

SciLogs

La nouvelle communauté de blogueurs scientifiques francophones

Grâce à **SciLogs.fr**, dialoguez avec des chercheurs et acteurs du monde des sciences aux points de vue riches et variés. De blog en blog, explorez la science avec ceux qui la font, la décryptent, l'analysent : résultats de recherche, applications pratiques, perspectives insolites, débats éthiques et politiques... Pour vivre la science au quotidien !

Signal sur bruit

Richard Taillet
Astrophysicien,
professeur
chercheur
au LAPTh

Psycho Info

Jérôme Palazzolo
Médecin psychiatre, à Nice
et à l'Université Internationale
Senghor, à Alexandrie,
en Égypte

Complexités

Jean-Paul Delahaye
Mathématicien, informaticien,
et auteur de la rubrique
Logique et calcul
dans *Pour la Science*

Cerveau aux hormones

*William Rostène
et Jacques Epelbaum*
Neuroscientifiques,
directeurs de recherche
à l'Inserm

Best of Bestioles

Loïc Mangin
Rédacteur en chef
adjoint
Pour la Science

Retrouvez
aussi les autres
communautés
« SciLogs » : déjà
plus 140 blogueurs
scientifiques
à l'international !

Réflexions stochastiques

Jean-Jacques Kupiec
Docteur en biologie,
ingénieur de recherche
Inserm au centre
Cavallès

Prospective Spatiale

Christophe Bonnal
Expert en astrophysique,
président des commissions
« Débris spatiaux »
à la FIA et l'AIS



Connectez-vous
maintenant
pour découvrir
www.SciLogs.fr !



Suivez les dernières actualités
des blogueurs également
sur les réseaux sociaux

Proposé par **POUR LA SCIENCE**

ENTRETIEN

Internet au bord du précipice

Pour empêcher la Toile de s'effondrer sous le poids des données, le réseau doit radicalement changer la manière dont il traite l'information, déclare le directeur des Laboratoires Bell.

Entretien avec Markus Hofmann

Le nombre de téléphones intelligents, tablettes et autres gadgets connectés au réseau Internet dépassera celui des êtres humains avant la fin de l'année. Peut-être plus significatif encore, les appareils portables plus rapides et puissants qui arrivent sur le marché produisent et consomment du contenu à un rythme sans précédent. Les données globales des appareils portables ont bondi de 70 pour cent en 2012, d'après un récent rapport de *Cisco*, qui fabrique une bonne partie du

matériel faisant fonctionner Internet. Mais la capacité de l'infrastructure du réseau mondial étant limitée, beaucoup de spécialistes se demandent quand cette limite supérieure sera atteinte et ce que nous ferons quand cela arrivera.

Il est bien sûr possible d'augmenter la capacité du réseau, de rajouter dans les câbles des fibres optiques pour transporter plus de données ou de décharger le trafic sur des réseaux satellites plus petits, mais ces mesures ne font que repousser l'inévitable. La solution serait de

rendre plus intelligent l'ensemble de la structure. Cela demanderait deux ingrédients principaux : des ordinateurs et autres appareils capables de traiter au préalable et éventuellement filtrer ou agréger leur contenu avant de le déverser sur le réseau, ainsi qu'un réseau qui comprend mieux ce qu'il doit faire de ce contenu, plutôt que de n'y voir qu'un flux infini et indifférencié de bits et d'octets.

Pour apprendre comment ces avancées majeures pourraient être accomplies, nous nous sommes entretenus avec

Markus Hofmann, directeur des Laboratoires *Bell* de recherche à Murray Hill, dans le New Jersey (États-Unis) – laboratoires constituant depuis 2009 la branche de recherche et développement d'*Alcatel-Lucent* et qui, depuis leur création en 1925, ont à leur actif le développement du transistor, du laser, des CCD et bien d'autres technologies pionnières du XX^e siècle. M. Hofmann et son équipe voient le salut dans les « réseaux d'information », une approche qui promet d'augmenter la capacité d'Internet en augmentant son « intelligence ».

POUR LA SCIENCE

Markus Hofmann, comment savons-nous que les limites de l'infrastructure actuelle des télécommunications s'approchent ?

→ **MARKUS HOFMANN** : Les signes sont subtils, mais ils sont là. Un exemple personnel : quand j'utilise *Skype* pour envoyer à mes parents en Allemagne des vidéos en direct de mes enfants jouant au hockey, la vidéo se fige parfois aux moments les plus palpitants. En général, cela n'a pas lieu très souvent, mais c'est de plus en plus fréquent, signe que les réseaux commencent à être débordés par le volume de données qu'on leur fait transporter.

Nous savons que Dame Nature nous pose certaines limites : vous ne pouvez pas transporter

plus d'une certaine quantité d'information par un canal de communication donné. Ce phénomène est ce qu'on nomme la limite non linéaire de Shannon (du nom de l'ancien mathématicien Claude Shannon, des *Bell Telephone Laboratories*), et elle nous dit jusqu'où nous pouvons pousser les technologies d'aujourd'hui. Nous sommes déjà très proches de cette limite, à un facteur deux environ.

Autrement dit, quand le trafic sur le réseau aura doublé par rapport à aujourd'hui (ce qui pourrait avoir lieu d'ici quatre à cinq ans), nous aurons dépassé la limite de Shannon. Cela nous indique que nous allons nous heurter à un obstacle fondamental. Il ne nous est pas possible de dépasser cette limite, pas plus qu'on ne peut augmenter la vitesse de la lumière. Il nous faut

donc travailler avec ces limites et trouver des stratégies pour maintenir le niveau de croissance dont nous avons besoin.

PLS

Comment empêcher Internet d'atteindre « la limite » ?

→ **MARKUS HOFMANN** : La façon la plus évidente est d'augmenter la bande passante en posant plus de fibres. Au lieu de se contenter d'un unique câble transatlantique à fibres optiques, par exemple, vous en installez deux, cinq ou dix. C'est l'approche par la force brute, qui est très coûteuse : il faut creuser le sol et poser la fibre, il faut de multiples amplificateurs, émetteurs et récepteurs optiques, et ainsi de suite. Pour



David Yellon

Markus Hofmann

que cela soit économiquement viable, nous devons non seulement intégrer de multiples canaux dans une unique fibre optique, mais également combiner de multiples émetteurs et récepteurs à l'aide de nouvelles technologies telles que l'intégration photonique. Cette approche constitue le « multiplexage spatial ».

Toutefois, se contenter de renforcer l'infrastructure existante ne suffira pas pour répondre aux besoins croissants des communications. Ce dont nous avons besoin, c'est d'une infrastructure qui ne voie plus simplement dans les données brutes des bits et des octets, mais plutôt des morceaux d'information ayant une pertinence pour l'utilisateur d'un ordinateur ou d'un téléphone. En consultant la météo, est-ce que vous voulez connaître la température, la

vitesse du vent et la pression atmosphérique, ou est-ce que vous voulez simplement savoir comment vous habiller ? Telle est l'idée des réseaux d'information.

PLS

En quoi les « réseaux d'information » diffèrent-ils de l'Internet d'aujourd'hui ?

→ **MARKUS HOFMANN** : De nombreuses personnes, à propos d'Internet, parlent de réseau « stupide », mais je n'aime pas ce terme. Ce qui a été au départ le moteur d'Internet, c'était l'échange asynchrone (pas en temps réel) de documents et de données. La plus forte exigence vis-à-vis du système était celle de la résilience : il devait être capable de continuer

à fonctionner même si un ou plusieurs nœuds (ordinateurs, serveurs, etc.) s'arrêtaient de fonctionner. Et le réseau était conçu pour considérer les données comme du simple trafic numérique, et non pour interpréter la signification de ces données.

Aujourd'hui, nous faisons d'Internet un usage qui nécessite des performances en temps réel, qu'il s'agisse de regarder des vidéos diffusées en flux (*streaming*) ou de téléphoner. En même temps, nous engendrons beaucoup plus de données. Le réseau doit devenir plus informé sur le contenu qu'il véhicule afin de mieux établir les priorités dans les acheminements et de fonctionner plus efficacement.

Par exemple, si je fais une conférence vidéo dans mon bureau et que je détourne la tête de l'écran pour bavarder avec quelqu'un qui vient d'entrer dans la pièce, le dispositif devrait être capable d'interrompre la transmission vidéo jusqu'à ce que mon attention revienne vers l'écran. Le système reconnaîtrait que mon attention est engagée ailleurs et ne gaspillerait pas de bande passante pendant que je parle avec la personne dans mon bureau.

PLS

Comment rendre un réseau plus informé du contenu qu'il transporte ?

→ **MARKUS HOFMANN** : Il y a différentes approches. Si vous voulez en savoir davantage sur les données qui traversent un réseau (par exemple pour envoyer au serveur Web le plus proche une requête d'utilisateur pour une page Web), alors vous utilisez un logiciel pour jeter un coup d'œil dans le paquet de données, ce qu'on appelle DPI (*Deep Packet Inspection*, Inspection des paquets en profondeur).

Imaginez une lettre physique que vous envoyez par la poste dans une enveloppe portant l'adresse du destinataire. Le service postal se moque de ce que dit la lettre ; seule l'adresse le concerne. C'est ainsi que fonctionne Internet aujourd'hui par rapport aux données. Avec le DPI, un logiciel dit au réseau d'ouvrir l'enveloppe des données et de lire au moins une partie de ce qui est dedans. Mais vous ne pouvez obtenir qu'une quantité limitée d'information de cette manière, et cela nécessite une importante puissance de calcul. De plus, si les données à l'intérieur du paquet sont cryptées, le DPI ne fonctionnera pas.