

# Couche applicative

Claire Medrala et Fabien Coelho

Mines Paris – PSL, MESR

Février 2025

**1** Introduction

**2** DNS

**3** Messagerie

Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

Modèle ISO	Protocoles	Modèle TCP/IP
<b>7 Application</b>	FTP HTTP HTTPS	<b>Application</b>
<b>6 Présentation</b>	<b>DNS</b> <b>SMTP POP IMAP</b>	
<b>5 Session</b>	SSH LDAP	
<b>4 Transport</b>	TCP UDP ICMP	<b>Transport</b>
<b>3 Réseau</b>	IPv4 IPv6	<b>Réseau</b>
<b>2 Liaison</b>	Ethernet, Wifi	<b>Lien</b>
<b>1 Physique</b>	Fibre, câble, air	<b>Physique</b>

Couche 5

Claire et Fabien

Intro

**DNS**

Messagerie

# Protocole DNS

## Domain Name Service

## Système décentralisé pour

- attribution d'un nom représentatif : `www` `webmail` `conges` `oasis`
- correspondance noms (chaîne de caractère) en IP v4 ou v6

`www.minesparis.psl.eu` → 109.69.190.66

`webmail.minesparis.psl.eu` → 77.158.173.128

`www.google.fr` → 2a00:1450:4007:818::2003

- identification de services associés à un domaine

- quel est le serveur de mail pour `@etu.minesparis.psl.eu` ?

MX `etu.minesparis.psl.eu` →

`etu-minesparis-psl-eu.mail.protection.outlook.com`

`etu-minesparis-psl-eu.mail.protection.outlook.com` → 52.101.68.15

- résolution inverse `77.158.173.180` → `www.minesparis.psl.eu`

## Avant 1983

Fichier `hosts.txt`

- annuaire mondial correspondance IP - nom des machines
- maintenu par *NIC (Network Information Center, Stanford)*
- recopié sur chaque ordinateur
- maj difficile : taille, distribution...

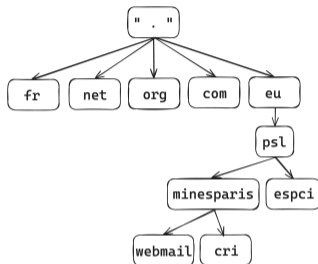
## Après 1983

Protocole DNS

- UDP 53 ou TCP 53
- Paul Mockapetris : 1ère implémentation, 3 serveurs en 1983
- 13 serveurs *racine* actuellement
- contrôlés par 12 organisations (2 eu, 1 jp, 9 us)

## Système hiérarchique

racine	.	13 IP fixes
top-level	fr, org, com, eu	
domaine	psl	
sous-domaine	minesparis, espci	
machine	webmail, cri	



## FQDN

## Fully Qualified Domain Name

- serveurs racine `a.root-servers.net` à `m.root-servers.net`
- `machine.sous-domaine.domaine.zone` `webmail.minesparis.psl.fr`
- unicité nom de domaine, 127 niveaux max, < 63 car ASCII simples
- IDN (Int.) : encodage punycode par le navigateur `école` → `xn--cole-9oa`

## Top Level Domain

TLD

types générique, géographique, sponsorisé, tests...

1591 domaines

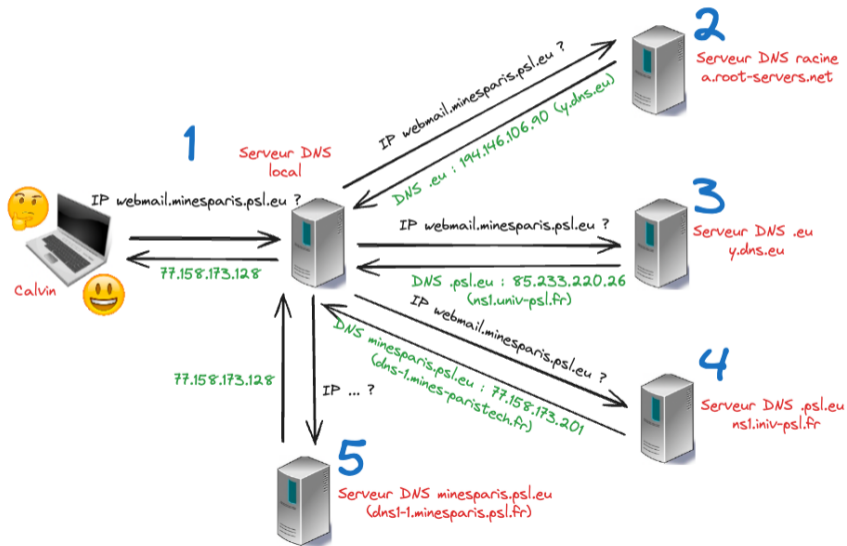
<https://www.iana.org/domains/root/db>

## Exemples

gTLD tTLD ccTLD

- générique : `.com .org .net .info`  
mais aussi `.corsica .bzh .alsace .paris`  
mais aussi `.cricket .credit .coupon .java .microsoft .moi .mormon .school`
- country code = pays : `.fr .be .eu .uk .jp`
- tests/dév (interne) : `.test .exemple .invalid .localhost`
- sponsorisé, restreint aux US : `.gov .edu .mil`





## Question-Réponse

- Calvin interroge un serveur local requête récursive
- Si le serveur local ne sait pas résoudre requête itérative
  - interroge les serveurs DNS de la racine jusqu'à l'hôte
  - réponse finale (IP) retournée à Calvin

## Performance

- racine : 10 M req/s/IP... mais nombreuses machines  
20 000 req/s/machine pour donner les IP des DNS des TLD
- caches locaux, par site, par ISP : réponses gardées des heures  
propagation lente des changements d'IP

## Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

- trouver un nom d'hôte à partir d'une IP 192.33.4.12
- lecture IP à l'envers 12.4.33.192
- domaine spécial in-addr.arpa  
12.4.33.192.in-addr.arpa → c.root-servers.net

## Domaine

named.conf

- master vs slave
- nom du fichier pour le contenu
- pousse les changements vers les slaves
- liste des serveurs à notifier
- gestion des droits d'accès...

```
zone "cri.ensmp.fr" {  
    type master;  
    file "master/cri.ensmp.fr.hosts";  
    notify yes;  
    also-notify { 77.158.173.201; 77.158.181.52; 77.158.180.160; 193.49.22.105; };  
    allow-query { any; };  
};
```



## Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

## Identifier le serveur

`/etc/resolv.conf`

- souvent fourni par DHCP
- éventuellement cache local
- liste de domaines pour la recherche locale

```
nameserver 192.168.0.1
options edns0 trust-ad
search interne.minesparis.psl.eu minesparis.psl.eu
```

```
dig @server name type
```

- le couteau suisse de la résolution DNS
- serveur cible, nom à résoudre, type de résolution  
A AAAA NS MX CNAME DNAME TXT SOA

```
# résolution DNS simple
```

```
dig @8.8.8.8 www.minesparis.psl.eu A
```

```
# descente root vers domaine
```

```
dig @a.root-servers.net minesparis.psl.eu MX
```

```
dig @y.dns.eu minesparis.psl.eu MX
```

```
dig @ns1.univ-psl.fr minesparis.psl.eu MX
```

```
dig @dns-1.mines-paristech.fr minesparis.psl.eu MX
```

```
# protections messagerie...
```

```
dig +short @dns-1.mines-paristech.fr minesparis.psl.eu TXT
```

Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

## DDoS Distributed Denial of Service

- contre des "noeuds" Londres LINX, HK, ...
- contre des "DNS root servers" 2002-10-21, 2007-02-06  
2015-11-30

dépendance à l'infrastructure américaine ?

Russie 2022 : DNS root *souverains*... infra locale

## DNSSEC versions *sécurisée* du protocole DNS

authentification des réponses

30/01/2024 : Internet bloqué en Russie, erreur de clé (?)



Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

# Protocoles de Messagerie

# Principes

Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

## Acteurs

**MUA** interface user (*zimbra, mailx, pine*)

Mail User Agent

**MTA** serveur (*sendmail, postfix*)

Mail Transfert Agent

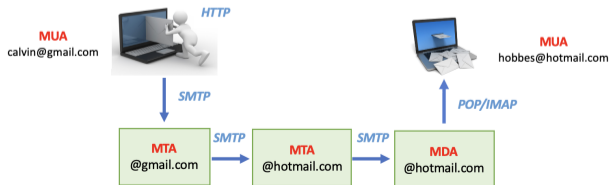
**MDA** distribue *procmail*

Mail Delivery Agent

## Protocoles

**SMTP** protocole pour envoyer

**POP/IMAP** protocoles pour recevoir



## Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

- 1982 : RFC 821 (Jon Postel)  
2008 : RFC 5321 (J Klensin)
- TCP ports 25 et 465/587 chiffrement ou non
- transmission asynchrone entre serveurs
- envoyer des courriels : plus rapide, moins onéreux
- extension MIME : ASCII vs octets (8 bits)
- logiciels serveurs : Sendmail, Postfix, MS Exchange

### Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

### Enveloppe du message

- demande de connexion `HELO`
- par qui (expéditeur) `MAIL FROM`
- pour qui (un destinataire par RCPT) `RCPT TO`
- fermer la connexion `QUIT`

### Entête du message

`DATA`

- informations diverses `To, From, Date, Subject`

### Corps du message

après une ligne vide

- texte passionnant. . .
- ligne avec un point pour terminer `.`

Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

```
netcat smtp.cri.ensmp.fr 25
```

```
220 smtp.cri.ensmp.fr ESMTP Postfix
```

```
HELO telgruc.cri.ensmp.fr
```

```
250 smtp.cri.ensmp.fr
```

```
MAIL FROM: calvin@comics.net
```

```
250 2.1.0 Ok
```

```
RCPT TO: hobbes@comics.net
```

```
250 2.1.5 Ok
```

```
DATA
```

```
354 End data with <CR><LF>.<CR><LF>
```

```
From: calvin@comics.net
```

```
Date: 2025-01-25
```

```
To: hobbes@comics.net
```

```
Subject: Meilleurs Vœux
```

```
Bonjour Hobbes,
```

```
Meilleurs vœux 2025 !
```

```
.
```

```
250 2.0.0 Ok: queued as E2C46C0E1E
```

```
QUIT
```

```
221 2.0.0 Bye
```

## POP

## Post Office Protocol

- relever les courriels, lecture hors connexion possible
- recopie en local, pas de stockage serveur
- protocole non sécurisé (tout passe en claire)
- TCP port 110 (SSL 995)

## IMAP

## Internet Message Access Protocol

- consulter les courriels sur le serveur
- lecture avec connexion
- gère plusieurs bal, tri possible, accès multiples
- TCP port 143 (SSL 993)

```
openssl s_client -connect imap.cri.ensmp.fr:993
```

- principe : numéro COMMANDE ...  
réponse avec le numéro, permet de paralléliser les demandes
- principales commandes
  - CAPABILITY fonctions dispo serveur
  - LOGIN [username] [password] usager
  - LIST "INBOX" "TRASH" état des bal
  - SELECT INBOX "\*" examine 1 bal
  - STATUS [mailbox] [flags]
  - CREATE DELETE mailbox-name
  - RENAME old-name new-name
  - FETCH 1 body[header] lecture entêtes
  - FETCH 1 body[text]
  - ...
  - LOGOUT

### Couche 5

Claire et Fabien

Intro

DNS

Messagerie

```
001 LOGIN "calvin" "..."  
001 OK [CAPABILITY IMAP4rev1 SASL-IR LOGIN-REFERRALS ID ENABLE SORT [...]] Logged in  
002 SELECT INBOX  
* ...  
002 OK [READ-ONLY] Select completed (0.012 + 0.000 + 0.011 secs).  
003 CREATE INBOX.Rangement  
003 OK Create completed (0.004 + 0.000 + 0.003 secs).  
004 LIST "" *  
* ...  
004 OK List completed (0.001 + 0.000 secs).  
005 FETCH 1 body[header]  
* ...  
005 OK Fetch completed (0.001 + 0.000 secs).  
006 LOGOUT  
* BYE Logging out  
006 OK Logout completed (0.001 + 0.000 secs).
```