

Les problèmes gris dans les réseaux informatiques

Stéphane Bortzmeyer

<stephane+blog@bortzmeyer.org>

Première rédaction de cet article le 21 juillet 2021

<https://www.bortzmeyer.org/pannes-grises.html>

Une passionnante discussion <<https://mailman.nanog.org/pipermail/nanog/2021-July/214217.html>> sur la liste NANOG vient de porter sur les « problèmes gris ». Qu'est-ce qu'un problème gris en matière de réseaux informatiques ?

Les réseaux ne sont pas fiables, toute personne qui a déjà vu un message « *Connection time out* » peut en témoigner. De l'erreur de configuration chez un opérateur à l'attaque d'une pelleteuse sur une fibre, en passant par une bogue dans les routeurs, les causes de panne ne manquent pas. Ces pannes sont typiquement binaires : soit toutes les communications passent, soit aucune ne passe. À défaut d'être faciles à prévenir, ou même à réparer, ces pannes sont triviales à détecter : la supervision couine et les utilisateurs râlent. Mais il y a aussi des pannes « grises ». C'est quand ça déconne mais pas de manière binaire : la grande majorité du trafic passe (et on peut donc ne s'apercevoir de rien) mais le problème gris frappe une petite minorité des paquets, selon des critères qui ne sont pas évidents à première vue. Par exemple, le réseau laisse passer tous les paquets, sauf ceux qui ont telle combinaison d'options. Ou bien il laisse passer 99,99 % des paquets mais jette les autres (en dehors du cas de congestion, où il est normal de jeter les paquets). Dans la discussion sur NANOG, un ingénieur citait un cas qu'il avait rencontré où une *"line card"* défaillante jetait tous les paquets IPv6 où le 65^e bit de l'adresse de destination était à 1 (ce qui est apparemment assez rare). Le terme a été utilisé dans d'autres contextes que le réseau (par exemple cette étude de Microsoft <<https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2017/06/paper-1.pdf>>).

La discussion <<https://mailman.nanog.org/pipermail/nanog/2021-July/214217.html>> sur la liste NANOG avait été lancée dans le contexte d'une étude de l'École polytechnique de Zurich, étude qui commençait par un sondage auprès des opérateurs <<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeA5AGBM-MSsz45MpKooZtt5DEN67WYeJ8xpXuEYqp6QbU3aQ/viewform>> pour leur demander s'ils géraient les problèmes gris et comment.

D'abord, une constatation peu originale mais qu'il est important de rappeler. Même en dehors de la congestion, aucun réseau ne transporte 100 % des paquets. Il y a toujours des problèmes, les réseaux étant des objets physiques, soumis aux lois de la physique et aux perturbations diverses (comme les

rayons cosmiques). Aucune machine n'est idéale, l'électronique n'est pas virtuelle et est donc imparfaite, la mémoire d'un routeur ne garde pas forcément intact ce qu'on lui a confié. Et, non, FCS et ECC ne détectent pas tous les problèmes. Comme le notait un observateur <<https://framapiaf.org/@gub/106545127092615527>> : « De ma longue expérience, j'en ai tiré une analyse (très pertinente) : en informatique il y a entre 1 % et 2 % de magie. C'est faux, mais ça soulage parfois de se dire qu'on est peut être la cible d'un sortilège vaudou ou sous la coupe d'une bonne fée. » Si un opérateur prétendait sincèrement ne pas avoir de problèmes gris, cela indiquerait une absence de recherche plutôt qu'une absence de problème. Fermer les yeux permet de dormir mieux :-)

Les problèmes gris sont très difficiles à détecter. Supposons que, comme tout bon ingénieur, vous avez un système de supervision automatique qui fonctionne, mettons, en envoyant des messages ICMP de type "Echo" et en attendant une réponse. Si vous envoyez trois paquets par test, et que le réseau jette 1 % des paquets (un chiffre très élevé) au hasard, vous n'avez qu'une chance sur un demi-million de détecter le problème. Bien sûr, on ne se contente pas de ce genre de tests. On regarde par exemple les compteurs attachés aux interfaces des routeurs et on regarde si les compteurs d'erreur grimpent. Mais si c'est l'électronique des routeurs qui est défaillante, les compteurs ne seront pas fiables.

Les problèmes gris sont parfois déterministes (comme dans l'exemple du bit 65 plus haut) mais pas toujours et, s'ils ne sont pas reproductibles, le problème est encore pire. Même s'ils sont déterministes, l'algorithme n'est pas forcément évident. Si les paquets sont aiguillés à l'intérieur d'un équipement selon des critères complexes, et qu'un seul des circuits est défaillant, vous ne trouverez pas forcément tout de suite pourquoi, des fois, ça passe et, des fois, ça ne passe pas.

Est-ce grave pour l'opérateur? Dans la discussion sur NANOG, un participant a dit franchement que les problèmes gris étaient fréquents mais tellement difficiles à traiter (par exemple parce qu'ils impliquent souvent de longues et difficiles négociations avec les vendeurs de matériel) qu'il valait mieux les ignorer, sauf si un client râlait. Mais, justement, le client ne râle pas toujours si le problème est rare, et difficile à pointer du doigt avec précision. Et puis les systèmes modernes comportent tellement de couches superposées que le client a le plus grand mal à trouver l'origine d'un problème. Ainsi, dans le cas d'un problème spécifique à IPv6, comme celui cité plus haut, le fait que le navigateur Web typique se rabatte automatiquement et rapidement en IPv4 n'aide pas au diagnostic (même si c'est certainement mieux pour le bonheur de l'utilisateur).

Pour donner une idée de la subtilité des problèmes gris, un participant à NANOG citait un cas d'un commutateur qui perdait 0,00012 % des paquets, un nombre difficile à repérer au milieu des erreurs de mesure. Le problème avait été détecté lors du remplacement des anciens tests (genre les trois messages ICMP cités plus haut) par des tests plus violents.

Bref, quand vous (enfin, votre navigateur Web) avez récupéré cet article, peut-être un problème gris a-t-il perturbé cette récupération. Peut-être n'a-t-il même pas été détecté et le texte que vous lisez n'est pas le bon...