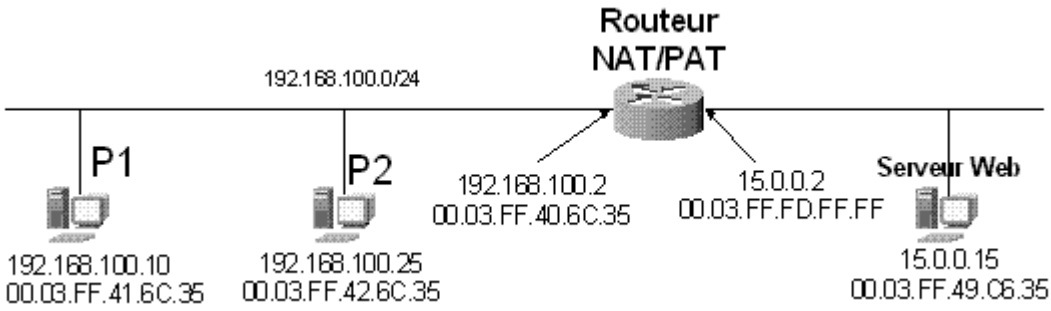
Exonet N°83 : Le dialogue ICMP au travers d'un rout eur NAT/PAT

Propriétés	Description
Intitulé long	Le dialogue ICMP au travers d'un routeur NAT/PAT
Formation concernée	BTS Services informatiques aux organisations.
Matière	SISR2 – Conception des infrastructures réseaux
Présentation	Analyser le dialogue ICMP qui traverse un routeur NAT/PAT, en déduire le fonctionnement.
Notions	Services de base et unites de donnees de protocole associees
Objectifs	Comprendre comment les messages du protocole ICMP (*Internet Control Message Protocol*) sont traités par les processus NAT/PAT (*Network Address Translation, Port Address Translation*).
Pré-requis	Adresse Mac, adresse IP, trame, table de routage, passerelle, NAT/PAT
Outils	Un logiciel analyseur de trames si on souhaite analyser un dialogue ICMP réel
Mots-clés	TCP/IP ICMP routage ping NAT/PAT
Durée indicative	Une heure maximum
Auteur(es)	Daniel Régnier et l'équipe ARLE du Certa pour la relecture.
Version	v 1.0
Date de publication	26 février 2006

Exonet N°83 : Le dialogue ICMP au travers d'un rout eur NAT/PAT

Énoncé

L'administrateur réseau d'une entreprise étudie la mise en place d'un routeur NAT/PAT suivant le schéma ci-dessous :



Le serveur Web est accessible à partir d'Internet à travers un routeur non représenté ici.

Le NAT/PAT est activé sur l'interface 15.0.0.2. L'administrateur réseau veut permettre la communication entre les deux réseaux tout en masquant les adresses du réseau 192.168.100.0.

Il utilise aussi un outil de supervision réseau qui envoie régulièrement des commandes "ping" pour tester l'activité d'un poste
En étudiant précédemment les messages du protocole ICMP (**annexe 1**), il a pu se rendre compte que ce dernier n'utilise pas de port source et de port destination comme les protocoles TCP et UDP.
Le routeur ne fait pas apparaître les échanges ICMP dans sa table de mappage NAT/PAT.
L'administrateur veut étudier l'acheminement des messages ICMP par le routeur NAT/PAT pour contrôler parfaitement les flux. Il décide donc de mettre en place des captures de trames sur chaque segment IP du réseau.

1. Analyse de la table de mappage du routeur

L'administrateur utilise les commandes du routeur pour afficher la table de mappage NAT/PAT en cours sur l'interface 15.0.0.2.
Table de mappage NAT/PAT du routeur :

	Protocole	Ip privée	Port privé	Ip publique	Port public	Ip destination	Port destination
1	TCP	192.168.100.10	1414	15.0.0.2	1414	15.0.0.15	80
2	TCP	192.168.100.25	1414	15.0.0.2	1615	15.0.0.15	80

Questions :
1.1 Expliquer quel trafic réseau est à l'origine de ces lignes.
1.2 Donner l'adresse IP destination et le port destination utilisés par le serveur Web pour envoyer la page HTML demandée par le poste P2.
1.3 Expliquer pourquoi le port public de la ligne N°2 est différent du port privé.

2. La commande PING

L'administrateur lance de manière simultanée, à partir des postes **P1** et **P2**, la commande suivante :
PING 15.0.0.15

Il obtient sur les deux postes la réponse suivante :
Réponse de 15.0.0.15 : octets=32 temps=4 ms TTL=127

Les champs ICMP des premières trames capturées sont présentés en **Annexe 2**

Questions :
2.1 À quels échanges ICMP correspondent les trames 1, 3, 5 et 7 ?
2.2 À quels échanges ICMP correspondent les trames 2, 4, 6 et 8 ?
2.3 Justifier le changement de l'adresse IP source de la trame N°3 par rapport à la trame N°1.
2.4 Quel champ ICMP a été modifié par le routeur NAT/PAT pour distinguer les messages du poste **P1** avec ceux du poste **P2** ? Vérifier avec la description des messages donnée dans la RFC 792.

3. Autres trames capturées

Les captures présentent également les trames suivantes :

Trame 9
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **40** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **42** 6C 35
Ip source : 192.168.100.25
Ip destination : 15.0.0.15
Champs ICMP (hexa) :

08	00	F2	5B
02	00	59	00
…	…	…	…

Trame 17
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **40** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **42** 6C 35
Ip source : 192.168.100.25
Ip destination : 15.0.0.15
Champs ICMP (hexa) :

08	00	F1	5B
02	00	5A	00
…	…	…	…

Trame 25
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **40** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **42** 6C 35
Ip source : 192.168.100.25
Ip destination : 15.0.0.15
Champs ICMP (hexa) :

08	00	F0	5B
02	00	5B	00
…	…	…	…

Questions
3.1 À quels messages ICMP correspondent les trames 9, 17 et 25 ?
3.2 En dehors du checksum, quel champ ICMP est modifié et pourquoi ?

Annexes

Annexe 1 : Extrait de la RFC 792 : *Internet Control Message Protocol* (ICMP)
En français, adapté du document : http://abcdrfc.free.fr/rfc-vf/rfc792.html
Original en anglais sur le site : http://www.rfc-editor.org
À l'adresse : ftp://ftp.rfc-editor.org/in-notes/rfc792.txt

Introduction
Le Protocole Internet (IP) [1] est utilisé pour la transmission de datagrammes d'hôte à hôte à l'intérieur d'un système de réseaux interconnectés appelé Catenet [2]. Les appareils raccordant les réseaux entre eux sont appelés des Routeurs. Ces routeurs communiquent entre eux en utilisant le protocole Routeur à Routeur (GGP) [3,4] afin d'échanger des informations de contrôle et de gestion du réseau. Occasionnellement, un routeur ou un hôte destinataire peut avoir à communiquer vers l'émetteur du datagramme, par exemple, pour signaler une erreur de traitement du datagramme. C'est dans cette perspective qu'a été mis en place le protocole Internet Control Message Protocol (ICMP).
Il s'appuie sur le support de base fourni par IP comme s'il s'agissait d'un protocole d'une couche supérieure. ICMP n'en reste pas moins une partie intégrante du protocole IP, et doit de ce fait être implémenté dans chaque module IP.

Formats de message :

Message d'écho et de "réponse à écho"

0								1								2								3	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1
Type								Code								Checksum															
Identificateur																Numéro de Séquence															
Data…..																															

Champs ICMP :

Type :	8 = écho; 0 = réponse à écho.
Code :	0
Checksum :	Le complément à un sur 16 bits de la somme des compléments à un du message ICMP. Lors du calcul du Checksum, le champ destiné à recevoir ce Checksum sera laissé à zéro. Si la longueur totale du message est un nombre impair d'octets, le calcul du Checksum se fera en ajoutant un dernier octet à zéro de bourrage en fin de message. Ce mécanisme de Checksum sera changé dans le futur.
Identificateur :	Si le code = 0, un identificateur permettant d'associer l'écho et la réponse à l'écho, peut être nul.
Numéro de séquence :	Si le code = 0, un numéro de séquence permettant d'associer l'écho et sa réponse. Peut être nul.

Description
Les données reçues dans un message d'écho doivent être réémises dans la réponse à l'écho. L'identificateur et le numéro de séquence peuvent être utilisés par l'émetteur du message d'écho afin d'associer facilement l'écho et sa réponse. Par exemple, l'identificateur peut être utilisé comme l'est un port pour TCP ou UDP, identifiant ainsi une session, et le numéro de séquence incrémenté pour chaque message d'écho envoyé. Le "miroir" respectera ces deux valeurs pour renvoyer le retour.
Les messages de code 0 peuvent provenir d'un routeur ou d'un hôte.

Références
[1] Postel, J. (ed.), "Internet Protocol - DARPA Internet Program Protocol Specification," RFC 791, USC/Information Sciences Institute, September 1981.
[2] Cerf, V., "The Catenet Model for Internetworking," IEN 48, Information Processing Techniques Office, Defense Advanced Research Projects Agency, July 1978.
[3] Strazisar, V., "Gateway Routing: An Implementation Specification", IEN 30, Bolt Beranek and Newman, April 1979.
[4] Strazisar, V., "How to Build a Gateway", IEN 109, Bolt Beranek and Newman, August 1979.

Annexe 2 : Champs ICMP des premières trames capturées lors de la commande PING

Trame 1
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **40** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **42** 6C 35
Ip source : 192.168.100.25
Ip destination : 15.0.0.15
Champs ICMP (hexa) :

08	00	F3	5B
02	00	58	00
…	…	…	…

Trame 2
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **40** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **41** 6C 35
Ip source : 192.168.100.10
Ip destination : 15.0.0.15
Champs ICMP (hexa) :

08	00	FC	5B
02	00	4F	00
…	…	…	…

Trame 3
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **49** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **FD** FF FF
Ip source : 15.0.0.2
Ip destination : 15.0.0.15
Champs ICMP (hexa) :

08	00	F4	5B
01	00	58	00
…	…	…	…

Trame 4
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **49** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **FD** FF FF
Ip source : 15.0.0.2
Ip destination : 15.0.0.15
Champs ICMP (hexa) :

08	00	FC	5B
02	00	4F	00
…	…	…	…

Trame 5
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **FD** FF FF
Adresse Ethernet source 00 03 FF **49** 6C 35
Ip source : 15.0.0.15
Ip destination : 15.0.0.2
Champs ICMP (hexa) :

00	00	FC	5B
01	00	58	00
…	…	…	…

Trame 6
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **FD** FF FF
Adresse Ethernet source 00 03 FF **49** 6C 35
Ip source : 15.0.0.15
Ip destination : 15.0.0.2
Champs ICMP (hexa) :

00	00	04	5C
02	00	4F	00
…	…	…	…

Trame 7
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **42** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **40** 6C 35
Ip source : 15.0.0.15
Ip destination : 192.168.100.25
Champs ICMP (hexa) :

00	00	FB	5B
02	00	58	00
…	…	…	…

Trame 8
Adresse Ethernet destination 00 03 FF **41** 6C 35
Adresse Ethernet source 00 03 FF **40** 6C 35
Ip source : 15.0.0.15
Ip destination : 192.168.100.10
Champs ICMP (hexa) :

00	00	04	5C
02	00	4F	00
…	…	…	…

Proposition de correction :

1. Analyse de la table de mappage du routeur

1.1 Expliquer quel trafic réseau est à l'origine de ces lignes.
C'est le résultat de la consultation de pages Web vers le serveur (15.0.0.15) à partir des postes P1 et P2.

1.2 Donner l'adresse IP destination et le port destination utilisés par le serveur Web pour envoyer la page HTML demandée par le poste P2.
Ip destination : 15.0.0.2
Port destination : 1615

1.3 Expliquer pourquoi le port public de la ligne N°2 est différent du port source.
Les ports sources utilisés par les postes P1 et P2 étant identiques (cas assez rare), Le processus de mappage NAT/PAT a été obligé de modifier ce port pour la deuxième ligne afin de distinguer les deux dialogues et assurer la retransmission des réponses vers les postes correspondants.

2. La commande PING

2.1 À quels échanges ICMP correspondent les trames 1, 3, 5 et 7 ?
Trame 1 *: Message ICMP* ***"echo" (08)*** *de P2 vers Routeur à destination de 15.0.0.15*
Trame 3 *: Message ICMP* ***"echo" (08)*** *du Routeur vers serveur Web*
Trame 5 *: Message ICMP* ***"réponse à echo" (00)*** *du serveur Web vers Routeur à destination de 15.0.0.2*
Trame 7 *: Message ICMP* ***"réponse à echo" (00)*** *du Routeur vers P2 à destination de 192.168.100.25*

2.2 À quels échanges ICMP correspondent les trames 2, 4, 6 et 8 ?
Trame 2 *: Message ICMP* ***"echo" (08)*** *de P1 vers Routeur à destination de 15.0.0.15*
Trame 4 *: Message ICMP* ***"echo" (08)*** *du Routeur vers serveur Web*
Trame 6 *: Message ICMP* ***"réponse à echo" (00)*** *du serveur Web vers Routeur à destination de 15.0.0.2*
Trame 8 *: Message ICMP* ***"réponse à echo" (00)*** *du Routeur vers P1 à destination de 192.168.100.10*

2.3 Justifier le changement de l'adresse IP source de la trame N°3 par rapport à la trame N°1.
C'est le résultat du processus NAT/PAT activé sur l'interface 15.0.0.2 qui a substitué l'adresse IP privée 192.168.100.25 par l'adresse IP publique 15.0.0.2

2.4 Quel champ ICMP a été modifié par le routeur NAT/PAT pour distinguer les messages du poste P1 avec ceux du poste P2 ? Vérifier avec la description des messages donnée dans la RFC 792.
C'est le champ Identificateur : ***Trame 1*** *(02 00)* ***Trame 3*** *(01 00)* ***Trame 5*** *(01 00)* ***Trame 7*** *(02 00)*
RFC 792 : « Par exemple, l'identificateur peut être utilisé comme l'est un port pour TCP ou UDP, identifiant ainsi une session. »

Attention, cette modification entraîne la modification du champ Checksum.

Au départ du poste P1, le champ identificateur a la valeur (02 00), ***Trame 1****.*
Au départ du routeur, le processus NAT/PAT substitue cette valeur par la valeur (01 00), ***Trame 3*** *en même temps qu'il substitue l'adresse IP privée par l'adresse IP publique.*
Le serveur Web (15.0.0.15) retourne le message "réponse à echo" (00) avec le même identificateur (01 00), ***Trame 5****.*
Au retour, le processus NAT/PAT retrouve dans sa table de mappage la correspondance identificateur public, adresse IP publique et réalise la substitution inverse.

Si le routeur avait fait apparaître les échanges ICMP dans sa table de mappage NAT/PAT, on aurait obtenu :

	Protocole	Ip privée	identificateur privé	Ip publique	Identificateur public	Ip destination	Port destination
1	icmp	192.168.100.25	512 (02 00)	15.0.0.2	256 (01 00)	15.0.0.15	N/A
2	icmp	192.168.100.10	512 (02 00)	15.0.0.2	512 (02 00)	15.0.0.15	N/A

Remarques :
1. L'identificateur utilisé par la commande PING du système de ces clients est ici toujours le même, soit 512 (02 00 en hexa), mais il peut varier sur d'autres systèmes.
2. Le processus NAT/PAT du protocole ICMP de ce routeur, utilise pour l'identificateur public, une valeur non attribuée dans la suite des valeurs suivantes : (01 00), (02 00), (03 00), (04 00), etc. Ce comportement peut-être différent sur d'autres routeurs.

3. Autres trames capturées

3.1 À quels messages ICMP correspondent les trames 9, 17 et 25 ?

*Il s'agit de trois messages ICMP **"echo" (08)** de P2 vers le Routeur à destination de 15.0.0.15*

3.2 En dehors du checksum, quel champ ICMP est modifié et pourquoi ?

*Le champ **"Numéro de séquence"**, il permet de distinguer les différents messages **"echo"** qui sont émis à partir du poste **P2** avec la commande PING. Il est réutilisé dans le message **"réponse à echo"**, la commande PING peut donc notamment déterminer si un des messages **"echo"** est perdu (délai d'attente de la demande dépassé) ou spécifier un temps de réponse propre à chaque demande.*