

Internet - 1 - Technique

Stéphane Bortzmeyer
stephane+celsa@bortzmeyer.org

CELSA, 13 janvier 2016

Internet - 1 - Technique

Stéphane Bortzmeyer
stephane+celsa@bortzmeyer.org

CELSA, 13 janvier 2016

Ce qu'il y a derrière l'écran

- M. Michu est très content de ne pas savoir. Il clique et il voit des photos de chat.

Ce qu'il y a derrière l'écran

- M. Michu est très content de ne pas savoir. Il clique et il voit des photos de chat.
- Et à l'autre bout ? Même des gens qui font des sites Web ne savent pas.

Ce qu'il y a derrière l'écran

- M. Michu est très content de ne pas savoir. Il clique et il voit des photos de chat.
- Et à l'autre bout ? Même des gens qui font des sites Web ne savent pas.
- Cette causerie s'adresse à ce·ux·lles qui veulent en savoir plus.

Pour s'y retrouver : les couches

On découpe souvent les réseaux en couches. Couches basses = proches du matériel. Couches hautes = proches de l'utilisateur.

Pour s'y retrouver : les couches

On découpe souvent les réseaux en couches. Couches basses = proches du matériel. Couches hautes = proches de l'utilisateur.

- 1 Physique : les câbles, les routeurs, les ordinateurs.

Pour s'y retrouver : les couches

On découpe souvent les réseaux en couches. Couches basses = proches du matériel. Couches hautes = proches de l'utilisateur.

- 1 Physique : les câbles, les routeurs, les ordinateurs.
- 2 Protocoles : les règles techniques que doivent suivre les machines.

Pour s'y retrouver : les couches

On découpe souvent les réseaux en couches. Couches basses = proches du matériel. Couches hautes = proches de l'utilisateur.

- 1 Physique : les câbles, les routeurs, les ordinateurs.
- 2 Protocoles : les règles techniques que doivent suivre les machines.
- 3 Applications : ce qui intéresse les humains.

Pour s'y retrouver : les couches

- ① Physique : les câbles, les routeurs, les ordinateurs.
- ② Protocoles : les règles techniques que doivent suivre les machines.
- ③ Applications : ce qui intéresse les humains.
- ④ Relative indépendance des couches. Exemple : le serveur Web ne sait pas s'il y a une fibre optique ou du cuivre sur le chemin vers son client.

Les câbles

Les câbles

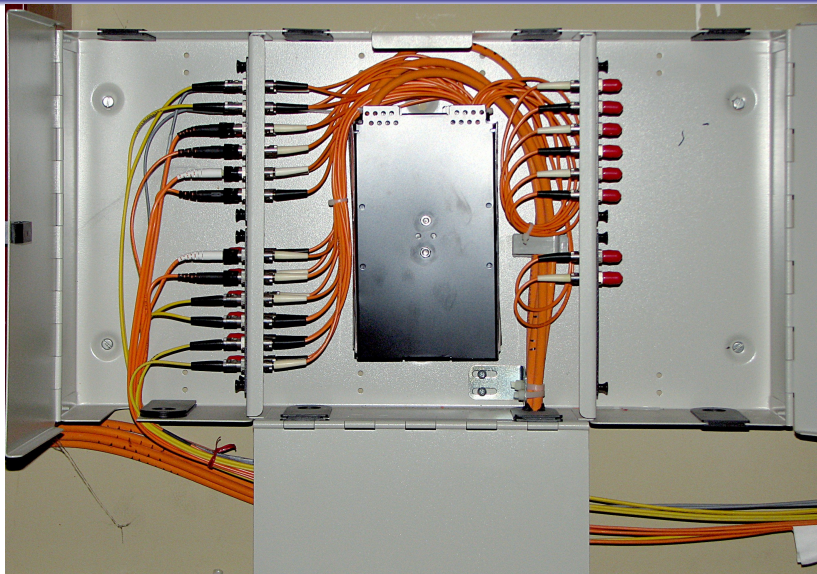
- Grands câbles sous-marins, transatlantiques ou transpacifiques

Les câbles

- Grands câbles sous-marins, transatlantiques ou transpacifiques
- Fibres optiques sous les villes

Les câbles

- Grands câbles sous-marins, transatlantiques ou transpacifiques
- Fibres optiques sous les villes
- Arrivée chez vous en fibre ou par le cuivre de l'ADSL (ou du câble TV)



[1,

Adamantios [GFDL, CC-BY-SA-3.0 or CC BY-SA 2.5-2.0-1.0], via
Wikimedia Commons]



[By

Sergio77 (Own work) [GFDL or CC BY-SA 3.0], via Wikimedia Commons]



[By

Sergio77 (Own work) [GFDL or CC BY-SA 3.0], via Wikimedia Commons]



[By Paul Keleher from Mass, US (Fiber Construction) [CC BY 2.0], via Wikimedia Commons]

Bonnes lectures

- Le livre « *Tubes : A journey to the center of the Internet* » d'Andrew Blum
- Le reportage « *The hacker tourist* » de Neal Stephenson
<http://www.wired.com/1996/12/ffglass/>
- Sur la fragilité et la « physicalité » de ces réseaux, le reportage animalier de Pierre Col <http://www.zdnet.fr/actualites/la-faune-americaine-ennemie-d-internet-39764091.htm>

Discrétion

Par défaut, le trafic circule en clair et est écoutable

Un problème, difficile à ignorer depuis les révélations Snowden. La solution technique, le **chiffrement**.

Le chiffrement est un outil indispensable à la sécurité.

Les routeurs

Les routeurs

- Les ordinateurs spécialisés où se connectent les câbles,

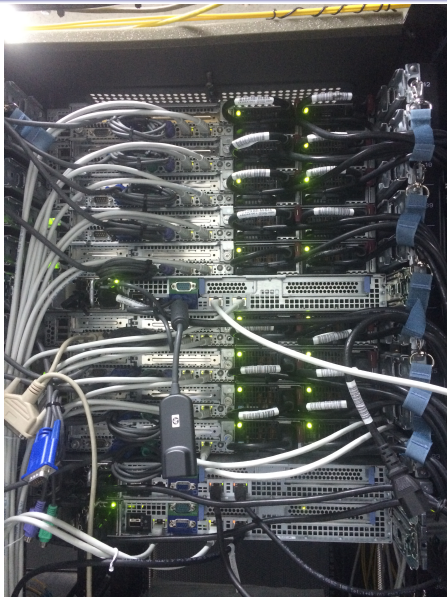
Les routeurs

- Les ordinateurs spécialisés où se connectent les câbles,
- Et qui passent le trafic d'un câble à l'autre.

Les serveurs

Les serveurs

- Les ordinateurs qui sont allumés en permanence, prêts à travailler pour nous



[By Redfox hq (Own work) [CC

BY-SA 3.0], via Wikimedia Commons]

Centres de données

Centres de données

- Les grandes salles où sont souvent hébergés les serveurs.

Centres de données

- Les grandes salles où sont souvent hébergés les serveurs.
- Fournissent les locaux, l'électricité, le refroidissement, le gardiennage.

Centres de données

- Les grandes salles où sont souvent hébergés les serveurs.
- Fournissent les locaux, l'électricité, le refroidissement, le gardiennage.
- À Paris intra-muros, le plus grand est Telehouse 2, boulevard Voltaire.

Points d'échange

Points d'échange

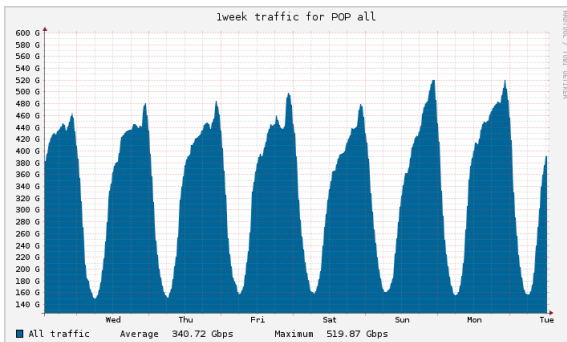
- Les endroits où se rencontrent les opérateurs (en général, dans un centre de données).

Points d'échange

- Les endroits où se rencontrent les opérateurs (en général, dans un centre de données).
- Tous se connectent au même réseau et échangent avec qui ils veulent.

Points d'échange

- Les endroits où se rencontrent les opérateurs (en général, dans un centre de données).
- Tous se connectent au même réseau et échangent avec qui ils veulent.
- En France, le France-IX, 300 membres et 500 Gb/s de trafic.



Relations entre opérateurs

- L'Internet n'existe que par la **connectivité**, les relations entre opérateurs,

Relations entre opérateurs

- L'Internet n'existe que par la **connectivité**, les relations entre opérateurs,
- Chaque opérateur se connecte à plusieurs autres, qui sont connectés à d'autres et ainsi de suite,

Relations entre opérateurs

- L'Internet n'existe que par la **connectivité**, les relations entre opérateurs,
- Chaque opérateur se connecte à plusieurs autres, qui sont connectés à d'autres et ainsi de suite,
- Un lien de *peering* est entre deux opérateurs plus ou moins égaux ; en général, c'est gratuit,

Relations entre opérateurs

- L'Internet n'existe que par la **connectivité**, les relations entre opérateurs,
- Chaque opérateur se connecte à plusieurs autres, qui sont connectés à d'autres et ainsi de suite,
- Un lien de *peering* est entre deux opérateurs plus ou moins égaux ; en général, c'est gratuit,
- Un lien de transit se fait entre un fournisseur et un client plus petit, et est payant.

Les protocoles

Un protocole, c'est

C'est un ensemble de règles que les deux parties doivent respecter pour communiquer

Exemples de protocoles

- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), acheminement du courrier
- HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), transfert de fichiers
- RTSP (*Real Time Streaming Protocol*), « *streaming* »
- BGP (*Border Gateway Protocol*), protocole d'échange des routes entre opérateurs

Exemples de formats

Exemples de formats

- HTML (*HyperText Markup Language*), le format du Web,

Exemples de formats

- HTML (*HyperText Markup Language*), le format du Web,
- Texte seul, simple, efficace, standard, utilisé dans le courrier, certaines messageries instantanées, dans les normes,

Exemples de formats

- HTML (*HyperText Markup Language*), le format du Web,
- Texte seul, simple, efficace, standard, utilisé dans le courrier, certaines messageries instantanées, dans les normes,
- PNG (*Portable Network Graphics*), format d'images.

Les adresses IP

Les adresses IP

- Les machines sont identifiées par une **adresse** unique comme 2001:4b98:dc2:45:216:3eff:fe4b:8c5b,

Les adresses IP

- Les machines sont identifiées par une **adresse** unique comme 2001:4b98:dc2:45:216:3eff:fe4b:8c5b,
- L'adresse dépend de votre connexion, de votre FAI, vous en changez parfois,

Les adresses IP

- Les machines sont identifiées par une **adresse** unique comme 2001:4b98:dc2:45:216:3eff:fe4b:8c5b,
- L'adresse dépend de votre connexion, de votre FAI, vous en changez parfois,
- Dans les messages échangés, chaque machine indique l'adresse source et l'adresse destination, ce qui permet au destinataire de répondre.

Les noms de domaine

et le protocole DNS = *Domain Name System*

Les noms de domaine

et le protocole DNS = *Domain Name System*

- Les adresses IP ne sont pas stables (et ont d'autres limites),

Les noms de domaine

et le protocole DNS = *Domain Name System*

- Les adresses IP ne sont pas stables (et ont d'autres limites),
- On utilise donc plutôt des **noms** qui, eux, sont stables,

Les noms de domaine

et le protocole DNS = *Domain Name System*

- Les adresses IP ne sont pas stables (et ont d'autres limites),
- On utilise donc plutôt des **noms** qui, eux, sont stables,
- Le DNS est une base de données qui associe à ces noms des informations (comme les adresses IP),

Les noms de domaine

et le protocole DNS = *Domain Name System*

- Les adresses IP ne sont pas stables (et ont d'autres limites),
- On utilise donc plutôt des **noms** qui, eux, sont stables,
- Le DNS est une base de données qui associe à ces noms des informations (comme les adresses IP),
- C'est une technologie d'**infrastructure** comme l'eau ou l'électricité : tant qu'elle marche, personne ne la voit. Le DNS reste donc peu connu et peu discuté.

Les noms DNS

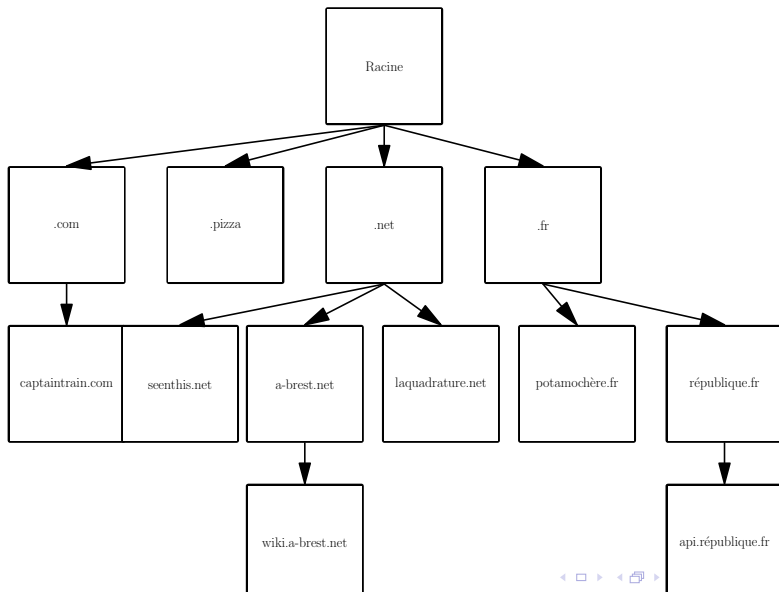
Les noms DNS

- Exemples de noms de domaines : `wiki.a-brest.net`,
`www.phy.cam.ac.uk`, `www.potamochère.fr`, `gmail.com`,
`fr.wikipedia.org...`

Les noms DNS

- Exemples de noms de domaines : `wiki.a-brest.net`,
`www.phy.cam.ac.uk`, `www.potamochère.fr`, `gmail.com`,
`fr.wikipedia.org...`
- Le nom le plus général (TLD *Top-Level Domain* ou domaine de tête), à la fin.

L'arbre du DNS



Et le Web ?

Et le Web ?

Il repose sur trois piliers :

Et le Web ?

Il repose sur trois piliers :

- Le format HTML

Et le Web ?

Il repose sur trois piliers :

- Le format HTML
- Le protocole HTTP

Et le Web ?

Il repose sur trois piliers :

- Le format HTML
- Le protocole HTTP
- Des identificateurs, les URL (*Uniform Resource Locator*), ou adresses Web

```
http://www.bortzmeyer.org/neutralite.html
```

La transparence

Il est intéressant de noter que l'infrastructure d'Internet n'est pas dissimulée

- traceroute affiche la route des messages

La transparence

Il est intéressant de noter que l'infrastructure d'Internet n'est pas dissimulée

- traceroute affiche la route des messages
- tout le monde peut interroger le DNS

La transparence

Il est intéressant de noter que l'infrastructure d'Internet n'est pas dissimulée

- traceroute affiche la route des messages
- tout le monde peut interroger le DNS
- les tables BGP sont publiées

La transparence

Il est intéressant de noter que l'infrastructure d'Internet n'est pas dissimulée

- traceroute affiche la route des messages
- tout le monde peut interroger le DNS
- les tables BGP sont publiées
- des applications comme le bitcoin comptent sur cette transparence pour leur sécurité

Traceroute

De Free (France) à BII (Chine)

```

1    2a01:e35:8bd9:8bb0::1    12322    PROXAD Free SAS,FR    [0.734, 0.
2    2a01:e00:1b::5    12322    PROXAD Free SAS,FR    [8.675, 9.454, 10
3    2a01:e00:1e::1    12322    PROXAD Free SAS,FR    [8.719, 9.148, 8.
4    2a01:e00:1b::e    12322    PROXAD Free SAS,FR    [14.971, 14.746,
5    2001:7f8:4::1b1b:1    5459    LINX-AS London Internet Exchange Ltd
6    2001:470:0:2cf::2    6939    HURRICANE - Hurricane Electric, Inc.,
7    2001:470:0:298::1    6939    HURRICANE - Hurricane Electric, Inc.,
[...]
```

11	2001:252:0:302::1	23911	CNGI-BJIX-AS-AP China Next Generati
12	2001:252:0:100::1	23911	CNGI-BJIX-AS-AP China Next Generati
13	2001:252:0:1::1	23911	CNGI-BJIX-AS-AP China Next Generation
14	2001:da8:1:1c::2	23910	CNGI-CERNET2-AS-AP China Next Genera
15	2001:da8:1:20e::2	23910	CNGI-CERNET2-AS-AP China Next Gener
16	2001:da8:ad:1000::2	23910	CNGI-CERNET2-AS-AP China Next Gen
17	2001:da8:ad:3424::2	23910	CNGI-CERNET2-AS-AP China Next Gen
18	240c:f:1:22::6	45275	ZPARKNET-AS-AP BII Group Holding Ltd.,

Applications

- Navigateur Web (Chrome, Firefox. . .) et le serveur HTTP en face (Apache, Nginx. . .),
- Serveur de courrier (Postfix. . .), et le logiciel client (Thunderbird, K9 Mail. . .),
- Lecteur RTSP (vlc. . .).

Internet \neq Web

Internet \neq Web

- Le Web ne représente qu'une des applications possibles, et le navigateur Web qu'un des logiciels utilisant l'Internet,

Internet \neq Web

- Le Web ne représente qu'une des applications possibles, et le navigateur Web qu'un des logiciels utilisant l'Internet,
- Voix sur IP : le téléphone via l'Internet,

Internet \neq Web

- Le Web ne représente qu'une des applications possibles, et le navigateur Web qu'un des logiciels utilisant l'Internet,
- Voix sur IP : le téléphone via l'Internet,
- Le bitcoin, monnaie sans banque.

Internationalisation

« Jānz aen arzigh zaeph an kell ab zemph altōn ar permenta zēs an merwan jaba zamō karamagan altōn ar mena thōon bard na zaren ek zarnen xevaeth zantanōn. »

« Alors il fit de chaque pétale une langue pour ses adorateurs, afin que ceux-ci chantent sans fin les louanges du Ciel en diverses langues et diverses couleurs. » (Frédéric Werst, « Ward »)

Unicode

Unicode

- Un jeu de caractères qui représente toutes les écritures du monde,

Unicode

- Un jeu de caractères qui représente toutes les écritures du monde,
- 120 737 caractères,

Unicode

- Un jeu de caractères qui représente toutes les écritures du monde,
- 120 737 caractères,
- Et les règles pour les mettre en majuscules, les classer, ...

Unicode

- Un jeu de caractères qui représente toutes les écritures du monde,
- 120 737 caractères,
- Et les règles pour les mettre en majuscules, les classer, ...
- La technique de base de l'internationalisation de l'Internet.

Bonne lecture

« Net.Lang, Réussir le cyberspace multilingue », ouvrage collectif sur l'internationalisation de l'Internet

Services

Services

- Un principe de base de l'Internet est qu'il n'y a pas fournisseur et client : tout le monde peut faire les deux.

Services

- Un principe de base de l'Internet est qu'il n'y a pas fournisseur et client : tout le monde peut faire les deux.
- En pratique, sur le Web, on voit certains fournisseurs de services dominants (les GAFA).

Services

- Un principe de base de l'Internet est qu'il n'y a pas fournisseur et client : tout le monde peut faire les deux.
- En pratique, sur le Web, on voit certains fournisseurs de services dominants (les GAFA).
- Mais ce n'est pas une obligation, et cela ne durera pas forcément toujours.

Services

- Un principe de base de l'Internet est qu'il n'y a pas fournisseur et client : tout le monde peut faire les deux.
- En pratique, sur le Web, on voit certains fournisseurs de services dominants (les GAFA).
- Mais ce n'est pas une obligation, et cela ne durera pas forcément toujours.
- Et cela ne concerne que les services, pas tout l'Internet (l'expression « géants de l'Internet » est absurde).

Exemple de service, le moteur de recherche

Exemple de service, le moteur de recherche

- Son robot visite les sites Web et ramasse le contenu,

Exemple de service, le moteur de recherche

- Son robot visite les sites Web et ramasse le contenu,
- Le contenu est ensuite indexé,

Exemple de service, le moteur de recherche

- Son robot visite les sites Web et ramasse le contenu,
- Le contenu est ensuite indexé,
- Les utilisateurs peuvent ensuite taper des mots-clés et obtenir une liste d'URL.

Exemple de service, le moteur de recherche

- Son robot visite les sites Web et ramasse le contenu,
- Le contenu est ensuite indexé,
- Les utilisateurs peuvent ensuite taper des mots-clés et obtenir une liste d'URL.
- Les algorithmes utilisés ne sont pas publics.

Exemple de service, le moteur de recherche

- Son robot visite les sites Web et ramasse le contenu,
- Le contenu est ensuite indexé,
- Les utilisateurs peuvent ensuite taper des mots-clés et obtenir une liste d'URL.
- Les algorithmes utilisés ne sont pas publics.
- Le moteur de recherche n'est **pas** le Web. On peut utiliser le Web sans lui.

Conclusion

- 1 Une infrastructure lourde et coûteuse,

Conclusion

- ① Une infrastructure lourde et coûteuse,
- ② Avec beaucoup de gens qui s'en occupent,

Conclusion

- ① Une infrastructure lourde et coûteuse,
- ② Avec beaucoup de gens qui s'en occupent,
- ③ Les évolutions sont forcément lentes.