

Protocole de configuration dynamique des hôtes

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol

GUINKO Tonguim Ferdinand

IBAM, Université Joseph KI-ZERBO

2 juin 2022

Matériel ayant servi à la conception de ce cours

- <http://www.linux-france.org/prj/edu/archinet/systeme/ch27s03.html>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Dynamic_Host_Configuration_Protocol
- <https://www.lebigdata.fr/dhcp-tout-savoir>
- <https://www.it-connect.fr/chapitres/dhcp-mode-de-fonctionnement/>
- <https://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2982/dhcp-overview-3/index.html>

Sommaire

- 1 Présentation et utilité
- 2 Fonctionnement de DHCP
- 3 Configuration du serveur DHCP

DHCP : un protocole

DHCP :

- est un protocole réseau dont le rôle est d'assurer la configuration automatique des paramètres IP d'une station ou d'une machine, notamment en lui attribuant automatiquement une adresse IP et un masque de sous-réseau ;
- peut aussi configurer l'adresse de la passerelle par défaut, des serveurs de noms DNS et des serveurs de noms NBNS (connus sous le nom de serveurs WINS sur les réseaux de la société Microsoft) ;
- est un ensemble de règles de procédure d'attribution de l'adresse IP.

DHCP : un protocole (2)

Dans le cadre du protocole DHCP, il existe deux catégories principales de machines concernées par le service DHCP ; les ordinateurs personnels et les serveurs :

- les ordinateurs personnels : ils peuvent être des postes de travail, un ordinateur portable, etc. ; ils sont désignés sous le nom d'hôte ou de client ;
- le serveur qui permet de transformer et de transmettre les données à un autre ordinateur.

Pourquoi le DHCP ?

La conception initiale du protocole IP supposait la préconfiguration de chaque ordinateur connecté au réseau avec les paramètres TCP/IP adéquats : c'est l'adressage statique, nommée également *adressage IP fixe*. L'adressage statique peut présenter les inconvénients suivants :

- sur des réseaux de grandes dimensions ou étendues, où des modifications interviennent souvent, elle engendre une lourde charge de maintenance et des risques d'erreurs.
- en outre, les adresses assignées ne peuvent être utilisées si l'ordinateur qui détient cette adresse IP n'est pas en service : un cas de figure où cela pose un problème est celui des fournisseurs d'accès à internet, qui ont en général plus de clients que d'adresses IP à leur disposition, mais dont les clients ne sont jamais tous connectés en même temps.

Pourquoi le DHCP ? (2)

DHCP apporte une solution à ces trois inconvénients :

- seuls les ordinateurs en service utilisent une adresse de l'espace d'adressage ;
- toute modification des paramètres tels que l'adresse de la passerelle, des serveurs de noms ..., est répercutée sur les stations lors du redémarrage ;
- la modification de ces paramètres est centralisée sur les serveurs DHCP.

Paradigme client-serveur

Le protocole DHCP fonctionne selon le paradigme client-serveur. Le protocole ou environnement client-serveur désigne un mode de transaction, souvent à travers un réseau, entre plusieurs programmes ou processus : l'un, qualifié de client, envoie des requêtes ; l'autre, qualifié de serveur, attend les requêtes des clients et y répond.

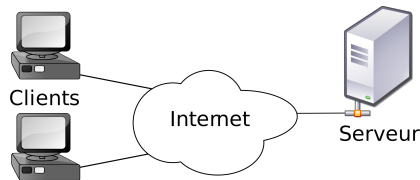


FIGURE – Exemple d'architecture client-serveur : deux clients font leurs requêtes à un serveur via Internet.

Attribution d'une adresse DHCP

L'ordinateur équipé de carte réseau, mais initialement dépourvu d'adresse IP, envoie en diffusion sur le réseau un datagramme DHCP DISCOVER qui s'adresse au port 67 de n'importe quel serveur DHCP à l'écoute sur ce port. Ce datagramme comporte entre autres l'adresse physique, c'est-à-dire l'adresse MAC ((Media Access Control)) du client.

Les adresses IP dynamiques sont octroyées pour une durée limitée, avec une date de début et une date de fin de validité, qui est transmise au client dans l'accusé de réception qui clôture la transaction DHCP. C'est ce qu'on appelle la durée du bail, ou lease time.

Attribution d'une adresse DHCP : bail

L'un des avantages majeurs du protocole DHCP est sa capacité à gérer les affectations d'adresses IP au moyen de baux. L'intérêt des baux est de pouvoir récupérer les adresses IP lorsqu'elles ne sont plus utilisées afin de les attribuer à d'autres clients. Cela permet à un site DHCP d'utiliser un pool d'adresses IP plus petit que celui qui serait nécessaire si tous les clients possédaient une adresse IP permanente.

Attribution d'une adresse DHCP : bail (2)

- Sur un réseau où beaucoup d'ordinateurs se branchent et se débranchent souvent comme c'est le cas dans les réseaux d'école ou de locaux commerciaux par exemple, il est intéressant de proposer des baux de courte durée.
- A l'inverse, sur un réseau constitué en majorité de machines fixes, très peu souvent redémarrées, des baux de longues durées sont plus pertinents.
 - En effet le DHCP marche principalement par diffusion ; de ce fait, des baux de courte durée sur un réseau où beaucoup d'ordinateurs se branchent et se débranchent souvent, sur des petits réseaux fortement sollicités, peuvent contribuer à congestionner la bande passante.

Attribution d'une adresse DHCP : bail (3)

Remarque : le client n'est que locataire de cette adresse IP. Il n'en n'est pas le propriétaire définitif, d'où la notion de bail. De plus, le client reçoit également d'autres paramètres comme :

- l'adresse IP de sa passerelle ;
- les adresses des serveurs de noms DNS/BIND ;
- éventuellement les adresses IP des serveurs de noms NBNS/WINS dans le cas d'un DHCP Windows.

Attribution d'une adresse DHCP : bail (4)

Important : les serveurs DHCP doivent nécessairement disposer d'une adresse IP statique. Il ne faut pas confondre adresse IP fixe et adressage IP statique. Le serveur DHCP peut attribuer des adresses IP fixes, c'est-à-dire, toujours la même en fonction de l'adresse MAC reçue du client ; alors que le serveur DHCP ne peut posséder qu'une adresse IP statique configurée manuellement.

Attribution d'une adresse DHCP : obtention du bail

Lorsqu'un client DHCP initialise un accès à un réseau TCP/IP, le processus d'obtention du bail IP se déroule en 4 phases :

- 1 Le client émet un message de demande de bail IP `DHCPDISCOVER` qui est envoyé sous forme d'une diffusion sur le réseau avec adresse IP source 0.0.0.0 et adresse IP destination 255.255.255.255 et adresse MAC, avec d'autres informations comme le type de requête, les ports de connexion ...
- 2 Les serveurs DHCP répondent en proposant une adresse IP avec une durée de bail et l'adresse IP du serveur DHCP `DHCOFFER` sur le port UDP/68 du client.

Attribution d'une adresse DHCP : obtention du bail (2)

- ③ Dans le cas où il y a plusieurs serveurs DHCP, le client retient une des offres reçues, la première qui lui parvient et envoie une demande d'utilisation de cette adresse au serveur DHCP par le paquet DHCPREQUEST. Son message envoyé par diffusion comporte l'identification du serveur sélectionné qui est informé que son offre a été retenue ; tous les autres serveurs DHCP retirent leur offre et les adresses proposées redeviennent disponibles.
- ④ Le serveur DHCP accuse réception de la demande et accorde l'adresse en bail à travers le paquet DHCPACK ; les autres serveurs retirent leur proposition.

Enfin le client utilise l'adresse pour se connecter au réseau.

Attribution d'une adresse DHCP

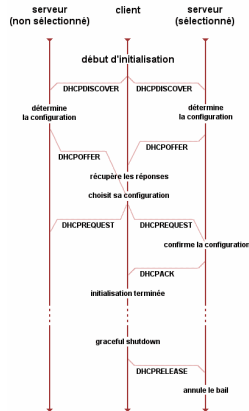


FIGURE – Représentation 1 du processus d'attribution d'une adresse DHCP

Attribution d'une adresse DHCP

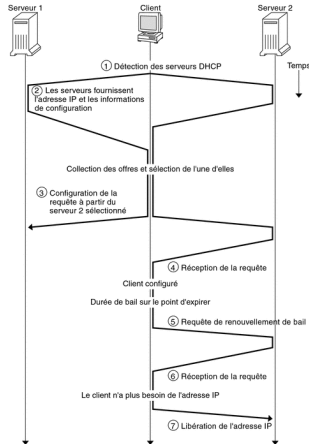


FIGURE – Représentation 2 du processus d'attribution d'une adresse DHCP

Attribution d'une adresse DHCP

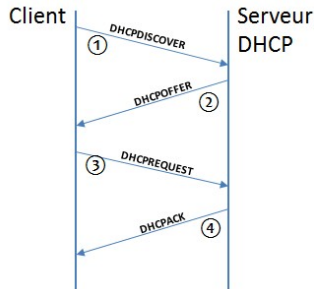


FIGURE – Représentation 3 du processus d'attribution d'une adresse DHCP

Attribution d'une adresse DHCP

Le schéma précédent présente les étapes suivantes :

- ❶ Le client identifie un serveur DHCP en diffusant un message de détection à l'adresse de diffusion limitée (255.255.255.255) sur le sous-réseau local. Si un routeur est présent et configuré pour agir comme un agent de relais BOOTP, la requête est transmise à d'autres serveurs DHCP sur d'autres sous-réseaux. Le message de diffusion du client comprend son identifiant unique, ID qui, lors de l'implémentation DHCP Oracle Solaris, est dérivé de l'adresse MAC du client. Sur un réseau Ethernet, l'adresse MAC est identique à l'adresse Ethernet.

Attribution d'une adresse DHCP (2)

- ② Les serveurs DHCP qui reçoivent le message de détection sont capables d'identifier le réseau du client en effectuant l'analyse suivante :
 - Sur quelle interface réseau la requête est-elle parvenue ? Le serveur peut en déduire que le client appartient au réseau auquel l'interface est connectée ou que le client utilise un agent de relais BOOTP relié à ce réseau.
- ③ La requête contient-elle l'adresse IP d'un agent de relais BOOTP ? Lorsqu'une requête transite par un agent de relais, celui-ci insère son adresse dans l'en-tête de la requête. Lorsque le serveur détecte une adresse d'un agent de relais, il sait que la portion réseau de l'adresse désigne l'adresse réseau du client dans la mesure où l'agent de relais doit obligatoirement être connecté au réseau du client.

Attribution d'une adresse DHCP (3)

- ④ Le réseau du client comporte-t-il des sous-réseaux ? Le serveur consulte la table netmasks pour identifier le masque de sous-réseau utilisé sur le réseau désigné par l'adresse de l'agent de relais ou par l'adresse de l'interface réseau ayant reçu la requête. Dès que le serveur connaît cette information, il peut déterminer la portion de l'adresse réseau correspondant à la portion de l'hôte, puis sélectionner une adresse IP qui convient pour le client.

Attribution d'une adresse DHCP (4)

- 5 Une fois que les serveurs DHCP ont réussi à identifier le réseau du client, ils sélectionnent une adresse IP appropriée et s'assurent qu'elle est libre. Ils répondent ensuite au client en diffusant un message d'offre. Ce message contient l'adresse IP sélectionnée et des informations au sujet des services pouvant être configurés pour le client. Chaque serveur réserve provisoirement l'adresse IP proposée jusqu'à ce que le client choisisse ou non d'accepter l'adresse IP en question.
- 6 Le client sélectionne la meilleure offre en fonction du nombre et du type de services proposés. Il diffuse alors une requête indiquant l'adresse IP du serveur ayant fait la meilleure offre. Tous les serveurs DHCP ayant répondu savent ainsi que le client a fait son choix. Les serveurs non sélectionnés peuvent dès lors annuler la réservation des adresses IP proposées.

Attribution d'une adresse DHCP (5)

- 7 Le serveur sélectionné alloue l'adresse IP au client et stocke cette information dans le magasin de données DHCP. Il adresse également un accusé de réception (message ACK) au client. L'accusé de réception contient les paramètres de configuration du réseau pour le client. Le client se sert de l'utilitaire ping pour tester l'adresse IP et s'assurer qu'elle n'est utilisée par aucun autre système. Il continue ensuite la procédure d'initialisation afin de se connecter au réseau.
- 8 Le client contrôle la durée du bail. Au bout d'un certain temps, il envoie un nouveau message au serveur sélectionné pour lui demander d'augmenter la durée du bail.

Attribution d'une adresse DHCP (6)

- ⑨ Le serveur DHCP recevant la requête prolonge le bail à condition que le bail soit conforme à la stratégie de location définie par l'administrateur. Si le serveur ne répond pas dans les 20 secondes, le client diffuse une requête de sorte que l'un des autres serveurs DHCP prolonge son bail.
- ⑩ Lorsque le client n'a plus besoin de l'adresse IP, il prévient le serveur que l'adresse IP a été libérée. Cette notification peut survenir lors d'un arrêt méthodique ou être effectuée de façon manuelle.

Renouvellement de bail IP

- Un client qui voit son bail arriver à terme peut demander au serveur une prolongation du bail par un `DHCPREQUEST`. De même, lorsque le serveur verra un bail arriver à terme, il émettra un paquet `DHCPNAK` pour demander au client s'il veut prolonger son bail. Si le serveur ne reçoit pas de réponse valide, il rend disponible l'adresse IP.
- Lorsqu'un client redémarre, il tente d'obtenir un bail pour la même adresse avec le serveur DHCP d'origine, en émettant un `DHCPREQUEST`. Si la tentative se solde par un échec, le client continue à utiliser la même adresse IP s'il lui reste du temps sur son bail.

Renouvellement de bail IP (2)

- Les clients DHCP d'un serveur DHCP Windows (NT/2000) tentent de renouveler leur bail lorsqu'ils ont atteint 50% de sa durée par un DHCPREQUEST. Si le serveur DHCP est disponible il envoie un DHCPACK avec la nouvelle durée et éventuellement les mises à jour des paramètres de configuration.
- Si à 50% le bail n'a pu être renouvelé, le client tente de contacter l'ensemble des serveurs DHCP (diffusion) lorsqu'il atteint 87,5% de son bail, avec un DHCPREQUEST, les serveurs répondent soit par DHCPACK soit par DHCPNACK (adresse inutilisable, étendue désactivée...).

Renouvellement de bail IP

- Lorsque le bail expire ou qu'un message DHCPNACK est reçu le client doit cesser d'utiliser l'adresse IP et demander un nouveau bail (retour au processus de souscription). Lorsque le bail expire et que le client n'obtient pas d'autre adresse la communication TCP/IP s'interrompt. **Remarque** : Si la demande n'aboutit pas et que le bail n'est pas expiré, le client continue à utiliser ses paramètres IP.

Attribution d'une adresse DHCP

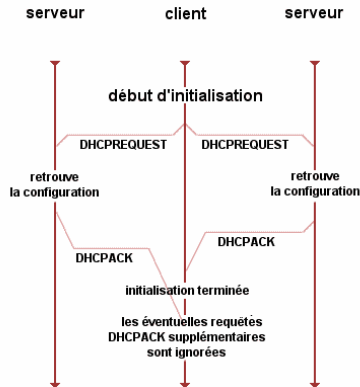


FIGURE – Représentation du processus de renouvellement d'une adresse DHCP

Paquets DHCP

On pourrait croire qu'un seul paquet peut suffire à la bonne marche du protocole. En fait, il existe plusieurs types de paquets DHCP susceptibles d'être émis soit par le client pour le ou les serveurs, soit par le serveur vers un client :

- DHCPDISCOVER pour localiser les serveurs DHCP disponibles ;
- DHCPOFFER réponse du serveur à un paquet DHCPDISCOVER, qui contient les premiers paramètres ;
- DHCPREQUEST requête diverse du client pour par exemple prolonger son bail ;
- DHCPACK réponse du serveur qui contient des paramètres et l'adresse IP du client.

Paquets DHCP : suite liste des paquets

- DHCPNAK réponse du serveur pour signaler au client que son bail est échu ou si le client annonce une mauvaise configuration réseau ;
- DHCPDECLINE le client annonce au serveur que l'adresse est déjà utilisée ;
- DHCPRELEASE le client libère son adresse IP ;
- DHCPINFORM le client demande des paramètres locaux, il a déjà son adresse IP.

Paquets DHCP : suite liste des paquets

Le premier paquet émis par le client est un paquet de type DHCPDISCOVER. Le serveur répond par un paquet DHCPOFFER, en particulier pour soumettre une adresse IP au client. Le client établit sa configuration, puis fait un DHCPREQUEST pour valider son adresse IP (requête en broadcast car DHCPOFFER ne contient pas son adresse IP). Le serveur répond simplement par un DHCPACK avec l'adresse IP pour confirmation de l'attribution. Normalement, c'est suffisant pour qu'un client obtienne une configuration réseau efficace, mais cela peut être plus ou moins long selon que le client accepte ou non l'adresse IP ...

Configuration du serveur DHCP

Pour qu'un serveur DHCP puisse servir des adresses IP, il est nécessaire de lui donner un réservoir d'adresses dans lequel il pourra puiser : c'est la plage d'adresses *address range*. Il est possible de définir plusieurs plages, disjointes ou contiguës. Les adresses du segment qui ne figurent dans aucune plage mise à la disposition du serveur DHCP ne seront en aucun cas distribuées, et peuvent faire l'objet d'affectations statiques (couramment : pour les serveurs nécessitant une adresse IP fixe, les routeurs, les imprimantes réseau ...).

Il est également possible d'exclure pour un usage en adressage statique par exemple, des adresses ou blocs d'adresses compris dans une plage.