

RFC 6998 : A Mechanism to Measure the Routing Metrics along a Point-to-point Route in a Low Power and Lossy Network

Stéphane Bortzmeyer

<stephane+blog@bortzmeyer.org>

Première rédaction de cet article le 27 août 2013

Date de publication du RFC : Août 2013

<https://www.bortzmeyer.org/6998.html>

Le protocole RPL (*"Routing Protocol for Low power and Lossy Networks"*), normalisé dans le RFC 6550¹, est conçu pour des réseaux de machines très bon marché, ayant peu de capacités (mémoire et calcul), étant souvent très limitées en énergie, et étant connectées par des liens de qualité médiocre. Un tel environnement peut par exemple se rencontrer dans des réseaux de capteurs dispersés dans un environnement industriel. Une partie des machines du réseau va se dévouer pour router les paquets des autres. RPL permet de trouver et de diffuser des routes mais celle choisie ne sera pas forcément optimale. D'où ces deux extensions à RPL permettant à un routeur de 1) mesurer une métrique donnée en émettant un paquet de contrôle vers la destination, paquet qui accumulera au fur et à mesure, dans les routeurs intermédiaires, les informations à propos de la route utilisée actuellement et, 2) découvrir à la demande une route meilleure (si tant est qu'il y en a une).

C'est que ce n'est pas une vie que d'être routeur dans un LLN (*"Low power and Lossy Network"*, les réseaux difficiles dont je parlais au paragraphe précédent). Le RPL classique du RFC 6550 essaie de faciliter les choses en limitant le réseau à un graphe acyclique dirigé vers un puits de données et en calculant toutes les routes à l'avance (ce qu'on nomme un protocole proactif). Une extension à RPL, nommée P2P-RPL (P2P pour pair-à-pair) et normalisée dans le RFC 6997, permet à RPL de devenir réactif et donc de calculer des routes à la demande. Elle permet aussi de trouver des routes plus courtes, en évitant le passage par le sommet du graphe pré-établi. Le routeur utilise, pour ces calculs, les métriques du RFC 6551 (latence, capacité, qualité, et autres métriques dans le registre IANA <<https://www.iana.org/assignments/rpl-routing-metric-constraint/rpl-routing-metric-constraint.xml#rmc-type>>). Mais comment connaître leur valeur effective dans un réseau ? Eh bien, en les mesurant, tout simplement.

1. Pour voir le RFC de numéro NNN, <https://www.ietf.org/rfc/rfcNNN.txt>, par exemple <https://www.ietf.org/rfc/rfc6550.txt>

Le protocole RPL ne transmettant pas cette information pour toutes les routes, c'est au routeur qui en a besoin de demander. Il génère un paquet de contrôle RPL d'un nouveau type, "*Measurement Request*" indiquant ce qu'il veut savoir à propos du chemin entre lui-même et la destination. Chaque routeur sur le trajet va mettre à jour ce paquet avec le coût (pour la métrique demandée) du lien effectivement emprunté. Au bout, le destinataire répondra au demandeur, avec un message de contrôle "*Measurement Reply*", contenant toute l'information accumulée. Le demandeur pourra alors agir (changer d'avis pour certaines routes, par exemple).

En fait, les deux messages utilisent le même type de paquets, les "*Measurement Object*" de code 0x06 (section 3 et registre IANA <<https://www.iana.org/assignments/rpl/rpl.xml#control-codes>>). Un bit dans son en-tête, le bit T (pour "*Type*") sert à distinguer si ce "*Measurement Object*" est un "*Measurement Request*" ou un "*Measurement Reply*". Le paquet contient surtout des options "*Metric Container*" (section 6.7.4 du RFC 6550 et section 2.1 du RFC 6551) qui accumuleront au fur et à mesure les valeurs demandées.

Il est intéressant de comparer ce mécanisme à celui de traceroute qui n'accumule pas les mesures mais compte sur une réponse de chaque routeur intermédiaire vers la source; des options avaient été proposées pour un traceroute « enregistreur » - "*Record Route*" du RFC 791 ou option IP du RFC 1393 - mais elles n'ont eu aucun succès.

Notez bien que, dans un réseau ad hoc, rien ne garantit que tous les routeurs accepteront de procéder à cet enregistrement de données. Ils ont parfaitement le droit de refuser de le faire (voir la section 5 de notre RFC), par exemple pour économiser leur batterie ou bien parce qu'ils trouvent une telle demande trop indiscreète (section 8 du RFC).

Il existe déjà plusieurs mises en œuvre de cette extension expérimentale et un test d'interopérabilité a été documenté <<http://hal.inria.fr/docs/00/66/16/29/PDF/RR-7864.pdf>>. Sinon, un bon article consacré aux mesures de P2P-RPL est « "*The P2P-RPL Routing Protocol for IPv6 Sensor Networks: Testbed Experiments*" <<http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/65/16/03/PDF/SOFTCOM-2011.pdf>> ».

Merci à Emmanuel Baccelli pour sa relecture attentive.