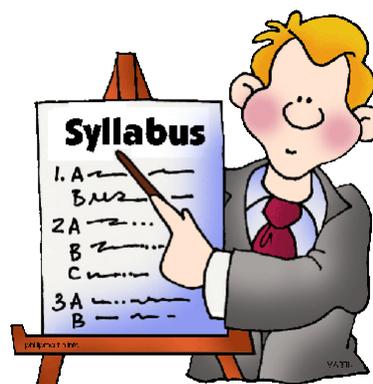
1 / 19

Internet, c'est près de 700 Tbps instantanés, 70 millions de livres de 500 pages transmis par seconde, totalement contrôlés par les Etats-Unis

Sommaire

L'architecture de connexion d'Internet. Comment le piège s'est refermé.

- ❖ Les backbones (dorsale) Internet : qui fait quoi
- ❖ Les trois niveaux Tier 1, 2 et 3 : peering et transit
- ❖ Les IXP (Points d'accès physiques) : à quoi ils servent
- ❖ Le positionnement des acteurs : FAI et utilisateurs
- ❖ L'infrastructure est mondiale : sa gestion ne peut pas rester américaine
- ❖ Les couches protocolaires ne sont plus acceptables : IPv4, DNS, HTTP...
- ❖ Peut-on envisager un autre Internet :
 - ❖ Compatible mais distinct
 - ❖ Un autre Internet incompatible
- ❖ Vellétés et ratés de la Chine
- ❖ La seule solution : confier la gouvernance d'Internet à l'ONU



Internet : le piège s'est refermé

2 / 19

Les faiblesses d'Internet

- ❖ Trois faiblesses majeures
 - ❖ Les infrastructures : backbones (dorsale)
 - ❖ La gestion des ressources : qui autorise quoi ?
 - ❖ Les protocoles d'usage
- ❖ Les infrastructures : de très haut niveau et une architecture cohérente
 - ❖ Répartition (très) inégale
- ❖ La gestion des ressources, anormalement américaine
 - ❖ Grave danger potentiel de dépendance technologique forte
 - ❖ Quand tout aura basculé sur Internet : santé, administration, gestion des entreprises, commerce...la planète sera dépendante, le piège se sera refermé...
- ❖ Les protocoles d'usages : peut-on imaginer de les changer
 - ❖ Exemples peu rassurants d'IPv6 et de DNSSEC



Internet : le piège s'est refermé

3 / 19

Les backbones d'Internet

- ❖ Contrairement à ses débuts, il n'y a plus de réseau central au cœur d'Internet
- ❖ Depuis la fin de NSFNet en 1995, Internet repose entièrement sur des réseaux appartenant à des compagnies de services, privées ou pas
- ❖ 1985 : la NSF (National Science Foundation) crée NSFNET, un « backbone » de réseaux sur le protocole ARPANET, pour relier des réseaux de recherche et d'éducation américains.
- ❖ Dans le même temps, des réseaux régionaux apparaissent pour relier la circulation électronique d'entreprises privées avec la dorsale NSFNet.
- ❖ Le développement a été foudroyant. Sprint et MCI relient leur propre réseau à NSFNet
- ❖ NSFNet s'est retiré, les compagnies commerciales et les opérateurs prenant la relève, pour faire fonctionner un backbone Internet
- ❖ Ce n'est pas d'un, mais de plusieurs backbones, dont il faut parler...

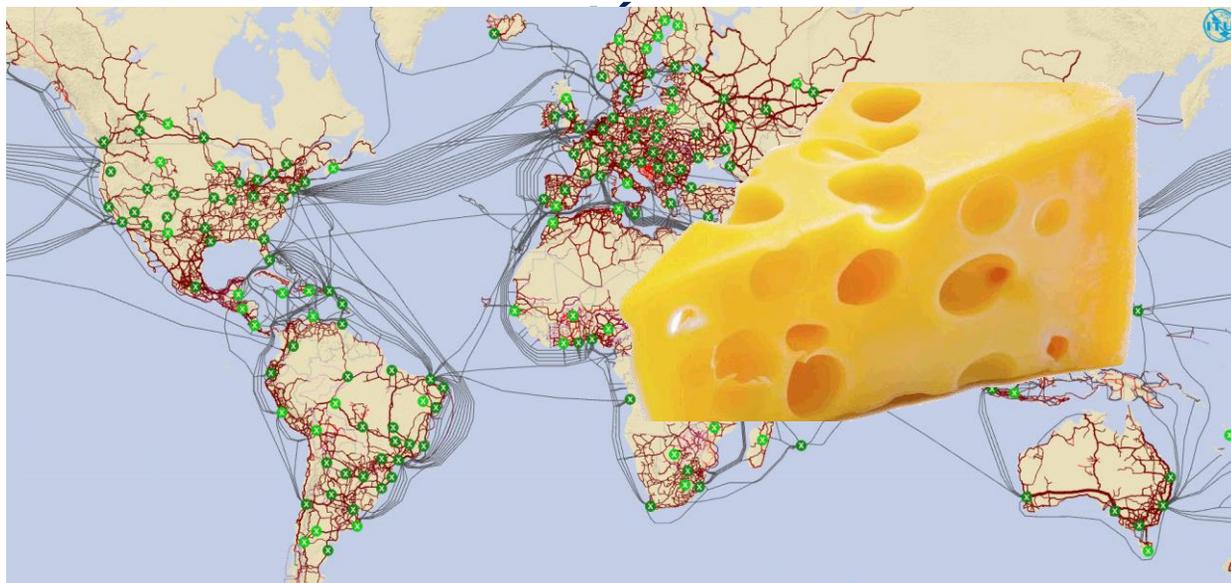


La NSF (Arlington, Va) est une agence américaine, controversée, chargée de financer la recherche scientifique fondamentale aux Etats-Unis

Internet : le piège s'est refermé

4 / 19

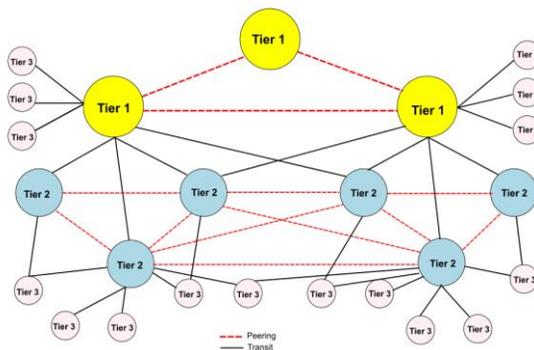
Le monde



Internet : le piège s'est refermé

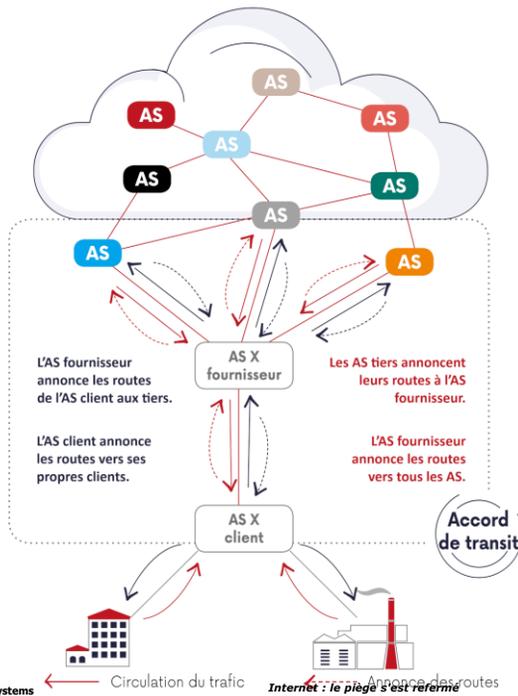
La dorsale Internet

- ❖ Ne pas confondre l'infrastructure de liens et les moyens d'accès
- ❖ Architecture à 3 niveaux : Tier 1, 2 et 3
- ❖ Le Tier 1 est un niveau global qui relie les grands opérateurs en mode peering, le tier-2 étant régional et le Tier-3, le niveau utilisateur local.
- ❖ Tier 1 : liens fibre optique à très haut débit, appartenant à des prestataires privés : AT&T, CenturyLink, Cogent Communications, Deutsche Telekom, Global Telecom and Technology (GTT), Orange, NTT Communications, Sprint, Telecom Italia, Telia, Verizon, Open Transit, Neo Telecom, Zayo Group
- ❖ La connectique est assurée par des routeurs Internet très rapides, à 100 Gb/s, voire au-dessus à 400 Gbps et bientôt 800 Gbps : Cisco, Extreme Networks, Huawei, Juniper, Nokia, etc, utilisent le protocole BGP (Border Gateway Protocol) pour acheminer le trafic entre eux.
- ❖ Le niveau 2 concerne des opérateurs de plus petite taille, régionaux et locaux : les fournisseurs de niveau 2 passent des contrats avec les fournisseurs de niveau 1 pour disposer d'un accès au backbone mondial.
- ❖ Les opérateurs de niveau 3 permettent à des entreprises et à des consommateurs d'accéder à Internet, mais ils n'ont pas d'accès propre à la dorsale Internet: ils passent des contrats avec des fournisseurs d'accès de niveau 2 régionaux.



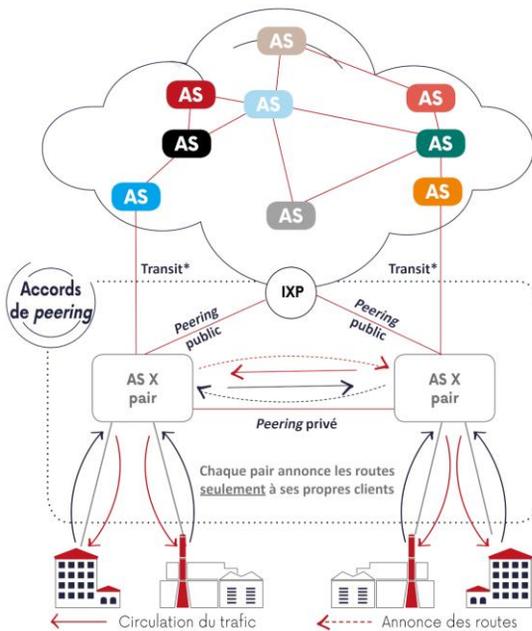
Internet : le piège s'est refermé

Transit



- ❖ Le transit est une prestation proposée par un fournisseur (AS) à un autre fournisseur (AS client) pour acheminer le trafic vers ou en provenance de ce client.
- ❖ C'est une opération purement commerciale
- ❖ En échange d'une rémunération, le transitaire (opérateur du "dessus", achemine le trafic de l'opérateur client, compte tenu de son positionnement géographique ou d'un autre critère : sécurité...
- ❖ Un lien est établi entre les partenaires dotée d'une certaine bande passante
 - ❖ La rémunération se fait en fonction du trafic véhiculé, calculé souvent au 95^{ème} centile : 95 % du débit maximum échangé (on ignore les 5 % les plus chargés)
 - ❖ Un seuil minimum est établi : le "commit" et une durée d'engagement par l'AS fournisseur : garantie de revenu minimum
 - ❖ Depuis quelques années les coûts ont considérablement baissé
 - ❖ Même phénomène que l'hébergement

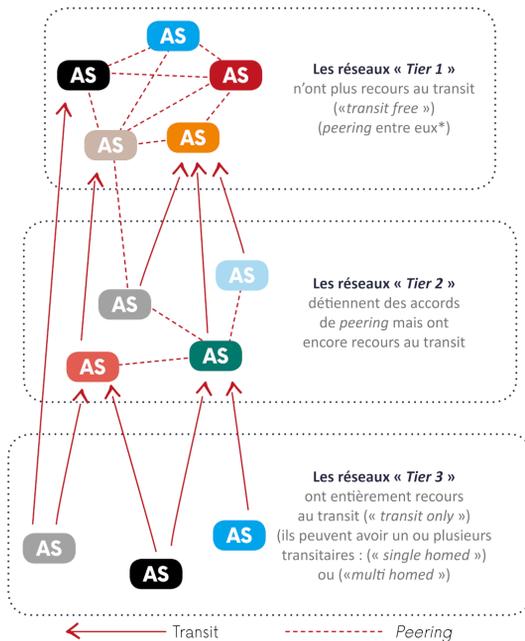
Peering



* Le fait de disposer de relations de peering ne dispense pas nécessairement d'avoir recours à des prestations de transit, pour se raccorder au reste de l'internet.

- ❖ Un accord entre deux AS (opérateurs), qui y trouvent un intérêt mutuel : extension géographique, familles de clients particuliers...
- ❖ Le "peering" revient à constituer une couche de réseau "au-dessus", très rapide, sans contraintes, pour accélérer l'acheminement du trafic entre prestataires privilégiés.
- ❖ Un lien de "peering" est un accord entre opérateurs pour s'échanger directement le trafic de leur réseau respectif.
 - ❖ Généralement le trafic est symétrique...
 - ❖ Le "peering" est public lorsqu'il passe par des IXP
 - ❖ Le "peering" est privé lorsqu'il concerne des liens privés
- ❖ Au départ, le "peering" était gratuit. Ce moins le cas aujourd'hui, du fait de l'asymétrie croissante des trafics.
- ❖ Quand deux FAI "peerent" ensemble : une clause est prévue qui veut que le "peering" devient payant au-delà d'un ratio d'usage entre les partenaires (rapport entre trafic entrant sur trafic sortant) : 1,5/1; 2/1, 2,5/1
- ❖ Il n'y a pas de standard à respecter : c'est du gré à gré et d'intérêt
- ❖ La plupart des accords de "peering" sont informels et ne donnent pas lieu à un contrat écrit et signé

En résumé... Hiérarchie à 3 niveaux



Arcep

* Architecture « fully meshed » ou complètement maillée

9 / 19

- ❖ La hiérarchie n'est pas figée
- ❖ Avec des accords de peering, un Tier 3 peut devenir un Tier 2
- ❖ Un Tier 2 peut faire du peering avec des Tier 1, devenir fournisseur de transit et avoir un statut de Tier 1 s'il a des accords de peering avec l'ensemble des Tier 1
- ❖ La tendance actuelle est que les fournisseurs de contenus (CDN) et les FCA (Fournisseurs de contenus et d'applications) cherchent à moins dépendants, à se doter de leurs propres ressources et de se rapprocher des Tier 1

Les points d'accès



- ❖ IXP ("Internet Access Point") ou GIX ("Global Internet eXchange")
- ❖ Les points d'entrée physiques d'Internet
- ❖ Nœuds d'échanges, dotés de switches et routeurs à très haut débit qui permettent d'acheminer le trafic entre certains partenaires : Tier 1, FAI, quelques grands clients... (protocole BGP de routage fondé sur TCP)
- ❖ Les points d'interconnexion sont souvent la propriété de tiers, parfois à but non-lucratif, mais pas obligatoirement.
- ❖ Les opérateurs de niveau 1 participants à un IXP contribuent à son financement
- ❖ Les avantages de passer par un IXP
 - ❖ Optimisation des coûts : le trafic n'est pas facturé alors qu'un flux montant, hors "peering" le sera
 - ❖ La majorité des échanges étant locaux, le passage par un IXP local ou national, évite de traverser la planète plusieurs fois, pour envoyer un message à son voisin de palier (d'où l'importance des IXP régionaux)
 - ❖ Solution très avantageuse en termes de performances pour les pays à faibles connexions. Il suffit d'un IXP connecté pour bénéficier d'une bande passante que les FAI locaux n'ont pas
 - ❖ Mutualisation d'accès pour de nombreux petits réseaux

Internet : le piège s'est refermé

10 / 19



Internet : le piège s'est refermé

Les IXP au Canada

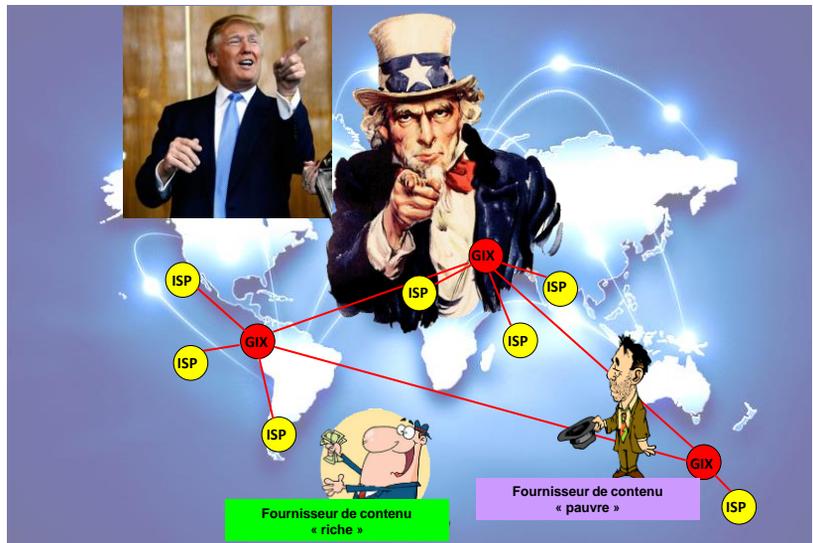
- 17 IXP à la fin 2020
- ❖ Calgary Internet Exchange
- ❖ Edmonton Internet Exchange
- ❖ Halifax Internet Exchange
- ❖ Saskatoon Internet Exchange
- ❖ Creator Toronto International Internet Exchange
- ❖ Equinix Toronto
- ❖ Niagara Region International Internet Exchange
- ❖ Ottawa Internet Exchange
- ❖ Ottawa Gatineau Internet Exchange
- ❖ Ottawa Federal GigaPOP
- ❖ Peer 1 Exchange Vancouver
- ❖ Montreal Internet Exchange
- ❖ Toronto Internet Exchange
- ❖ Vancouver Internet Exchange
- ❖ BCNet Vancouver Transit Exchange
- ❖ Manitoba Internet Exchange
- ❖ Winnipeg Internet Exchange

Neutralité d'Internet

- ❖ Contrairement à ce qui a été dit, Internet n'a jamais eu une vocation universelle de rapprochement des peuples et d'accès à l'information, quelle que soit la race, couleur, nationalité et religion
- ❖ Internet est un hasard technologique (Arpanet) et il ne faut pas être choqué par les "dérives" possibles du net, dont la disparition de la neutralité
- ❖ La perception d'Internet est radicalement différente entre l'Amérique et l'Europe
- ❖ L'avenir est à un Internet de plus en plus commercial où plus rien ne sera gratuit

À tous nos lecteurs

C'est peut-être gênant, mais s'il vous plaît, n'ignorez pas ce message. Ce vendredi, nous vous prions de défendre l'indépendance de Wikipédia. 99 % de nos lecteurs nous ignorent quand nous leur demandons de faire un don. Si vous en avez déjà fait un cette année, nous vous remercions de tout cœur. Un don de 2 € suffirait à faire prospérer Wikipédia pendant de nombreuses années. Ce qui pousse nos lecteurs à faire un don, c'est que Wikipédia leur est véritablement utile. Alors si Wikipédia vous a transmis l'équivalent de 2 € de connaissances cette année, prenez vous aussi un instant pour faire un don. Montrez aux bénévoles qui vous donnent des informations fiables et neutres que leur travail compte pour vous. Merci.



Exemple de la décision unilatérale... qui heureusement n'impacte que les USA

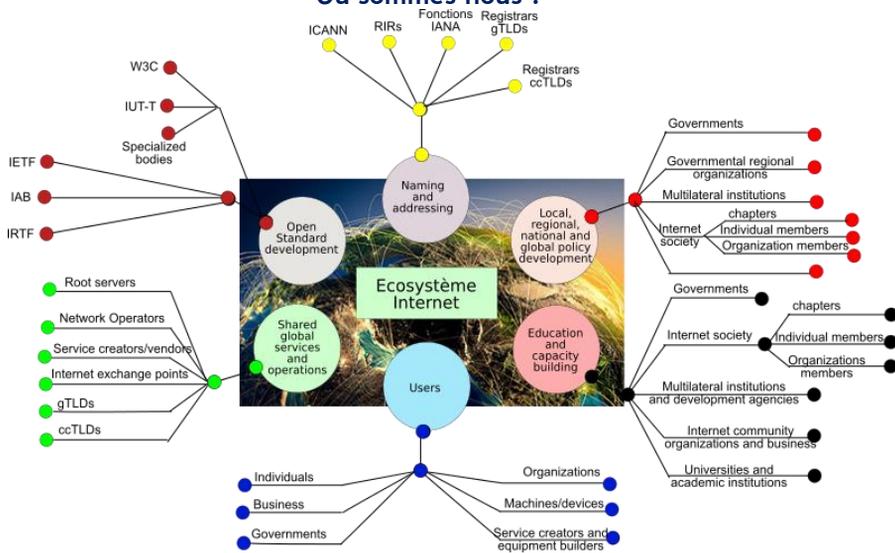
Le piège s'est refermé : Les couches physiques sont sous contrôle du gendarme américain



Internet : le piège s'est refermé

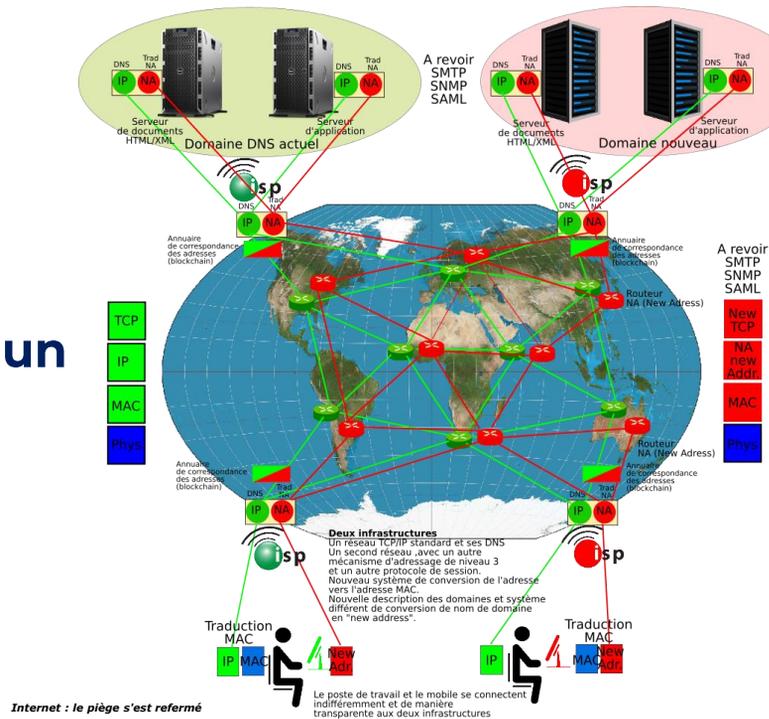
L'écosystème d'Internet

Où sommes nous ?



Internet : le piège s'est refermé

Peut-on imaginer un nouvel internet



15 / 19

La nécessaire démocratisation...

- ❖ Internet ne peut pas fonctionner sans une part de démocratisation de sa gestion
- ❖ Rappel : 1^{er} octobre 2016, l'ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) a été décomissionnée de son rôle initial, par la NTIA (National Telecommunications and Information Administration), repris par des autorités locales.
 - ❖ Décision très mal vécue : de nombreux politiques considèrent qu'il ne faut pas en confier la gestion à des "bureaucrates incompetents", surtout européens, voire non démocratiques comme la Russie et la Chine
 - ❖ Ted Cruz : la démocratisation d'Internet peut devenir une arme pour certains pays qui pourraient exercer une censure efficace à l'encontre de leurs propres ressortissants (ce qu'ils pratiquent déjà...)
 - ❖ Orrin Hatch, sénateur républicain appela en 2015 à protéger Internet « de toute influence indue ou de toute appropriation par des gouvernements, des organisations multilatérales ou intergouvernementales, ou des parties prenantes commerciales ou non commerciales »
 - ❖ Certains sénateurs ont estimé qu'il fallait interdire tout financement à la NTIA...
- ❖ Il faut avoir conscience que les pays ne sont qu'invités, voire tolérés, dans la planète Internet
- ❖ La seule solution : l'ONU...



Internet : le piège s'est refermé

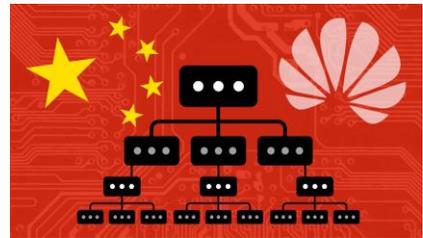
16 / 19

Tentatives ratées de la Chine

- ❖ La Chine a toujours eu des velléités d'indépendance vis-à-vis de la technologie occidentale : centrales nucléaires, avionique, TV avec un équivalent de MPEG 2
- ❖ Proposition d'un nouveau protocole IP : New IP, proposé à l'ITU
- ❖ Volonté politique : China Unicom et China Telecom sont des entreprises d'état
- ❖ Appui de la Russie et de l'Arabie Saoudite
- ❖ Huawei est le bras séculier de l'entente pour les aspects techniques
- ❖ Le réseau devrait être prêt en 2021
- ❖ Les chinois et Huawei proposent une refonte "top down" de l'ensemble du réseau
- ❖ Oxford Information Labs (compagnie de cybersécurité), le "new IP" tel que défini, permettra un meilleur contrôle des flux et des intervenants : les vieux démons, dont une "shutdown command" pour interrompre le trafic...
- ❖ Nouveau système d'adressage : ce n'est pas une refonte, ni IPv6
- ❖ L'initiative est intéressante techniquement, en ce qu'elle contribue à améliorer la pile protocolaire, mais elle n'a aucune chance d'aboutir



L'entente cordiale franco-britannique revue et corrigée par les relations idylliques entre les Etats-Unis et la Chine



Internet : le piège s'est refermé

17 / 19

Que va-t-il se passer ?

- ❖ La situation de mésentente actuelle ne peut pas perdurer : tout le monde y perdra
- ❖ Le niveau Tier 1 va se diversifier et se démocratiser : il va accueillir de nouveaux entrants, des FAI, des fournisseurs de contenus, la séparation sera de plus en plus floue avec les "carriers" traditionnels
- ❖ Le "backbone de transport" va devenir un véritable marché avec des règles plus strictes
- ❖ Les liens 400 et 800 Gbps, voire Tbps vont devenir la norme
- ❖ Les accords de "peering" et de transit seront mieux encadrés, qui vont devoir respecter des contraintes réglementaires plus importantes : RGPD...
- ❖ Grâce aux réseaux satellitaires basse altitude, à la 5G et 6G, la couverture Tier 1 ("peering" public) va augmenter et atteindre des zones nouvelles
- ❖ La motivation n'est pas humaniste, c'est
- ❖ Les américains vont devoir composer avec les autres pays, car le piège peut aussi se refermer sur eux : isolation, manque de ressources humaines, rejet
- ❖ Il n'y a aucune chance de voir apparaître un nouvel Internet, c'est trop tard, les coûts seraient "monstrueux"
- ❖ L'administration va rester américaine avec des aménagements de "façade"
- ❖ L'initiative chinoise va avorter comme les autres tentatives : l'important ne sera pas de mettre en place un "New IP", mais de montrer sa volonté de le faire...
- ❖ Il y aura cependant de fortes retouches apportées aux protocoles phares : HTTP/3, DNSSEC, IPv6, sans remise en cause fondamentale
- ❖ Les usagers privés seront moins impactés, car une bonne part de leur infrastructure va basculer dans le Cloud...
- ❖ Le trafic Internet inférieur à 1000 Terabps instantané va quintupler dans les prochaines années : vidéos et IoT



Internet : le piège s'est refermé

18 / 19



Comprendre les infrastructures d'Internet

Le piège s'est refermé

9 Octobre 2020

Nos prochains rendez-vous

- Vendredi 16 octobre : **Cyberguerre, entre fantômes et réalités**
- Vendredi 23 octobre : **Les avancées concrètes des villes intelligentes**
- Vendredi 30 octobre : **Les algorithmes de chiffrement, ces inconnus**
- Vendredi 6 novembre : **4G et 5G privés en local, plutôt que Wi-Fi**
- Vendredi 13 novembre : **Les certifications pour remplacer les diplômes**
- Vendredi 20 novembre : **IA et la démocratie**
- Vendredi 27 novembre : **La médecine du futur, les barrières explosent**
- Vendredi 4 décembre : **La transformation digitale, mythe ou réalité**
- Vendredi 18 décembre : **Panorama des architectures globales du TI**
- Mercredi 23 décembre : **Une journée comme les autres en... 2070**

