

# Réseaux Applications

IUT-2  
Département Informatique

8 avril 2025

# Sommaire

HyperText Transfer Protocol

DHCP

Domain Name System

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

Glossaire44

# HyperText Transfer Protocol et le web

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) a été inventé en 1989 par Tim Berners-Lee (alors au CERN) avec les URLs et le langage HTML pour créer le World Wide Web (WWW) .

*« Je n'ai fait que prendre le principe d'hypertexte et le relier au principe du TCP et du DNS et alors, boum ! ce fut le World Wide Web ! »*

*"I just had to take the hypertext idea and connect it to the TCP and DNS ideas and – ta-da ! – the World Wide Web." <https://www.w3.org/People/Berners-Lee/Kids.html>*

Il fonde en 1990 le World Wide Web Consortium (W3C) pour promouvoir et assurer l'interopérabilité des technologies du WWW.

Trois inventions ont permis de former le web :

- ① URL : référence mondiale unique
- ② HTML : inspiré de Standard Generalized Markup Language (SGML), Hypertextes
- ③ HTTP : protocole textuel très simple

# Modèle Client/Serveur

Client

un « navigateur »

(p.ex : Firefox, Google Chrome...)

Serveur

un « serveur web »

(p.ex : Apache, Nginx, ...)



Échange typique :

- ① requête : GET www...
- ② réponse : un fichier HTML, XML, JPEG...

# le protocole HTTP

## HTTP

Le protocole HTTP défini par la RFC2068 [Fielding et coll., 1997] a été conçu pour :

- ▶ transférer les documents hypertextes d'un serveur vers un client
- ▶ transférer n'importe quel autre type fichier.
- ▶ **TCP/80**

## Ressources

Ces documents sont appelés des « **ressources** ».

Chaque **ressource** est « localisée » sur le serveur par une Uniform Resource Locator (URL).

# Uniform Resource Locator

URL : adresse identifiant toute ressource (document) sur le web.

Syntaxe d'une URL :

`<protocole><nomserveur ou adresse IP>:<port>/<chemin ressource>`

Exemples :

`http://www.ietf.org`

`http://www.iut2.univ-grenoble-alpes.fr/index.html`

`http://localhost:8080/ap5/page.html#chap1`

`http://216.58.206.67:80/search?source=hp&q=iut&oq=iut`

Bien d'autres protocoles possibles : `https`, `ftp`, `file`...

# HTTP – requête

Format texte, très simple, codage ASCII

**GET** : demande une ressource par son URL (pas de modification)

**PUT** : inverse de get, place une ressource sur un serveur

**POST** : envoi de données binaires (encodées en texte) sur un serveur pour traitement

**DELETE** : supprime une ressource

**PATCH** : modification partielle d'une ressource

et d'autres : HEAD, OPTION, CONNECT, TRACE ...

PUT, DELETE, PATCH : nécessitent un accès avec privilège (mot de passe)

# HTTP 1.1 : requête

Format requête :

Ligne de commande (Commande, URI, Version de protocole)

En-tête de requête

[Ligne vide]

Corps de requête

Exemple :

```
GET /index.html HTTP/1.1
```

```
Host: exemple.com
```

```
User-Agent: Mozilla/5.0 Firefox/100.0
```

```
Accept-Language: fr,fr-FR;q=0.8,en-US;q=0.5,en;q=0.3
```

```
[vide -- pas de corps de requête]
```



# HTTP 1.1 : réponse

Format Réponse :

Ligne de statut (Version, Code-réponse, Texte-réponse)

En-tête de réponse

[Ligne vide]

Corps de réponse

Exemple :

HTTP/1.1 200 OK

Date: Fri, 31 Dec 2021 23:59:59 GMT

Server: Apache/0.8.4

Content-Type: text/html

Content-Length: 59

Expires: Sat, 01 Jan 2022 00:59:59 GMT

Last-modified: Fri, 09 Aug 2020 14:21:40 GMT

<TITLE>Exemple</TITLE>

<P>Ceci est une page d'exemple.</P>

# HTTP code de réponse

Les codes d'état :

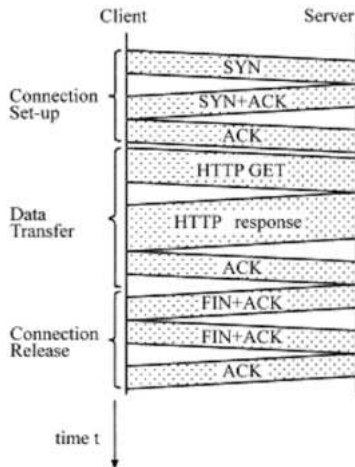
- ▶ 1xx - Information
- ▶ 2xx - Succès
- ▶ 3xx - Redirection
- ▶ 4xx - Erreur du client HTTP
- ▶ 5xx - Erreur du serveur

Exemples :

- ▶ 200 : succès
- ▶ 301 et 302 : redirection (permanente ou temporaire)
- ▶ 403 : accès refusé
- ▶ 404 : ressource non trouvée
- ▶ 504 : pas de réponse

# HTTP et TCP

Les requêtes et réponses HTTP sont transportées par TCP.



tiré de [Charzinski, 2000]

# Sommaire

HyperText Transfer Protocol

DHCP

Allocation d'adresse

Échanges DHCP

Domain Name System

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

Glossaire44

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) [Droms, 1997] permet de

- ▶ configurer *dynamiquement* (les paramètres réseau) d'une station connectée au sein d'un LAN.

DHCP est principalement utilisé pour distribuer des adresses IP sur un réseau

- ▶ filaire
- ▶ wifi
- ▶ **UDP/67 (serveur)/68 (client)** (Pour DHCPv6 **UDP/547 (serveur)/546 (client)**)

Conçu comme complément au protocole Bootstrap Protocol (BOOTP) utilisé pour installer des machines à travers un réseau [rfc, 1985].

BOOTP fonctionne en deux phases :

- ① *address determination and bootfile selection*
- ② *file transfer*

# DHCP entités et type d'allocation

DHCP suit un modèle client-serveur : les serveurs DHCP allouent des adresses réseau et fournissent des paramètres de configuration aux clients configurés dynamiquement.

DHCP se compose de deux éléments :

- ① un protocole pour délivrer des paramètres de configuration spécifiques à un hôte
- ② un mécanisme d'allocation d'adresses réseau aux hôtes.

DHCP prend en charge trois mécanismes d'attribution d'adresses IP

- ① "allocation automatique" → attribution d'une adresse IP permanente
- ② "allocation dynamique" → attribution d'une adresse IP pour une période limitée (bail)
- ③ "allocation manuelle" → attribution d'une adresse IP par l'administrateur réseau (simple transmission)

Un réseau particulier utilisera un ou plusieurs de ces mécanismes, en fonction des politiques de l'administrateur réseau.

# Format d'un message DHCP

## Format d'un message DHCP

OP	HTYPE	HLEN	HOPS
identifiant session			
secs		flags	
adresse IP client (écrit par le client)			
adresse IP client (proposée par le serveur)			
serveur adresse IP			
gaterway adresse IP			
adresse physique du client			
nom du serveur			
Fichier d'amorçage			
OPTIONS définies dans DHCP			

35

# Champs des messages DHCP

FIELD	OCTETS	DESCRIPTION
----	-----	-----
op	1	message type. 1 = BOOTREQUEST, 2 = BOOTREPLY
htype	1	Hardware address type, e.g., '1' = 10mb ethernet.
hlen	1	Hardware address length (e.g. '6' for 10mb ethernet).
hops	1	Client sets to zero, optionally used by relay agents when booting via a relay agent.
xid	4	Transaction ID, a random number chosen by the client.
secs	2	seconds elapsed for an address acquisition or renewal.
ciaddr	4	Client IP address; only filled in if client can respond to ARP requests.
yiaddr	4	'your' proposed future client IP address.
siaddr	4	IP address of next server to use in bootstrap; returned in DHCP OFFER, DHCP ACK by server.
giaddr	4	Relay agent IP address, used in booting via a relay agent.
chaddr	16	Client hardware address.
sname	64	Optional server host name, null terminated string.
file	128	Boot file name.
options	var	Optional parameters field.



# Type de message

- ▶ DHCPDISCOVER (broadcast pour localiser les serveurs DHCP disponibles)
- ▶ DHCPOFFER (broadcast de la 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)
- ▶ 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)

# Sommaire

HyperText Transfer Protocol

DHCP

Allocation d'adresse

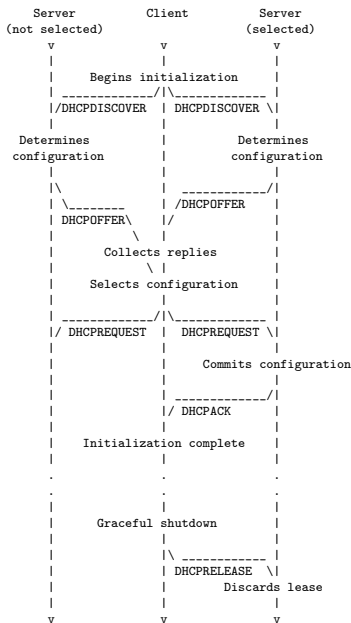
Échanges DHCP

Domain Name System

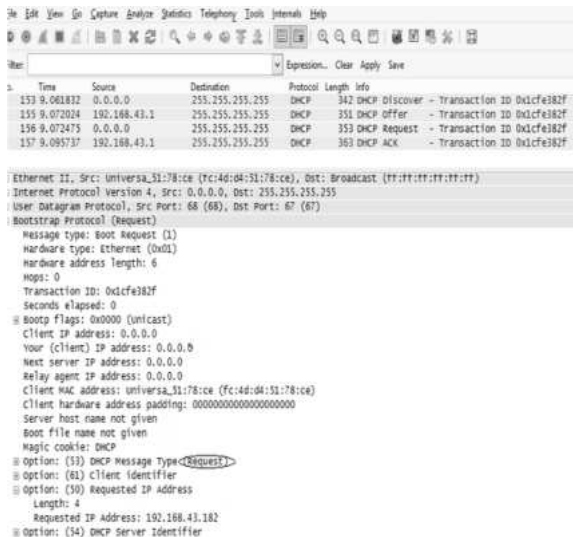
Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

Glossaire44

# Échanges



# Capture d'un échange DHCP



Wireshark interface showing a DHCP exchange capture. The packet list displays four packets:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
153	9.061832	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Discover - Transaction ID 0x1cfe382f
155	9.072024	192.168.43.1	255.255.255.255	DHCP	351	DHCP Offer - Transaction ID 0x1cfe382f
156	9.072475	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	353	DHCP Request - Transaction ID 0x1cfe382f
157	9.095737	192.168.43.1	255.255.255.255	DHCP	363	DHCP ACK - Transaction ID 0x1cfe382f

The details pane for the selected packet (156) shows the following structure:

- Ethernet II, Src: Universa\_S1:78:ce (fc:4d:04:51:78:ce), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
- Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0, Dst: 255.255.255.255
- User Datagram Protocol, Src Port: 68 (68), Dst Port: 67 (67)
- Bootstrap Protocol (Request)
  - Message type: Boot Request (1)
  - Hardware type: Ethernet (0x01)
  - Hardware address length: 6
  - Hops: 0
  - Transaction ID: 0x1cfe382f
  - Seconds elapsed: 0
  - Boot flags: 0x0000 (Unicast)
    - Client IP address: 0.0.0.0
    - Your (client) IP address: 0.0.0.0
    - Next server IP address: 0.0.0.0
    - Relay agent IP address: 0.0.0.0
    - Client MAC address: universa\_S1:78:ce (fc:4d:04:51:78:ce)
    - Client hardware address padding: 000000000000000000000000
    - Server host name not given
    - Boot file name not given
    - Magic cookie: DHCP
  - Option: (53) DHCP Message Type: Request
  - Option: (61) Client Identifier
  - Option: (50) Requested IP Address
    - Length: 4
    - Requested IP Address: 192.168.43.182
  - Option: (54) DHCP Server Identifier

# Période de bail

En allocation dynamique, les adresses IP ne sont délivrées que sur une période limitée : **un “bail”**.

- ▶ Un client qui voit son bail arriver à terme peut demander au serveur une prolongation du bail par un DHCPREQUEST.
- ▶ Également le serveur 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.

La durée des baux est fonction du nombre de machines connectées de la fréquence d'arrivée et départ des machines.

- ▶ Important de limiter le broadcast (DHCP repose principalement par broadcast) dans les réseaux de bande passante limitée.

# Sommaire

HyperText Transfer Protocol

DHCP

Domain Name System

Principe du DNS

Structure des DN

Résolution de nom

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

Glossaire44

# Résolution de Nom, pourquoi est-ce nécessaire ?

Pour transporter du flux HTTP, IP doit obtenir une adresse IP source et destination.

Il faudrait donc connaître l'ensemble des adresses IP des serveurs auxquels on souhaite accéder.

Cependant, une adresse IP est difficile à retenir.

Création d'alias sur une adresse IP (p.ex. fichier `/etc/hosts`) :

```
127.0.0.1 localhost  
128.31.0.62 debian  
50.223.129.194 ietf
```

## Limite du fichier *hosts*

Cependant, le fichier *hosts* est limité, car

- ▶ un même service peut être sur plusieurs machines éloignées géographiquement (plusieurs adresses IP)  
→ la machine idéale n'est pas toujours la même (mobilité)
- ▶ les adresses IP évoluent différemment des services sur les serveurs  
→ service fermé, transféré ou nouveau : fichier *hosts* trop difficile à maintenir manuellement
- ▶ les noms ne sont pas structurés et organisés

Création d'un système unifié de nommage hiérarchique et d'association de nom → IP : le Domain Name System (DNS) [rfc, 1983a, rfc, 1983b]



# Nom de Domaine

Un nom de domaine (ou Domain Name (DN)) est un alias sur une (ou plusieurs) adresse(s) IP.

ietf.org -> 50.223.129.194

debian.org -> 128.31.0.62, 130.89.148.77, 149.20.4.15

Un DN est plus simple à retenir et référencer qu'une adresse IP.

par exemple [www.univ-grenoble-alpes.fr](http://www.univ-grenoble-alpes.fr)

[LOGIN@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:LOGIN@univ-grenoble-alpes.fr)

réfèrent tous les deux au nom de domaine [univ-grenoble-alpes.fr](http://univ-grenoble-alpes.fr)

Un domaine peut créer des sous-domaines :

[iut2.univ-grenoble-alpes.fr](http://iut2.univ-grenoble-alpes.fr)

→ [iut2](http://iut2.univ-grenoble-alpes.fr) est un sous-domaine qui dépend entièrement du domaine principal

Pour consulter des noms de domaine → `whois`

# Sommaire

HyperText Transfer Protocol

DHCP

Domain Name System

Principe du DNS

Structure des DN

Résolution de nom

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

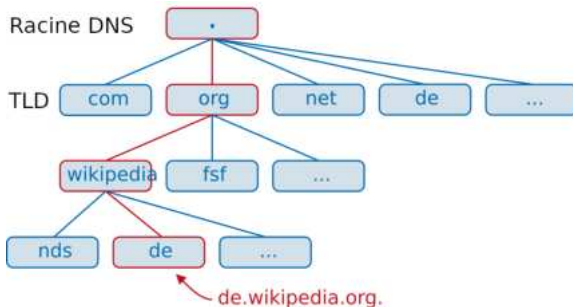
Glossaire44

# Domaine

Un domaine est un ensemble d'ordinateurs reliés à Internet et possédant une caractéristique commune. Il est structuré de manière **hiérarchique**.

- ▶ [.fr](#) → tous les équipements hébergeant des activités en France (les domaines enregistrés par l'Association française pour le nommage Internet en coopération (AFNIC)). C'est un domaine de premier niveau ou *Top Level Domain (TLD)*
- ▶ [univ-grenoble-alpes.fr](#) → tous les équipements hébergeant des activités pour le compte de l'UGA.

Organisation hiérarchique : exemple avec [de.wikipedia.org](#)



# Nom de domaine pleinement qualifié

Pour être compris par les serveurs DNS, le nom doit être un Fully Qualified Domain Name (FQDN) qui doit contenir l'ensemble des domaines supérieurs.

- ▶ [de.wikipedia.org.](https://de.wikipedia.org) est un FQDN
- ▶ [de.wikipedia](https://de.wikipedia) n'est pas un FQDN
- ▶ [de.org](https://de.org) n'est pas un FQDN

Dans le DNS, le FQDN est ponctué par un point final ., qui représente le domaine racine

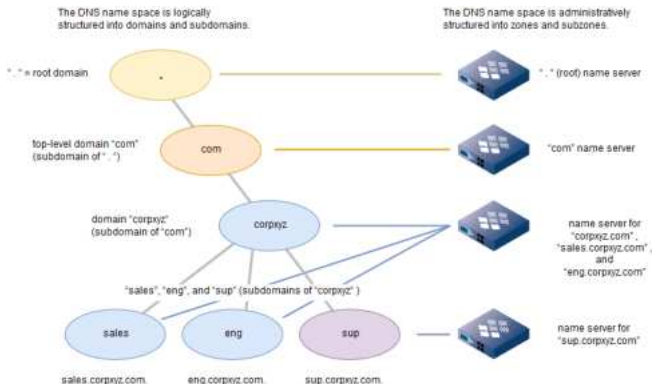
# Zones et registrar

La gestion des noms de domaine est faite par zone

Les TLD sont gérés par les Registry Operators/Registres.

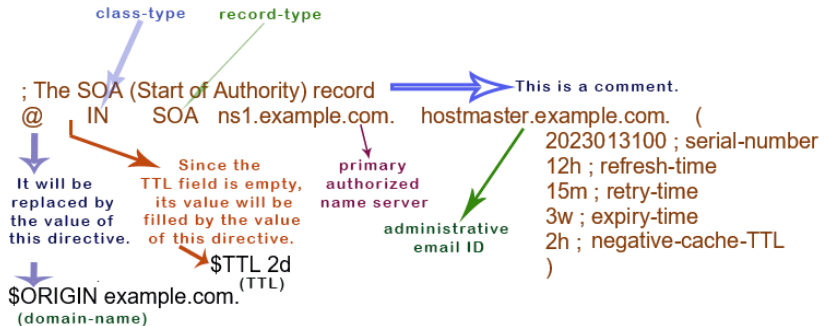
⇒ Pour le domaine .fr, .re, ...il s'agit de l'AFNIC

Les noms de domaines sont enregistrés par les Registrars/Registraires (OVH, Gandi, ...) qui interagissent avec les registres.



source : docs.infoblox.com

# Fichier de configuration de zone



source : [www.computernetworkingnotes.com](http://www.computernetworkingnotes.com)

# Sommaire

HyperText Transfer Protocol

DHCP

Domain Name System

Principe du DNS

Structure des DN

Résolution de nom

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

Glossaire44

# Comment traduire un nom de domaine en adresse IP ?

Le DNS utilise des serveurs spécifiques pour chaque niveau de la hiérarchie : les *serveurs primaires* (il existe des secondaires).

La résolution est généralement faite par un serveur DNS local au domaine de la machine hôte qui fait l'interrogation. Ce serveur travaille de manière *réursive*.

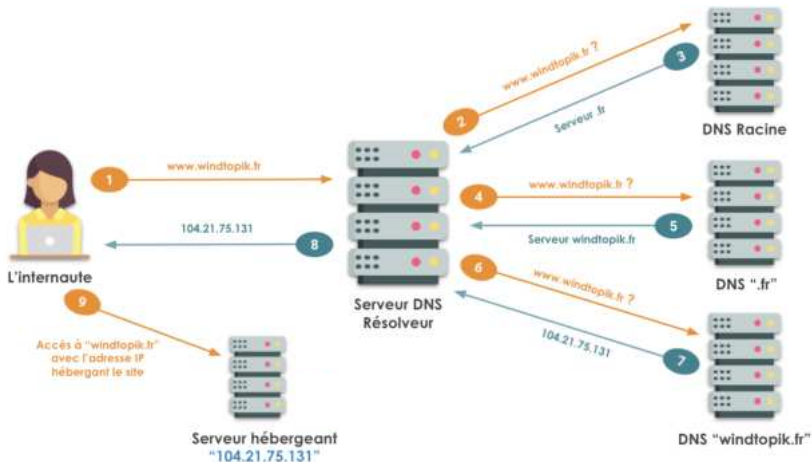
Par exemple, pour le FQDN [de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org).

- 1 le serveur DNS local doit d'abord déterminer qui fait autorité pour [.](#) (la zone racine du DNS)
- 2 il demande ensuite à ces serveurs DNS qui fait autorité pour [.org](#).
- 3 il demande ensuite à ces serveurs DNS qui fait autorité pour [wikipedia.org](http://wikipedia.org).
- 4 il demande ensuite à ces serveurs DNS l'IP de [de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org).
- 5 185.15.58.224 et d'autres informations sont ensuite envoyées à la machine hôte.

Toutes les requêtes sont adressées au port **53** du serveur (soit en **TCP** soit en **UDP**)



# Exemple avec une requête HTTP



source : windtopik.fr

# Interrogation DNS – *nslookup*

## Demande au DNS local (cache)

```
$ nslookup transit.iut2.univ-grenoble-alpes.fr
Server: 127.0.0.53
Address: 127.0.0.53#53
```

```
Non-authoritative answer: transit.iut2.univ-grenoble-alpes.fr
canonical name = transit.iut2.upmf-grenoble.fr.
Name: transit.iut2.upmf-grenoble.fr
Address: 193.55.51.227
```

## Demande directe à un DNS officiel

```
$ nslookup transit.iut2.univ-grenoble-alpes.fr meije.iut2.upmf-grenoble.fr
Server: meije.iut2.upmf-grenoble.fr
Address: 193.55.51.34#53
```

```
transit.iut2.univ-grenoble-alpes.fr
canonical name = transit.iut2.upmf-grenoble.fr.
Name: transit.iut2.upmf-grenoble.fr
Address: 193.55.51.227
```

# DNS, HTTP et TCP/IP

La grande majorité des requêtes sur le web font appel au DNS.

Une requête : <http://de.wikipedia.org>  
sera interprétée grâce au DNS en : <http://185.15.58.224:80/>  
Pour former les paquets IP (@IP destination v4 ou v6) et les messages TCP.

La structure DNS hiérarchique a pour conséquences :

- ▶ Les attaques sur les serveurs DNS peuvent perturber le trafic sur Internet. La duplication de serveurs racines a toujours évité un fort impact de ces attaques (serveurs racines)
- ▶ Les noms de domaines sont gérés de manière centralisée.
- ▶ Les autorités peuvent bloquer la résolution DNS de certains sites.

# Sommaire

HyperText Transfer Protocol

DHCP

Domain Name System

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)

Principe du SMTP

Glossaire44

# SMTP

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) (1982) RFC 821 [rfc, 1982] puis RFC 5321 [Klensin, 2008].

- ▶ **TCP/25**
- ▶ Protocole "textuel"
- ▶ Dédié à l'acheminement (envoi)
  - ▶ Ne s'occupe pas de la récupération
  - ▶ Protocoles spécifiques : POP, IMAP
- ▶ Quelques commandes :
  - ▶ (HELO) EHLO, MAIL FROM, RCPT TO, DATA, etc
- ▶ Données codées en ASCII (7 bits)
  - ▶ Pas d'envois "binaires"
  - ▶ Pas de support des accents

# SMTP - Principe – Mail Submission Agent (MSA)

meije.iut2.upmf-grenoble.fr



pc-dg-027-01.iut2...

```
220 meije.iut2.upmf-grenoble.fr ESMTP
Exim 4.69 Fri, 02 Oct 2009 10:13:18
+0200
```

**EHLO pc-dg-027-01.iut2.upmf-grenoble.fr**

```
250-meije.iut2.upmf-grenoble.fr Hello
pc-dg-027-01.iut2.upmf-grenoble.fr
[192.168.141.121]
250-SIZE 2097152
250-PIPELINING
250 HELP
```

**MAIL FROM:<tintin@iut2.upmf-grenoble.fr>**  
250 OK

**RCPT TO:<capitaine.haddock@laposte.net>**  
250 Accepted

# SMTP - Principe – MSA

meije.iut2.upmf-grenoble.fr



pc-dg-027-01.iut2...

## DATA

354 Enter message, ending with "." on  
a line by itself

Subject: test

hello capitaine !

Amitiés, Tintin.

.

250 OK id=1MtdHD-0000xK-Kb

## QUIT

221 meije.iut2.upmf-grenoble.fr

closing connection

Connection closed by foreign host.

# SMTP - Principe– Mail Transfer Agent (MTA)



pc-dg-027-01.iut2...



# SMTP - Principe

meije.iut2.upmf-grenoble.fr



smtp.relais.net



smtp.laposte.net



pop.laposte.net



pc-dg-027-01.iut2...

# Structure d'un courrier électronique

Received: from mailhub.u-ga.fr  
by zm-mta3.u-ga.fr;  
Received: from smtps.univ-grenoble-alpes.fr  
by mailhub.u-ga.fr;  
Received: from IUT2-DG112X02.ntiut2gre.iut2.upmf-grenoble.fr  
by smtps.univ-grenoble-alpes.fr

Content-Type: multipart/alternative;  
Date: Fri, 5 May 2024  
From: <Prenom.Nom@univ-grenoble-alpes.fr>  
To: etu-infobut2b@iut2.univ-grenoble-alpes.fr  
Subject: =?UTF-8?Q?BUT3\_2024-2025\_3A\_caract=C3=A9ristiques\_mat=C3=A9rielles?=  
=?UTF-8?Q?\_recommand=C3=A9es\_pour\_l=27ordinateur\_portable\_personnel?=  
Content-Type: text/plain; charset=UTF-8  
Content-Transfer-Encoding: 8bit

Bonjour Ã toutes et tous,

Les caractÃ©ristiques matÃ©rielles recommandÃ©es pour l'ordinateur portable  
personnel que vous utiliserez pour vos Ã©tudes de BUT3 ont Ã©tÃ© mises Ã jour.

Bien cordialement,

# SMTP et sécurité

SMTP → impossible d'authentifier l'expéditeur

- ▶ difficile de remonter à la source
- ▶ impunité
- ▶ usurpation d'identité

Le protocole SMTP-AUTH [Myers, 1999] ajoute une étape d'authentification.

Les FAI bloquent les connexion TCP sortantes à destination du port 25

- ▶ Empêche les malware de générer du trafic SMTP
- ▶ Oblige les clients à envoyer des messages via des serveurs de messagerie (e.g., zimbra)

Communication via TLS (port 587) (ou SSL – port 465) en utilisant la commande STARTTLS qui indique au serveur de messagerie que le trafic SMTP sera envoyé via TLS.

# Glossaire I

**AFNIC** Association française pour le  
nommage Internet en  
coopération. 27, 29

**BOOTP** Bootstrap Protocol. 13

**DHCP** Dynamic Host Configuration Protocol.  
13

**DN** Domain Name. 25

**DNS** Domain Name System. 24

**FQDN** Fully Qualified Domain Name. 28

**HTTP** Hypertext Transfer Protocol. 3, 5

**MSA** Mail Submission Agent. 38, 39

**MTA** Mail Transfer Agent. 40

**SGML** Standard Generalized Markup  
Language. 3

**SMTP** Simple Mail Transfer Protocol. 37

**TLD** Top Level Domain. 27

**URL** Uniform Resource Locator. 5, 6

**W3C** World Wide Web Consortium. 3

**WWW** World Wide Web. 3

# Références I



(1982).

Simple Mail Transfer Protocol.

RFC 821.



(1983a).

Domain names : Concepts and facilities.

RFC 882.



(1983b).

Domain names : Implementation specification.

RFC 883.



(1985).

Bootstrap Protocol.

RFC 951.



Charzinski, J. (2000).

Http/tcp connection and flow characteristics.

*Performance Evaluation*, 42(2-3):149–162.



Droms, R. (1997).

Dynamic Host Configuration Protocol.

RFC 2131.



Fielding, R. T., Nielsen, H., Mogul, J., Gettys, J. et Berners-Lee, T. (1997).

Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1.

RFC 2068.

# Références II



Klensin, D. J. C. (2008).  
Simple Mail Transfer Protocol.  
[RFC 5321.](#)



Myers, J. G. (1999).  
SMTP Service Extension for Authentication.  
[RFC 2554.](#)