

Le fonctionnement de l'Internet

Stéphane Bortzmeyer
stephane+utc@bortzmeyer.org

WE01 (A2020) : Écrire, communiquer et collaborer sur le Web,
26 novembre 2020

Stéphane Bortzmeyer

CYBERSTRUCTURE

L'Internet, un espace politique

C&F éditions

Une modélisation possible

Une modélisation possible

- En couches successives,

Une modélisation possible

- En couches successives,
- En haut, l'utilisateur, en bas le matériel,

Une modélisation possible

- En couches successives,
- En haut, l'utilisateur, en bas le matériel,
- Couche physique : les câbles,

Une modélisation possible

- En couches successives,
- En haut, l'utilisateur, en bas le matériel,
- Couche physique : les câbles,
- Couche des protocoles,

Une modélisation possible

- En couches successives,
- En haut, l'utilisateur, en bas le matériel,
- Couche physique : les câbles,
- Couche des protocoles,
- Couche applications (au contact des utilisateurs),

Une modélisation possible

- En couches successives,
- En haut, l'utilisateur, en bas le matériel,
- Couche physique : les câbles,
- Couche des protocoles,
- Couche applications (au contact des utilisateurs),
- Important : grande variété d'acteurs (l'Internet, ce n'est pas Google).

Couche physique

Couche physique

- Surtout des fibres optiques, terrestres ou sous-marines (posées au fond),

Couche physique

- Surtout des fibres optiques, terrestres ou sous-marines (posées au fond),
- Très inégalement réparties (certains pays n'ont qu'un seul accès externe),

Couche physique

- Surtout des fibres optiques, terrestres ou sous-marines (posées au fond),
- Très inégalement réparties (certains pays n'ont qu'un seul accès externe),
- Appartenant typiquement à des consortiums,

Couche physique

- Surtout des fibres optiques, terrestres ou sous-marines (posées au fond),
- Très inégalement réparties (certains pays n'ont qu'un seul accès externe),
- Appartenant typiquement à des consortiums,
- Aux intersections, les routeurs.

Les réseaux, ça fait voyager

Le câble METISS à Fort-Dauphin :

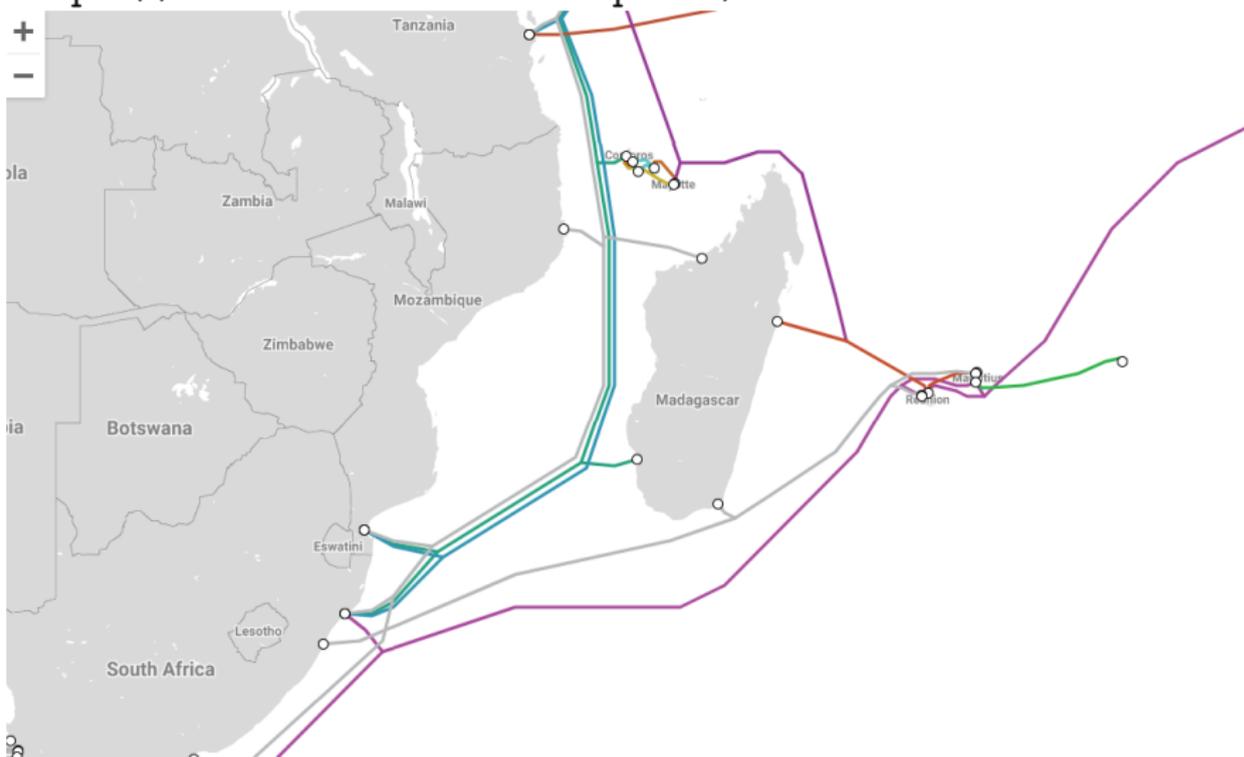


(photo

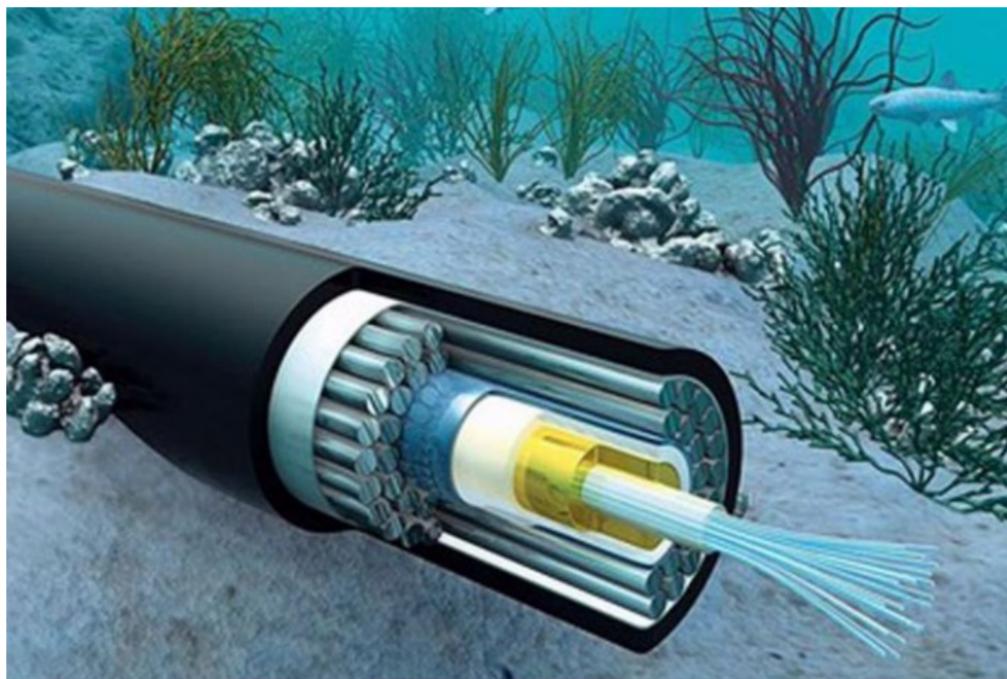
Orange Marine)

Sur la carte

<https://www.submarinecablemap.com/>



Au fond



(dessin

OPT NC)

Couche des protocoles

Couche des protocoles

- C'est quoi, un protocole ?

Couche des protocoles

- C'est quoi, un protocole ?
- Des **règles** que les deux machines doivent suivre,

Couche des protocoles

- C'est quoi, un protocole ?
- Des **règles** que les deux machines doivent suivre,
- Très important concept : permet de séparer le service et l'interface utilisateur (le Web n'est pas Chrome ou Edge).

Exemple de protocole : HTTP

Exemple de protocole : HTTP

- *Hypertext Transfer Protocol*

Exemple de protocole : HTTP

- *Hypertext Transfer Protocol*
- Principal protocole du Web,

Exemple de protocole : HTTP

- *Hypertext Transfer Protocol*
- Principal protocole du Web,
- Client/serveur (il existe aussi des protocoles pair-à-pair),

Exemple de protocole : HTTP

- *Hypertext Transfer Protocol*
- Principal protocole du Web,
- Client/serveur (il existe aussi des protocoles pair-à-pair),
- Le client demande une ressource au serveur avec la requête
GET /toto.html HTTP/1.1.

IP et TCP

IP et TCP

- IP (*Internet Protocol*) : format des paquets de données sur le réseau,

IP et TCP

- IP (*Internet Protocol*) : format des paquets de données sur le réseau,
- Chaque paquet acheminé individuellement et peut être jeté ou corrompu,

IP et TCP

- IP (*Internet Protocol*) : format des paquets de données sur le réseau,
- Chaque paquet acheminé individuellement et peut être jeté ou corrompu,
- Ancienne version IPv4, nouvelle IPv6,

IP et TCP

- IP (*Internet Protocol*) : format des paquets de données sur le réseau,
- Chaque paquet acheminé individuellement et peut être jeté ou corrompu,
- Ancienne version IPv4, nouvelle IPv6,
- TCP (*Transmission Control Protocol*) : se charge de relancer les paquets perdus (et sans créer de congestion!), et de vérifier que tout est complet,

IP et TCP

- IP (*Internet Protocol*) : format des paquets de données sur le réseau,
- Chaque paquet acheminé individuellement et peut être jeté ou corrompu,
- Ancienne version IPv4, nouvelle IPv6,
- TCP (*Transmission Control Protocol*) : se charge de relancer les paquets perdus (et sans créer de congestion!), et de vérifier que tout est complet,
- Demain, TCP remplacé par QUIC ?

Interconnexion des opérateurs

Interconnexion des opérateurs

- « cela ferait beaucoup de fils »,

Interconnexion des opérateurs

- « cela ferait beaucoup de fils »,
- Comment est-ce qu'un membre de Guifi en Catalogne peut regarder le site Web du journal burkinabé Le Faso ? Il n'y a aucun câble entre les deux.

Interconnexion des opérateurs

- « cela ferait beaucoup de fils »,
- Comment est-ce qu'un membre de Guifi en Catalogne peut regarder le site Web du journal burkinabé Le Faso ?
- Les opérateurs s'interconnectent entre eux,

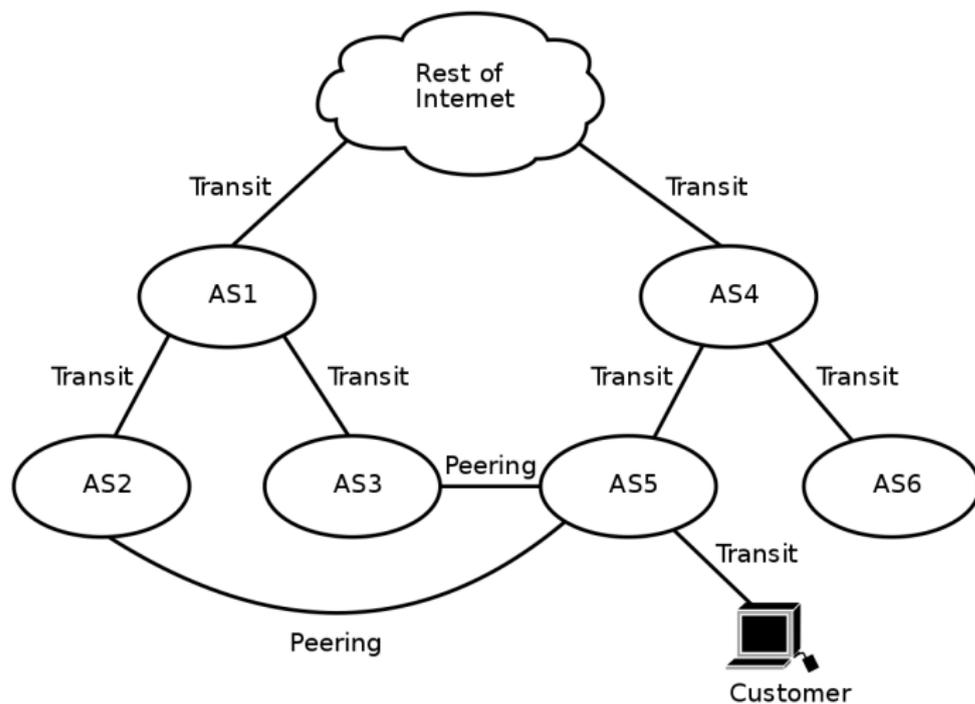
Interconnexion des opérateurs

- « cela ferait beaucoup de fils »,
- Comment est-ce qu'un membre de Guifi en Catalogne peut regarder le site Web du journal burkinabé Le Faso ?
- Les opérateurs s'interconnectent entre eux,
- *Peering* : accès aux réseaux du pair,

Interconnexion des opérateurs

- « cela ferait beaucoup de fils »,
- Comment est-ce qu'un membre de Guifi en Catalogne peut regarder le site Web du journal burkinabé Le Faso ?
- Les opérateurs s'interconnectent entre eux,
- *Peering* : accès aux réseaux du pair,
- Transit : accès à tout l'Internet (logiquement, c'est plus cher).

L'interconnexion en image



Tout le monde est opérateur

Tout le monde est opérateur

- Vous avez un réseau local à la maison, avec deux à dix machines,

Tout le monde est opérateur

- Vous avez un réseau local à la maison, avec deux à dix machines,
- Vous avez un routeur (la *box*),

Tout le monde est opérateur

- Vous avez un réseau local à la maison, avec deux à dix machines,
- Vous avez un routeur (la *box*),
- Vous avez un fournisseur de transit (le FAI, Fournisseur d'Accès à l'Internet),

Tout le monde est opérateur

- Vous avez un réseau local à la maison, avec deux à dix machines,
- Vous avez un routeur (la *box*),
- Vous avez un fournisseur de transit (le FAI),
- Et votre FAI fait pareil (mais en plus gros).

Route suivie par les paquets

From: 109.69.8.210 49835 GUIFINET-AS Fundacio guifi.net, ES

Source address: 109.69.8.210

Probe ID: 11598

1	109.69.8.193	49835	GUIFINET-AS Fundacio guifi.net, ES	[0.651,
2	['*', '*', '*']			
3	149.6.131.89	174	COGENT-174, US	[1.099, 1.089, 2.229]
4	154.54.61.197	174	COGENT-174, US	[5.147, 5.15, 5.321]
5	154.54.59.14	174	COGENT-174, US	[18.736, 18.376, 18.418]
6	130.117.1.98	174	COGENT-174, US	[24.545, 24.376, 24.335]
7	149.6.144.154	174	COGENT-174, US	[106.376, 106.411, 106.378]
8	10.10.1.3	NA	NA	[107.081, 107.009, '*']
9	212.52.137.98	25543	FasoNet-AS, BF	[112.759, 108.293, 108.896]
10	206.82.130.134	25543	FasoNet-AS, BF	[107.372, 106.298, 106.56
11	212.52.129.112	25543	FasoNet-AS, BF	[109.281, 106.839, 107.57

Applications

Applications

- Bien sûr le navigateur Web,

Applications

- Bien sûr le navigateur Web,
- Mais, en fait, toutes les applications utilisent l'Internet, de nos jours,

Applications

- Bien sûr le navigateur Web,
- Mais, en fait, toutes les applications utilisent l'Internet, de nos jours,
- Encore d'autres acteurs : les développeurs d'applications.

Et en dehors de l'infrastructure ?

Et en dehors de l'infrastructure ?

- On s'est focalisés sur l'**infrastructure**,

Et en dehors de l'infrastructure ?

- On s'est focalisés sur l'**infrastructure**,
- Mais il y aussi beaucoup de services, pas indispensables en théorie mais plus ou moins incontournables en pratique,

Et en dehors de l'infrastructure ?

- On s'est focalisés sur l'**infrastructure**,
- Mais il y aussi beaucoup de services, pas indispensables en théorie mais plus ou moins incontournables en pratique,
- Le DNS (système des noms de domaine),

Et en dehors de l'infrastructure ?

- On s'est focalisés sur l'**infrastructure**,
- Mais il y aussi beaucoup de services, pas indispensables en théorie mais plus ou moins incontournables en pratique,
- Le DNS (système des noms de domaine),
- Les réseaux sociaux,

Et en dehors de l'infrastructure ?

- On s'est focalisés sur l'**infrastructure**,
- Mais il y aussi beaucoup de services, pas indispensables en théorie mais plus ou moins incontournables en pratique,
- Le DNS (système des noms de domaine),
- Les réseaux sociaux,
- Les moteurs de recherche,

Et en dehors de l'infrastructure ?

- On s'est focalisés sur l'**infrastructure**,
- Mais il y aussi beaucoup de services, pas indispensables en théorie mais plus ou moins incontournables en pratique,
- Le DNS (système des noms de domaine),
- Les réseaux sociaux,
- Les moteurs de recherche,
- Mais ces deux derniers ne relèvent pas du « fonctionnement de l'Internet ».

Pour en savoir plus

- « *Tubes* » d'Andrew Blum (Harper Collins),
- <https://www.nextinpact.com/article/30144/108821-on-vous-explique-simplement-comment-fonctionnent-tuyaux-dinternet>,
- <https://www.iletaitunefoisinternet.fr/>.