

# Techniques du numérique

## 01 – Données, Métadonnées, Réseaux & Serveurs

---

Gaétan RICHARD

6 octobre 2020

M2 Droit du numérique  
Université de Caen Normandie



# Introduction

---

# À propos de moi

Gaétan RICHARD

Maître de conférence en informatique

UFR des Sciences

Laboratoire GREYC

E-mail : [gaetan.richard@unicaen.fr](mailto:gaetan.richard@unicaen.fr)

Web : <https://richardg.users.greyc.fr>



# À propos de moi

Gaétan RICHARD

Maître de conférence en informatique

UFR des Sciences

Laboratoire GREYC

E-mail : [gaetan.richard@unicaen.fr](mailto:gaetan.richard@unicaen.fr)

Web : <https://richardg.users.greyc.fr>



I A N A L

# À propos de moi

Gaétan RICHARD

Maître de conférence en informatique

UFR des Sciences

Laboratoire GREYC

E-mail : [gaetan.richard@unicaen.fr](mailto:gaetan.richard@unicaen.fr)

Web : <https://richardg.users.greyc.fr>



I Am Not A Lawyer

# À propos de mes interventions

**Objectif :** Vous donnez un aperçu global de l'environnement numérique.

**Méthode :**

- utiliser une approche technique au travers des données ;
- donner des intuitions sur les points principaux ;
- donner des **buzzwords** ;
- souligner les impacts visibles.

**L'informatique n'est pas de la magie noire.**

# Plan de la présentation

1. Révolution numérique
2. Données et métadonnées
3. Internet
4. Fonctionnement et règles de l'internet
5. Application, serveurs et services
6. Exemple du mail

# Révolution numérique

---

# Analogique vs Numérique

Une différence fondamentale de paradigme.

- **Analogique :**

- Grandeur continue (réel) ;
- Perte de qualité lors de la copie (*original*) ;
- Copie coûteuse.

- **Numérique :**

- Valeur 0 ou 1 ;
- **Reproduction à l'identique ;**
- Copie à **coût quasi nul.**



# Deux exemples de conséquences

## Monétique :

Il n'est pas possible d'avoir un billet totalement dématérialisé.

Alternatives :

- En mode connecté (via le téléphone portable) ;
- Avec un matériel de protection (carte Monéo).



## Vol et piratage :

Une différence fondamentale :

- Pour un objet physique, la victime en perd l'utilisation ;
- Pour un objet numérique, la perte est une perte de potentiel.

Besoin d'une nouvelle "justice" numérique.

# Données et métadonnées

---

# Codage des données

Codage binaire : tout est codé sous forme de suite de 0 et de 1.

## Exemple du codage ASCII

Lettres maj.	ASCII	Lettres maj.	ASCII
A	41	N	4E
B	42	O	4F
C	43	P	50
D	44	Q	51
E	45	R	52
F	46	S	53
G	47	T	54
H	48	U	55
I	49	V	56
J	4A	W	57
K	4B	X	58
L	4C	Y	59
M	4D	Z	5A

# Codage (exemple des images)

**Objectif** : Convertir une image en suite de bits.

- **format texte (pbm)** :
  - lisible par l'humain
  - taille importante ;
- **format binaire (jpg)** :
  - efficace (en temps et en espace)
  - nécessite un programme.







# Codage (exemple des images)

**Objectif** : Convertir une image en suite de bits.

- **format texte (pbm)** :
  - lisible par l'humain
  - taille importante ;
- **format binaire (jpg)** :
  - efficace (en temps et en espace)
  - nécessite un programme.

La conversion nécessite une "norme" commune (jpeg : normes ISO).



**Capacité de stockage** : Disque 1To à 50€

Coordonnées GPS précises  $2 \times 64$  bits (16 octets).

On stocke toute les 10 secondes.

Le disque a une capacité de 19 805 années.

**Accès au données** : le grand enjeu.

Dans le cas du codage binaire, le logiciel est nécessaire pour avoir accès aux données.

## Problématiques :

- Dépendance au logiciel (à une entreprise) ;
- Difficile de faire des traitements annexes à l'aide d'autres logiciel ;
- Conservation des données (ex : bilans comptables).

## Alternatives :

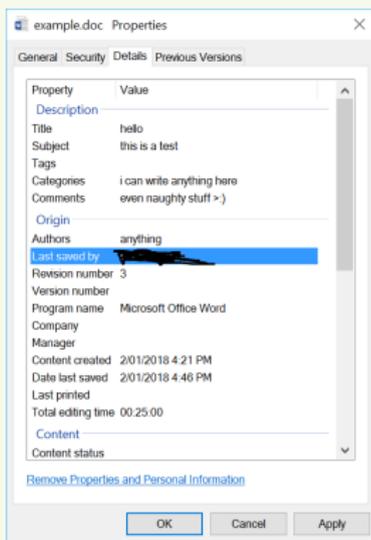
- **Interopérabilité** : capacité que possède un produit ou un système à fonctionner avec d'autres produits ou systèmes existants ou futurs sans restriction d'accès ou de mise en œuvre. (*Wikipedia*)
- **Format ouvert** : format interopérable dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre. (*Wikipedia*)



Le format de fichier peut aussi permettre d'avoir des informations sur le contenu : les **Méta-données**.

## Exemple de métadonnées :

- Images : date de prise de vue, infos appareil, coordonnées GPS, ...
- Document texte : auteur, modifications, *undo*, ...
- Applications : historique, mots de passe, ...



## Principes de base :

- L'espace est divisé en *blocks*;

20	21	22	23
16	17	18	19
12	13	14	15
8	9	10	11
4	5	6	7
0	1	2	3

## Principes de base :

- L'espace est divisé en *blocks* ;
- Les données sont mises dans des blocs ;

20	21	22	23
16	17	18	19
12	13	14	15
8	9	10	11
4	5	6	7
0	1	2	3

## Principes de base :

- L'espace est divisé en *blocks*;
- Les données sont mises dans des blocs ;
- Les métadonnées et la structure sont également mises dans des blocs (*inode*) ;

20	21	22	23
16	17	18	19
12	13	14	15
8	9	10	11
4 Dossier Data : - kitten.jpg 5 — Droits : .. —	5 Fichier Data : 10, 15 Proprio : .. Droits : .. —	6	7
0	1	2	3

## Principes de base :

- L'espace est divisé en *blocks* ;
- Les données sont mises dans des blocs ;
- Les métadonnées et la structure sont également mises dans des blocs (*inode*) ;
- Un *superblock* contient l'occupation des blocs et les infos sur le système de fichier.

20	21	22	23
16	17	18	19
12	13	14	15
8	9	10	11
4 Dossier Data : - kitten.jpg 5 Droits : ...	5 Fichier Data : 10, 15 Proprio : ... Droits : ...	6	7
0 Master Infos :  ...	1	2	3

## Sur le support de stockage :

- Les métadonnées et données sont séparées ;
- La suppression ne touche pas aux données (mais le *trim* SSD si) ;
- Les systèmes de fichiers récents possèdent un journal ...
- ...et d'autres optimisations.

**Analyse :** Il est possible de faire une copie parfaite d'un support pour l'analyser.

20	21	22	23
16	17	18	19
12	13	14	15
8	9	10	11
4 Dossier Data : - kitten.jpg 5 - preuve.png 6 -- --	5 Fichier Data : 6, 15 Proprio : ... Droits : ... -- --	6 Fichier Data : 17 Proprio : ... Droits : ... -- --	7
0 Master Infos :  --	1	2	3

## Sur le support de stockage :

- Les métadonnées et données sont séparées ;
- La suppression ne touche pas aux données (mais le *trim* SSD si) ;
- Les systèmes de fichiers récents possèdent un journal ...
- ...et d'autres optimisations.

**Analyse :** Il est possible de faire une copie parfaite d'un support pour l'analyser.

20	21	22	23
16	17	18	19
12	13	14	15
8	9	10	11
4 Dossier Data : - kitten.jpg 5 - -	5 Fichier Data : 6, 15 Propio : ... Droits : .. -	6 Fichier Data : 17 Propio : ... Droits : .. -	7
0 Master Infos :  ...	1	2	3

Il y a un compromis entre capacité de la mémoire et temps d'accès.

Une donnée est quasi toujours copiée (de façon temporaire) sur des mémoires avec des accès plus rapides : **cache** (RAM, Mémoire de l'imprimante, ...).

# Internet

---

**Réseau (informatique)** : ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations (*Wikipedia*).

**Internet** : Réseaux mondial.

**Quelques dates :**

- 1962 Recherche par DARPA ;
- 1967 Début d'ARPANET ;
- 1983 Adoption du protocole TCP/IP ;
- 1990 Annonce du *World Wide Web*.



IBM - Système 360 (1964)



Apple - Macintosh (1984)

## Carte mondiale du réseau :

- Réseaux interconnectés ;
- Hiérarchique ;
- Sous forme de boucle.

## Déploiement et maintenance :

- Le lien physique peut-être loué et mutualisé ;
- **Fibre noire** : fibre brute ;
  - ⚠ Attention aux travaux publics.

## Renater :



## OVH :



# Adresse réseau : IPv4

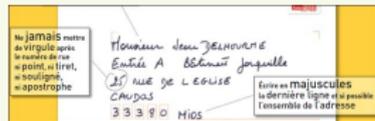
## Adresse :

- Attribué a toute interface réseau ;
- Quatre octets (entre 0 et 255) ;
- Se lit de gauche à droite ;
- 4 294 967 296 adresses possibles.

Exemple : 193.55.120.26

## Attribution à une machine :

- manuelle vs automatique (DHCP) ;
- fixe vs dynamique.



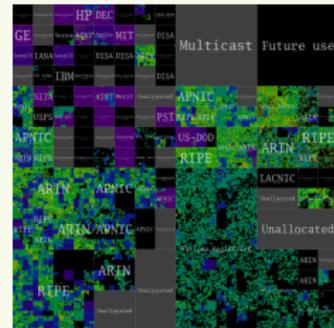
# Attribution mondiale des adresses IP

## Attribution des adresses :

- hiérarchique et mondial ;
  - IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*) ;
  - RIR (*Regional Internet registry*) ;
  - LIR (fournisseur d'accès).
- avec des plages réservées ;
- infos visible via `whois`.

## 193.55.120.66 :

- **193.0.0.0/8** : RIPE NCC ;
- **193.54.0.0/15** : RENATER  
(de 193.54.0.0 à 193.55.255.255) ;
- **193.54.120.0/24** : Unicaen.



## Exemples :

[www.info.unicaen.fr](http://www.info.unicaen.fr),      [webmail.unicaen.fr](mailto:webmail.unicaen.fr)

## Principes :

- Séparés par des points ;
- Hiérarchique ;
- Se lit de droite à gauche ;

## Attribution :

- Gestion mondiale par l'IANA ;
- Un *top-level domain* par “pays”, ...
- ...des spéciaux, des privés ;
- Souvent géré via un **registar** (ex : gandi, ...).

# Fonctionnement du DNS



dns FAI



dns racine



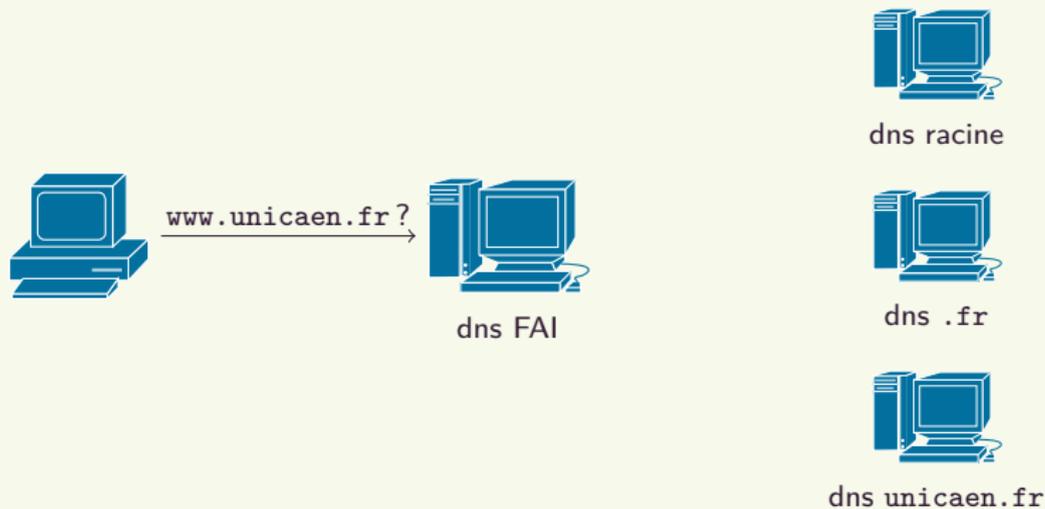
dns .fr



dns unicaen.fr

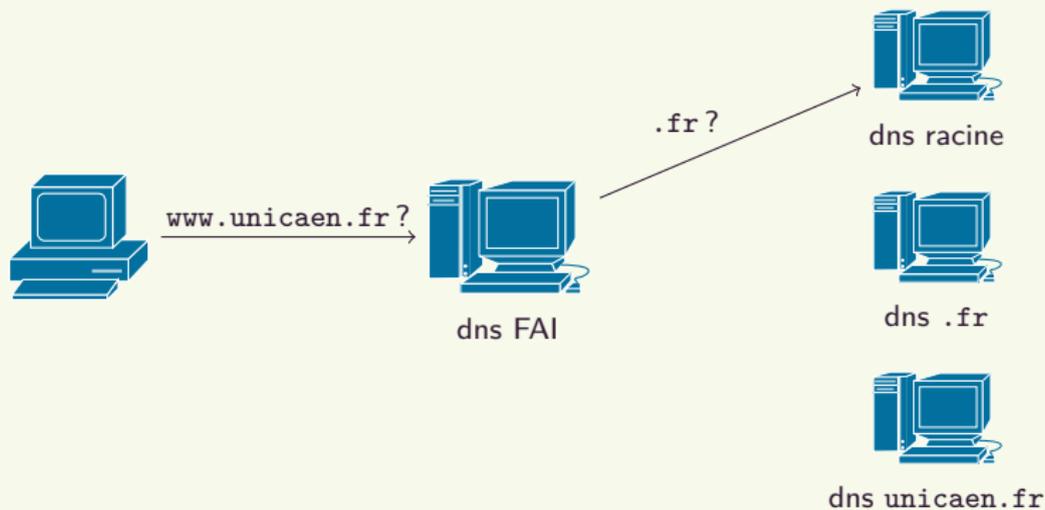
- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont mis dans le cache.

# Fonctionnement du DNS



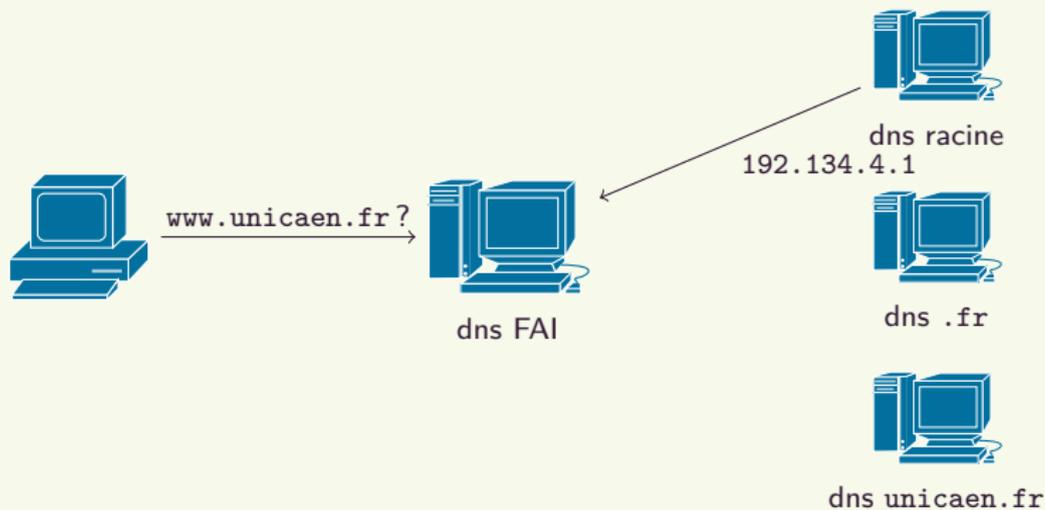
- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement du DNS



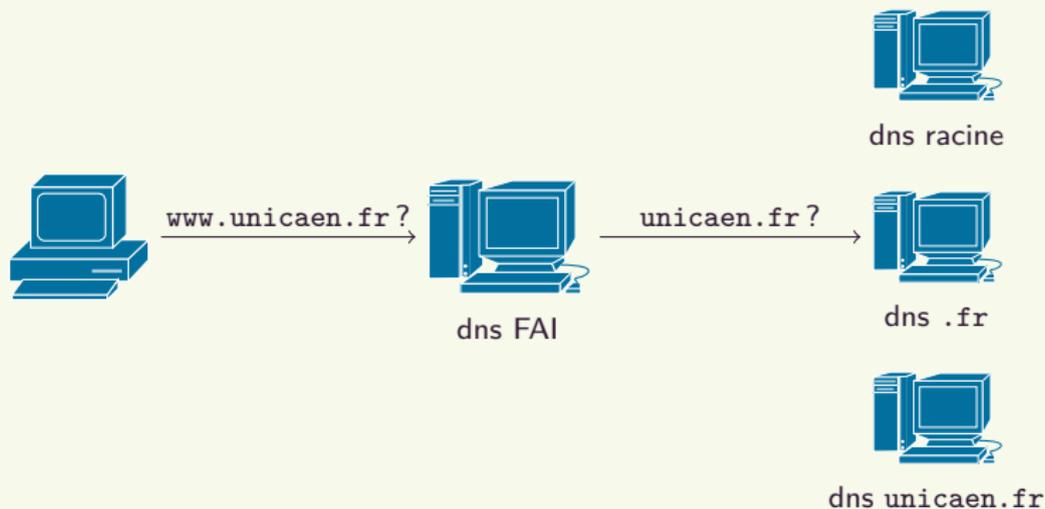
- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement du DNS



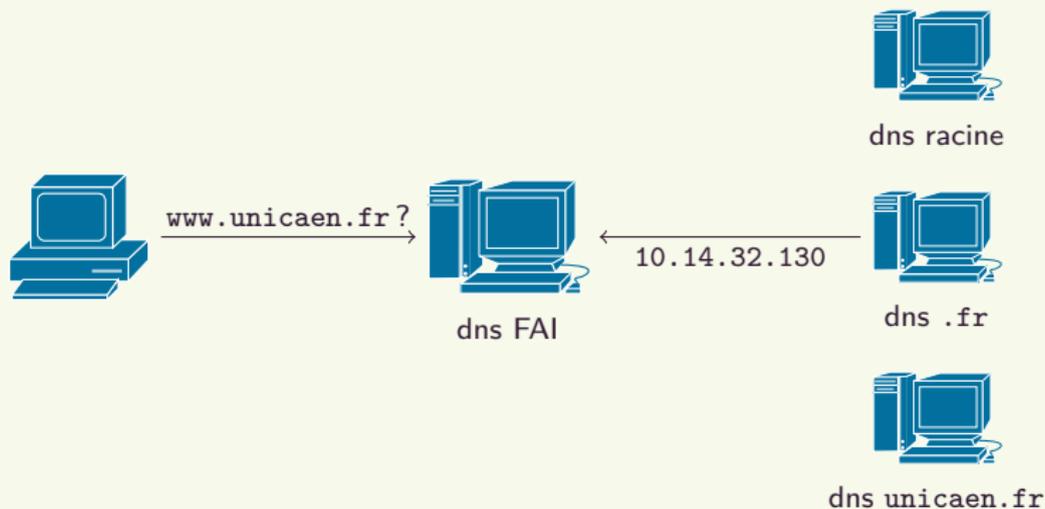
- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement du DNS



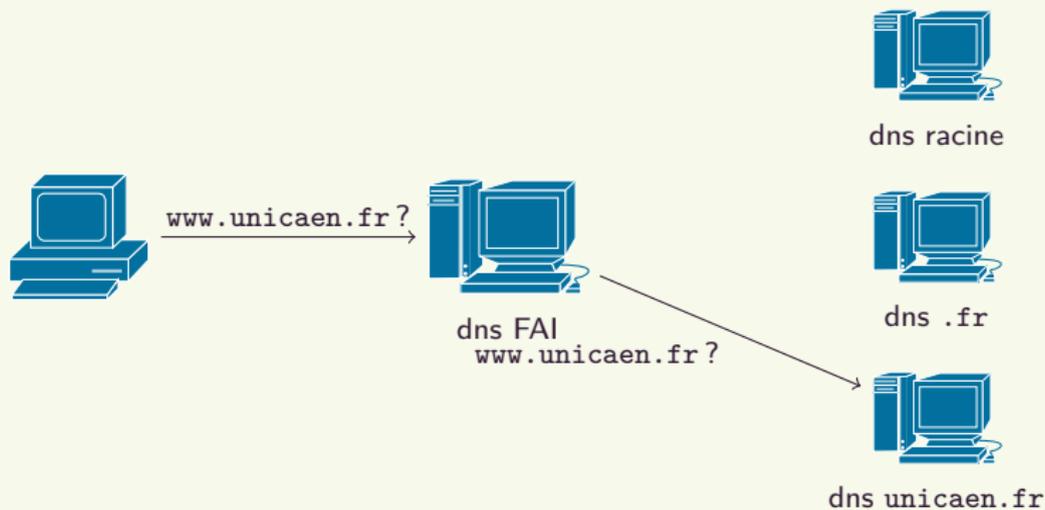
- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement du DNS



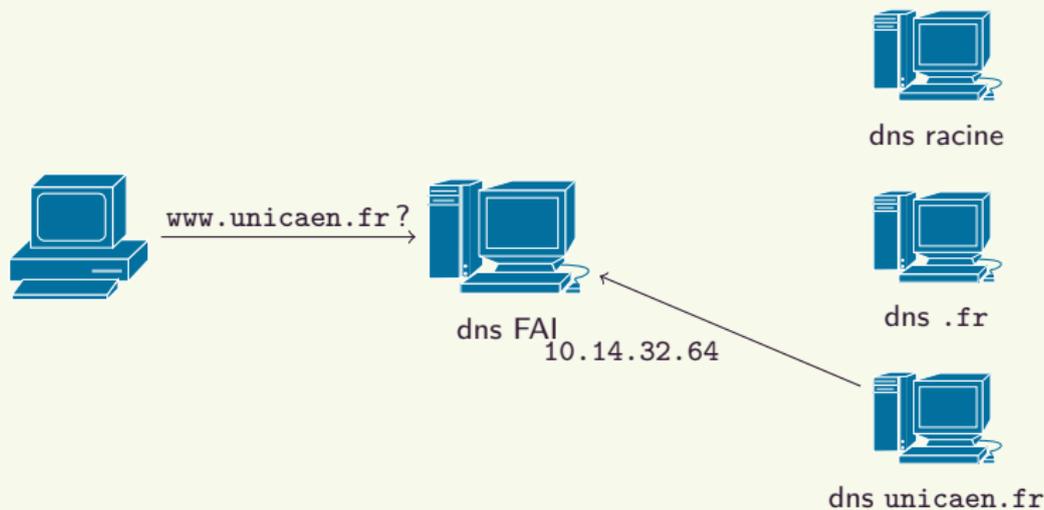
- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement du DNS



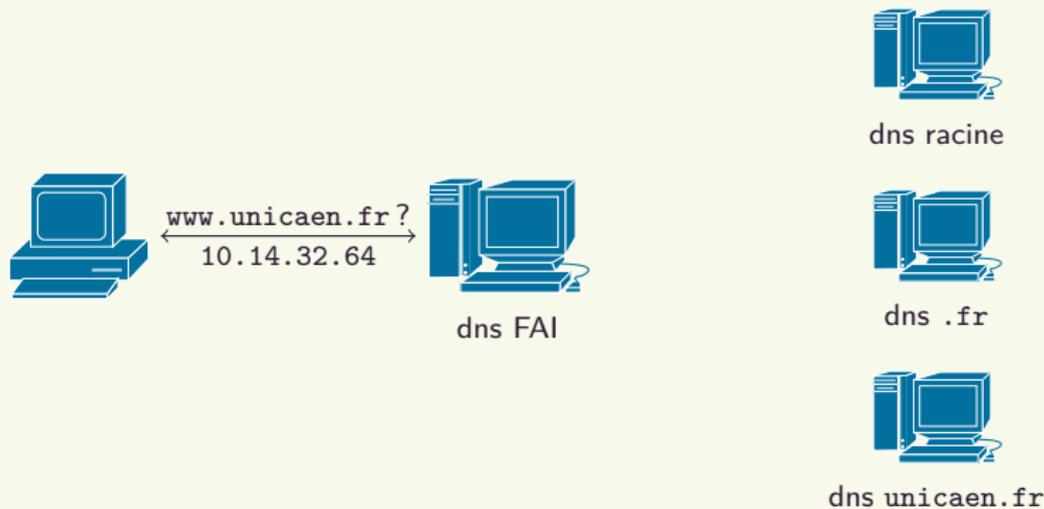
- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement du DNS



- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement du DNS



- Le FAI dispose d'un DNS qui se charge des interrogations ;
- De nombreux résultats sont **mis dans le cache**.

# Fonctionnement et règles de l'internet

---

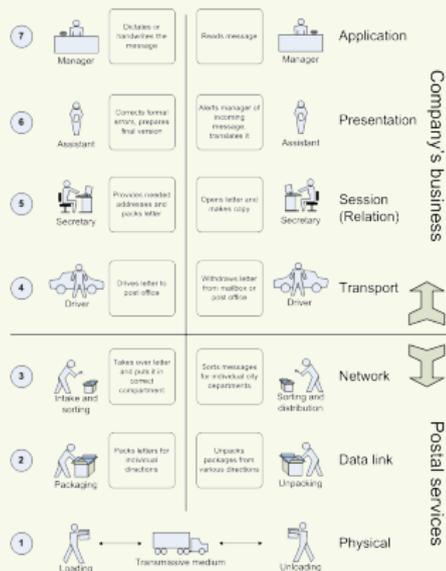
# Principe en couche : le modèle OSI

## Couches :

- Séparer en fonctionnalités ;
- Avoir des briques indépendantes et interopérables ;
- Une approche théorique.

## Internet :

- Modèle OSI (7 couches) ;
- Réalité (4 couches)  
*Application / TCP / IP / Ethernet .*



RM – OSI and letter communication parallel

## IETF :

- Organisme de normalisation ouvert ;
- Ouvert à tous les individus ;
- Depuis 1993, activité internationale indépendante soutenue par l'*Internet Society* (organisation à but non lucratif).

## RFC : *Request for comment*

- Mécanisme de publication de l'IETF ;
- Obtenu par consensus approximatif ;
- Publié sur Internet

<https://tools.ietf.org/html/>.



*Internet Engineering  
Task Force*

Fremont, États-unis.



# Fonctionnement et règles de l'internet

---

Couche physique



## Objectif :

- **Transmission** (sans perte, sans erreur et sans duplication) d'une suite de bits **entre deux machines directement connectées**.

## Cadre varié :

- Cable RJ45 (Ethernet) ;
- Wi-Fi (IEEE 802.11) ;
- ADSL (ITU G.992.X) ;
- ...

## Adresse MAC : (*Ethernet*)

- Identifiant physique unique d'une interface réseau ;
- Visible uniquement localement ;
- Divisé en constructeur / compteur :  
*fc:3f:db:42:2b:9b*  
*Hewlett Packard*
- Peut être usurpé.

## Ondes :

- Partagés avec d'autres usages (radio, téléphone, ...) ;
- Soumis à la réglementation nationale ;
- Peut différer selon les pays ;
- En France : **ARCEP**.



# Fonctionnement et règles de l'internet

---

IP

## Table de routage :

- donne les informations pour envoyer les paquets ;
- connue de façon statique ...
- ...ou dynamique (BGP, OSPF).

## Objectif de la couche IP :

- **Transmission** d'un paquet d'une source à une destination ;
- politique du **Best effort** (aucune garantie).

Diagnostics >> View Routing Table

Current Running Routing Table		IPv6 Routing Table	
Key: C - connected, S - static, R - RIP, * - default, ~ - private			
*	0.0.0.0/0.0.0.0	via 168.95.98.254	MAN1
S	42.69.245.219/255.255.255.255	via 42.69.245.219	USB1
S	100.103.34.49/255.255.255.255	via 100.103.34.49	USB2
C	100.103.34.49/255.255.255.252	directly connected	USB2
C	192.168.1.0/255.255.255.0	directly connected	LAN1
S	111.251.233.158/255.255.255.255	via 111.251.233.158	MAN1
*	168.95.98.254/255.255.255.255	via 168.95.98.254	MAN1
	<u>Destination IP + Subnet Mask</u>	<u>Gateway</u>	<u>Interface</u>

# Fonctionnement et règles de l'internet

---

TCP / UDP

**Besoin** : Avoir plusieurs connexions avec une machine (exemple : plusieurs tabs sur un même site).

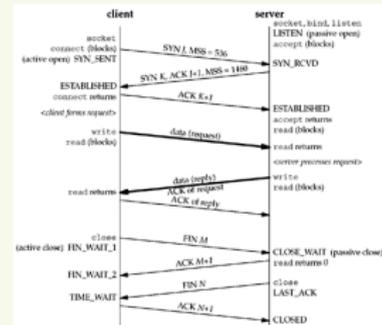
## TCP et UDP

- Présence d'un **port** entre 0 et 65535.
- Utilisation dynamique.

IRIF  
Université Paris-Diderot  
Case 7014  
75205 Paris CEDEX 13

## TCP

- Mécanisme d'ouverture : **SYN** (*Allo*) ...
- ...et de fermeture : **FIN** (*Au revoir*) ;
- Numérotation des paquets ;
- Validation des paquets reçus : **ACK**.



**Objectif de la couche TCP :** Communication **bidirectionnelle** dans l'ordre **sans perte**.

**Identification** : Une communication se décrit à l'aide de **quatre éléments** :

- **IP** et **port** de la machine **source** (initiateur) ;
- **IP** et **port** de la machine **destination**.

**Division en couches** : La transmission des informations **est indépendante** du contenu transmis.

**Neutralité du net** : égalité de traitement des informations sans distinction de source, de destination ou de contenu.

# Fonctionnement et règles de l'internet

---

Manque d'adresses

**Épuisement** : Depuis Février 2011, l'IANA n'a plus de bloc IPv4 disponible ( [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89puisement\\_des\\_adresses\\_IPv4](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89puisement_des_adresses_IPv4)).

## Palliatif :

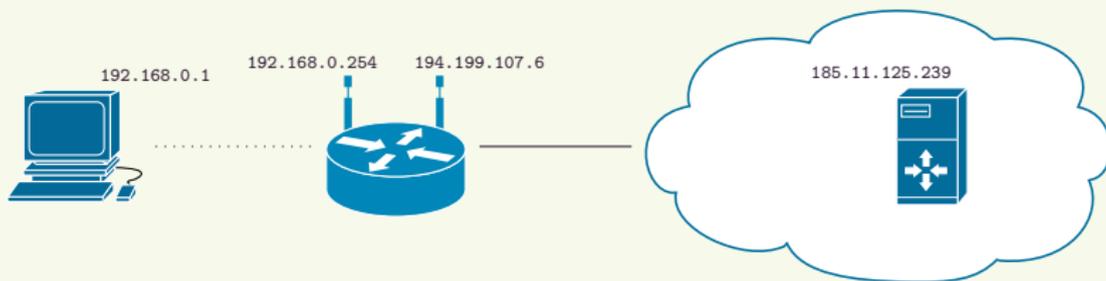
- Récupération de plage déjà distribuées (*peu efficace*)
- Utilisation des **adresses privées** :
  - 10.0.0.0/8;
  - 172.16.0.0/12 (de 172.16.0.0 à 172.31.255.255);
  - 192.168.0.0/16.

Ces adresses ne sont pas valables sur internet mais chacun peut les utiliser (cf. *Bureau* pour les adresses postales).

# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

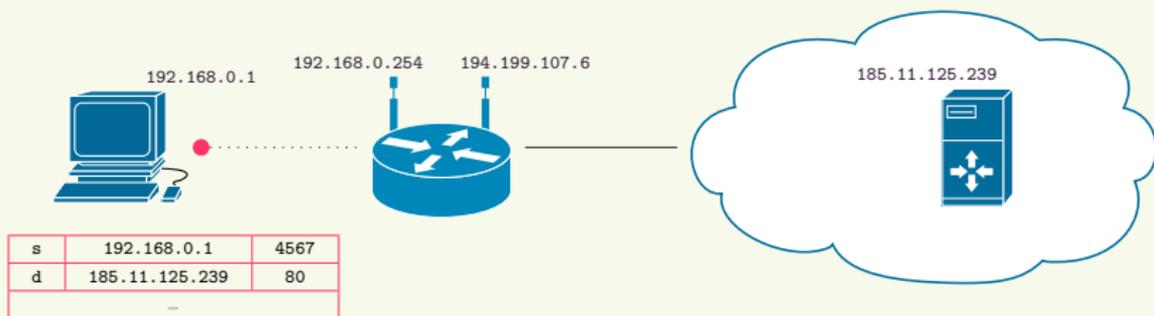
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

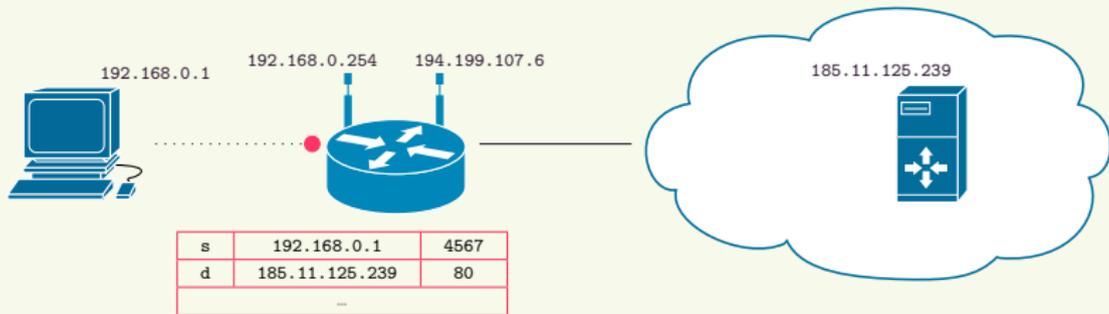
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

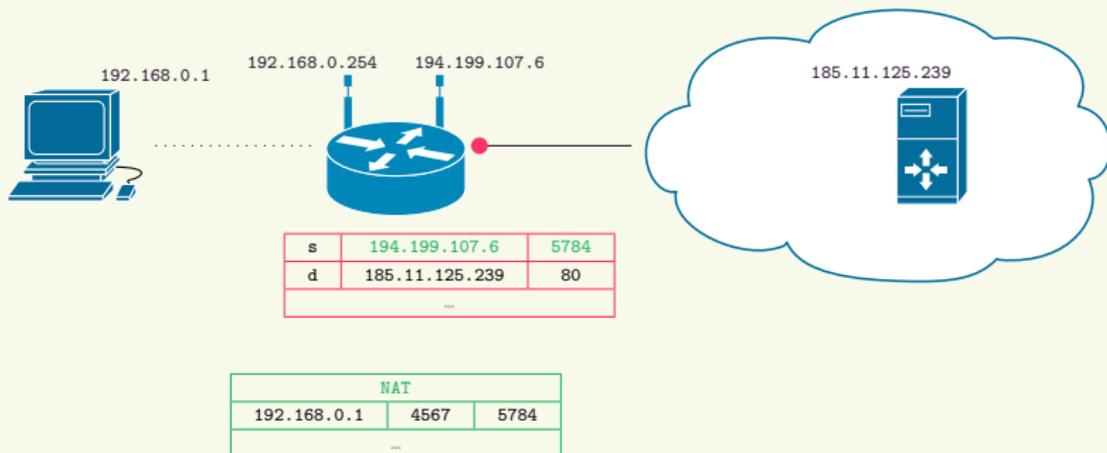
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

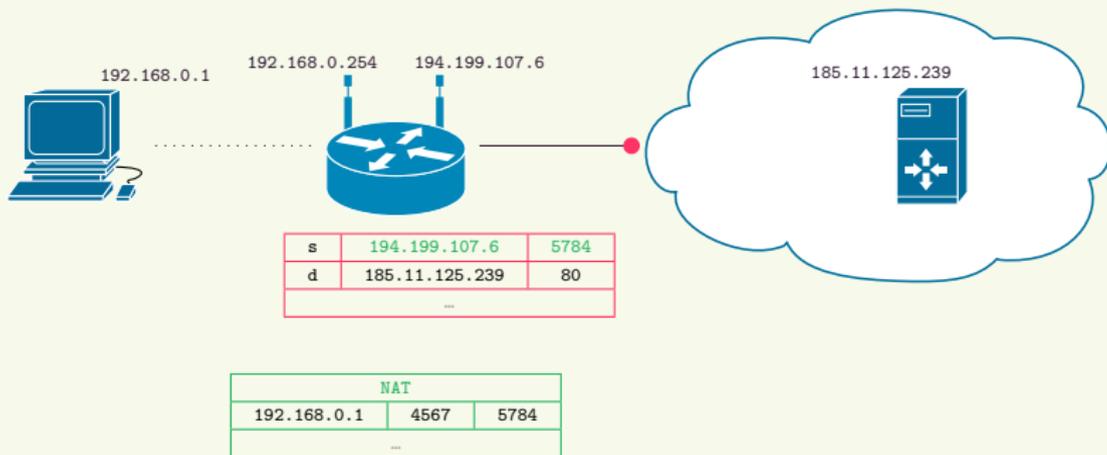
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

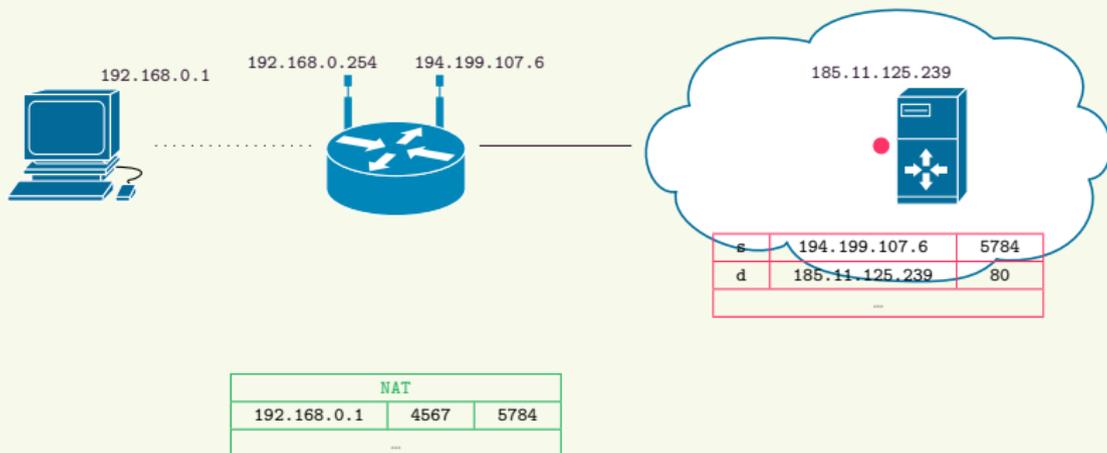
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

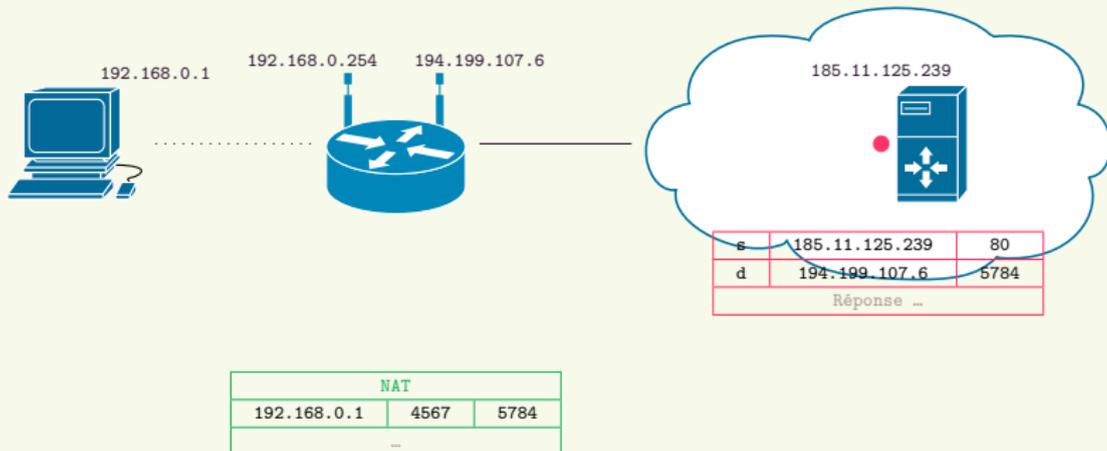
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

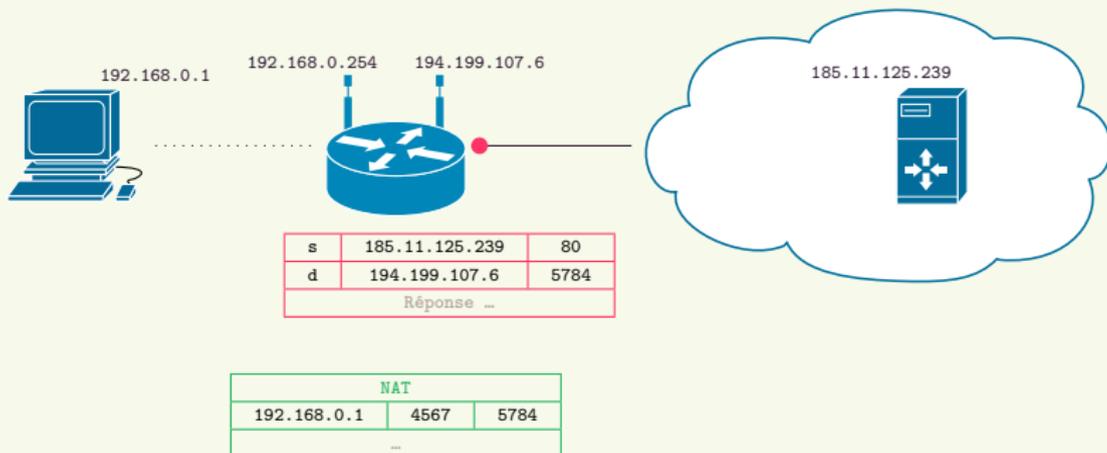
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

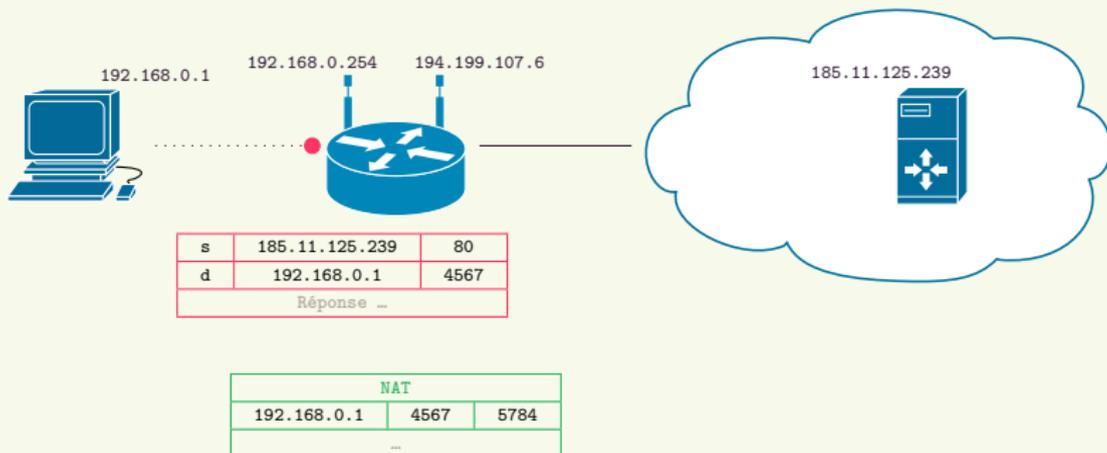
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

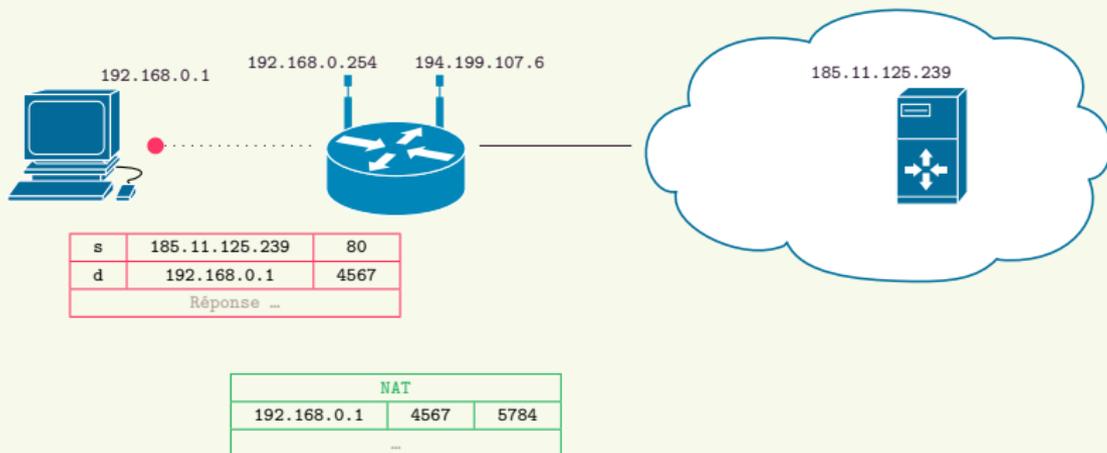
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

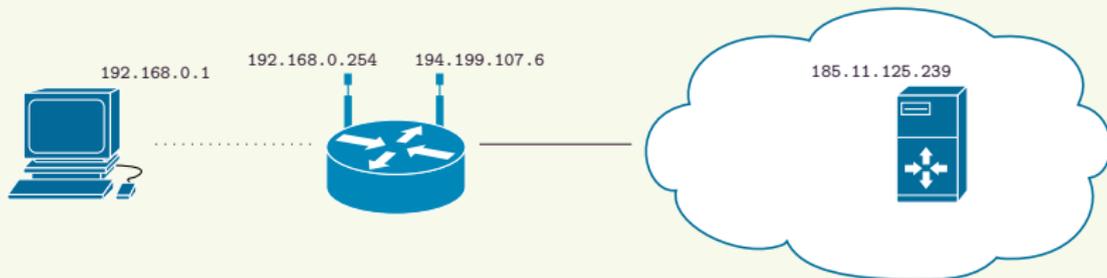
**Exemple de la Box internet :**



# Network address translation

**NAT** : permet d'accéder à Internet avec une IP privée *via* une machine avec une IP publique qui fait la traduction d'adresse.

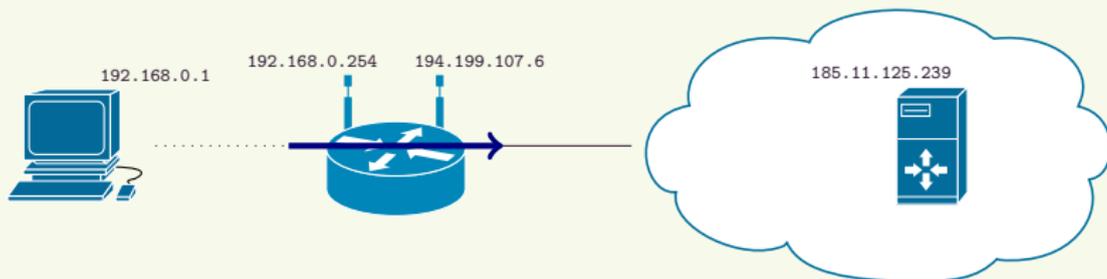
**Exemple de la Box internet :**



La boîte **fournit l'accès** à Internet.

Elle conserve en général les données de la table NAT.

# NAT et accès



Le NAT empêche d'établir une connexion vers les adresses privées.

Il est possible de contourner ce problème avec de la **redirection de port** :

- par une configuration manuelle ;
- à l'aide du protocole UPnP.



## Un successeur de IPv4 :

- plus d'adresses :  $3,4.10^{38}$  :  
2001:0660:7101:A467:0123:4567:89AB:CDEF ;
- des ajouts de fonctionnalités :  
*configuration d'adresse automatique, ...* ;
- des ajouts techniques.

## Transition :

- changement mondial ;
- les deux versions cohabitent et sont indépendantes ;
- **en théorie**, pas de problème de compatibilité pour les programmes.

**Effet de bord** : le NAT IPv4 “cache” une machine derrière un routeur.

## Identifiant unique :

- En IPv6, chaque IP désigne une unique machine ;
- les IP automatiques utilisent l'adresse physique et on peut alors suivre une machine quand elle change de réseaux ...
- ...une extension permet d'éviter cela (*RFC 4941*).

# Fonctionnement et règles de l'internet

---

Nom et adresse

**Internationalisation** : Une extension permet maintenant d'avoir des noms de domaines avec des caractères non-ASCII (accents, lettres grecques, idéogrammes, ...).

**Problème** : Certains caractères ont une apparence similaire (risque de **typosquatting**).

IDN homograph attack

**Uniform Resource Locator** : Moyen d'identifier une *ressource* sur Internet.

**Exemples :**

`https:// fr.wikipedia.org /wiki/Uniform_Resource_Locator`  
`protocole machine chemin ;`

`ftp://anonymous@aeneas.mit.edu:21/`

`mailto:gaetan.richard@unicaen.fr?subject=Test`

# **Application, serveurs et services**

---

## Modèle Client-Serveur :

On distingue deux programmes :

- **Client** envoie des requêtes ;
- **Serveur** attendent les requêtes des clients et y répondent.

## Services et ports :

- un serveur fournit un service donné ;
- le format des requêtes et réponses est défini dans un **protocole** ;
- pour un service, le protocole indique un **port** de référence (attribué par l'IANA) ;
- les ports inférieurs à 1 024 sont réservés à l'administrateur de la machine.

# Application, serveurs et services

---

http

### **Hypertext Transfer Protocol :**

- Utilisé par les `navigateurs web` en tant que client ;
- Fournit par les `serveur web` ;
- HTTP/1.1 : RFC 7230 et suivantes ;
- Utilise le port 80.

Il peut être utilisé pour transporter tout type de contenu.



# Une session http

```
$ telnet richardg.users.greyc.fr 80
```

# Une session http

```
$ telnet richardg.users.greyc.fr 80
Trying 193.55.128.8...
Connected to idfix.info.unicaen.fr.
Escape character is '^]'.
```

Programme

# Une session http

```
$ telnet richardg.users.greyc.fr 80
Trying 193.55.128.8...
Connected to idefix.info.unicaen.fr.
Escape character is '^]'.
GET / HTTP/1.1
Host: richardg.users.greyc.fr
Accept-Language: fr
```

Programme

Client

# Une session http

```
$ telnet richardg.users.greyc.fr 80
Trying 193.55.128.8...
Connected to idefix.info.unicaen.fr.
Escape character is '^]'.
GET / HTTP/1.1
Host: richardg.users.greyc.fr
Accept-Language: fr
```

Programme

Client

```
HTTP/1.1 302 Found
Date: Mon, 17 Sep 2018 07:55:24 GMT
Server: Apache/2.4.10 (Debian)
Location: https://richardg.users.greyc.fr/
Content-Length: 216
Content-Type: text/html; charset=iso-8859-1
```

Serveur  
(en-tête)

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//IETF//DTD HTML 2.0//EN">
<html><head>
<title>302 Found</title>
</head><body>
<h1>Found</h1>
<p>The document has moved <a href="https://richardg.users.greyc.fr/">here</a>.</p>
</body></html>
```

(contenu)

```
Connection closed by foreign host.
```

# **Application, serveurs et services**

---

**http et identification**

**Principe** : élément d'information envoyée par le serveur à un client qui lui renvoie à chaque nouvelle demande. Transite via les en-tête HTTP et **stoké chez le client**. Il permet d'**identifier** le client dans le temps.

## Mettre un cookie :

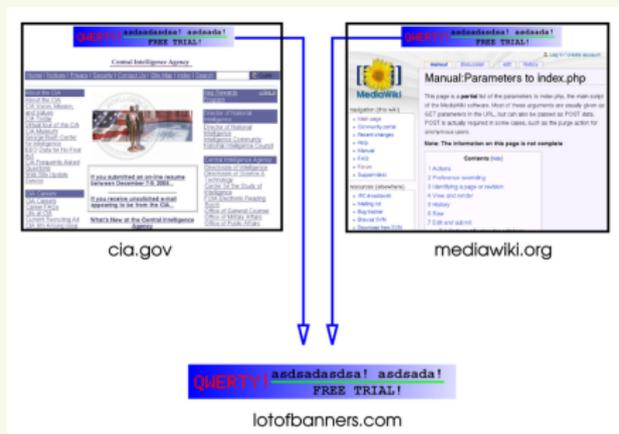
```
HTTP/1.0 200 OK
Content-type: text/html
Set-Cookie: yummy_cookie=choco
Set-Cookie: tasty_cookie=strawberry
```

## Récupération d'un cookie :

```
GET /sample_page.html HTTP/1.1
Host: www.example.org
Cookie: yummy_cookie=choco; tasty_cookie=strawberry
```

# Cookies et tracking

**Cookies tiers et vie privé :** Une page web peut faire appel d'autres éléments appartenant à une page web et dans ce cas envoie un cookie à cette machine. Il est alors possible de faire un recoupement.



Cf. Wikipedia

## Une législation aux effets visibles :

- Directive 2002/58/CE et Directive 2009/136/CE ;
- des difficultés de mise en place.

# {device,machine,browser} fingerprint

**Principe** : Utiliser les différences dans les méta-informations et les différences de comportement pour identifier de façon unique une machine ou un navigateur.

## Exemples :

- Adresse IP ;
- Taille de l'écran ;
- Version du navigateur ;
- Polices de caractères installées ;
- Version de Javascript ;
- Langue ;
- ...

# **Application, serveurs et services**

---

**coté client vs coté serveur**

**Séparation fond / forme** : le style est mis dans un fichier **CSS** (à part).

**Animations et calculs** :

- côté serveur : **php**, **sql** ;
- côté client : **javascript**.

# **Application, serveurs et services**

---

**le Web**

**Many to one** : chaque élément de la chaîne peut en contenir plusieurs du dessus.

- Utilisateurs ;
- Sites web (DNS) ;
- Serveur web (IP) ;
- Machine virtuelle ;
- Machine physique ;
- Baie de stockage redondante (données).



**Question** : Sur qui taper ?

## Accessible financièrement à tout le monde :

- **serveur dédié** 50€/mois (ex : ovh);
- **hébergement web** 10€/mois (ex : ovh);
- **domaine** (DNS) 10€/an (ex : gandi);
- sur une machine personnelle (compris dans l'abonnement internet).

## Accessible techniquement :

De nombreux **CMS** (ex : WordPress), outils, et services sont disponibles pour créer un site web simplement.

## Des versions :

- **Web 1.0** : Web statique ;
- **Web 1.5** : Web dynamique ;
- **Web 2.0** : Web participatif ;
- **web 3.0** : Web *sémantique, des données, P2P?*

## Et des questions :

- **participatif** : rôle (et responsabilité) de l'intermédiaire ;
- **traitement des données** : idem.

## **Exemple du mail**

---

En mode interactif.