Applications réseaux

adresses IP, interfaces réseaux et résolution de nom

Etienne Duris

Arnaud Carayol

UNIVERSITÉ PARIS-EST MARNE-LA-VALLÉE

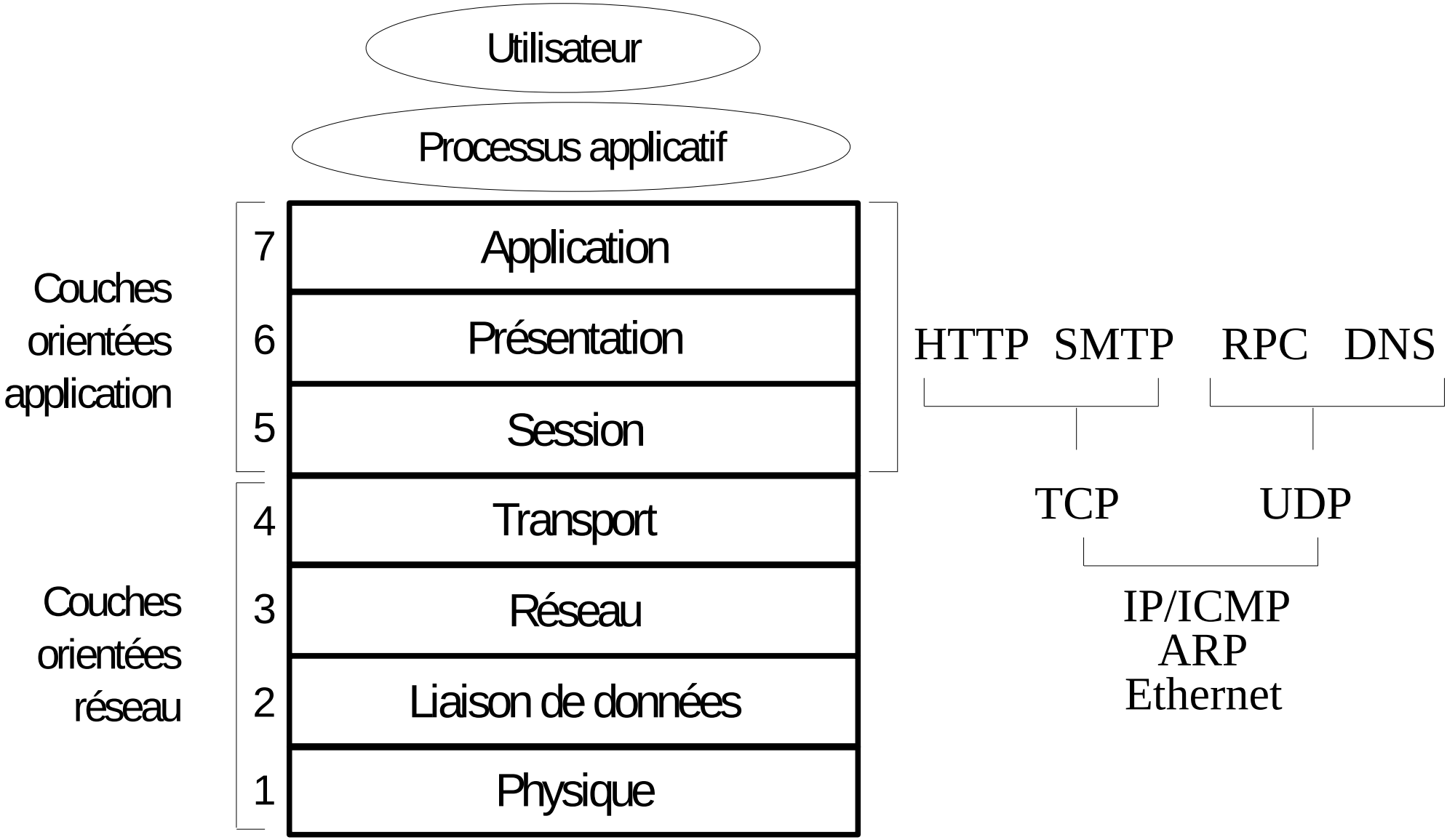
Bibliographie et sources

- *Java et Internet*
  G. Roussel, E. Duris, N. Bedon et R. Forax. Vuibert 2002.
- Les cours de Rémi Forax
  http://igm.univ-mlv.fr/~forax/
- Documentations Java Oracle
  http://docs.oracle.com/javase/
- Java Network Programming, Third Edition, Elliotte Rusty Harold, O'Reilly

Contexte

- On s'intéresse aux applications de type Internet
  - Interconnexion des réseaux utilisant le protocole Internet (IP)
  - La couche IP sert à **adresser**, **acheminer**, **router** les paquets IP
  - Pour échanger des informations (être utilisé), le protocole Internet de la **couche réseau (3)** requiert un protocole « compagnon » de la **couche transport (4)**
    - UDP (*User Datagram Protocol*) ou
    - TCP (*Transmission Control Protocol*)
  - La grande majorité des applications (DNS, SMTP, FTP, HTTP, etc.) reposent sur cette suite dite « TCP/IP »
- L'accès aux « couches basses » (1 et 2) est plus délicat
  - Dépendant du protocole, du système d'exploitation (libpcap)

Open System Interconnection (OSI)



Standards et normes

- Adoptés par l'IAB (*Internet Architecture Board*)
  - IRTF (*Internet Research Task Force*) : long terme
  - IETF (*Internet Engineering Task Force*) : court terme
- Distribués par l'INTERNIC (*INTERnet Network Information Center*)
  - sous la forme de documents appelés **RFC** (*Request For Comments*)
  - **www.rfc-editor.org**
  - **www.irtf.org**
  - **www.ietf.org**

Gestion des adresses Internet

- Les noms et numéros sont gérés par
  - IANA (*Internet Assigned Numbers Authority*)
    - **www.iana.org**
  - ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*)
    - **www.icann.org**
- Délèguent leurs fonctions au niveau régional
  - RIPE NCC (Réseaux IP Européens, Network Coordination Center) pour une partie de l'Europe de l'Est et l'Afrique
    - Délègue, au niveau national, à des LocalIR (*Internet Registery*). GEANT (europe) RENATER (france)
      - Délègue à l'administrateur (ex. Université)

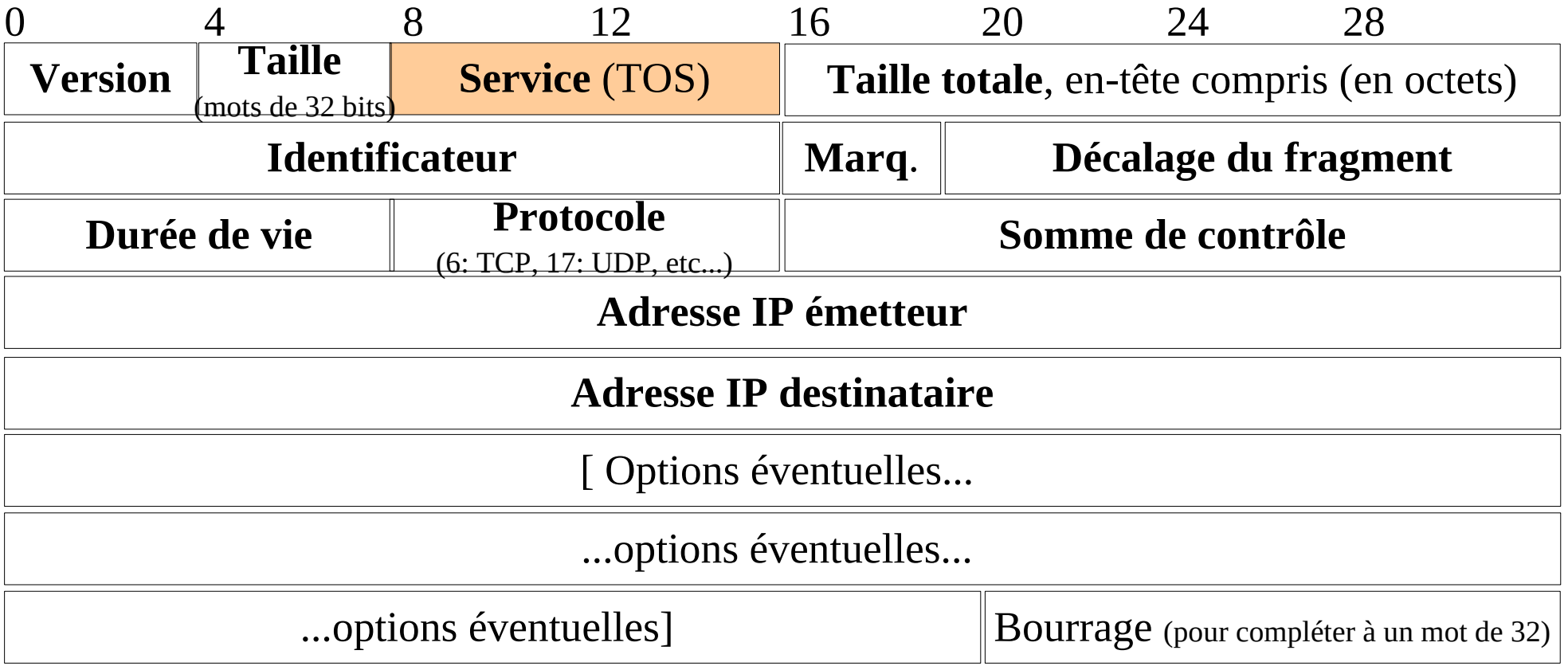
Adresses réservées

- L'adresse du ***réseau*** lui même
  - Tout à zéro pour ce qui concerne les bits « machine »
- L'adresse de ***broadcast***
  - Broadcast réseau local (tout à 1): 255.255.255.255
  - Broadcast dirigé: tout à 1 pour ce qui concerne les bits « machine » (souvent bloqué par les routeurs)
- L'adresse « ***non spécifiée*** »: 0.0.0.0 (*wildcard* ou *anylocal*)
  - Elle représente la machine locale avant qu'elle ait une adresse
- L'adresse de ***loopback***: 127.0.0.1
- Plages d'adresses réservées non affectées (RFC 1918)
  - 10.0.0.0/8 et 127.0.0.0/8 pour la classe A
  - 169.254.0.0/16 et 172.16.0.0/16 pour la classe B
  - 192.168.0.0/16 pour la classe C

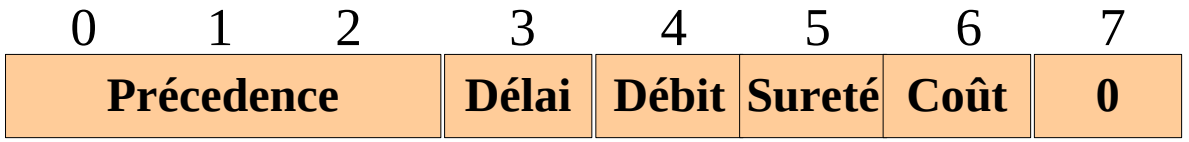
Protocole Internet (rappels)

- RFC 791 (Jon Postel) et STD 0005
  - Acheminement de datagrammes d'un point à un autre du réseau, repérés par des adresses IP
- Principe de **routage de paquet**
  - Chaque datagramme est « routé » indépendamment des autres (**plusieurs chemins possibles**, **non conservation de l'ordre**)
  - Lorsqu'un datagramme est transmis, rien n'assure qu'il arrivera un jour: **non fiable** ou **au mieux** (*best effort*)
- Traversée de plusieurs réseaux physiques différents
  - possibilité de **fragmentation** des paquets

Format des datagrammes (IP v4)



Type Of Service



Le protocole IP et Java

- API d'accès: **java.net.*;**
- Adresses IP représentées par les instances de la classe **InetAddress**, ou plus précisément de l'une des deux sous-classes
  - **Inet4Address** pour le protocole IPv4 (32 bits)
  - **Inet6Address** pour le protocole IPv6 (128 bits)
- *A priori*, chaque instance représente 2 informations
  - un tableau d'octets (4 ou 16): adresse numérique (*address*)
  - un nom éventuel (DNS, NIS): adresse « littérale » (*host*)
    - Si ce nom existe ou si la résolution de nom inverse a déjà été faite

Représentation des adresses

- L'adresse « littérale » n'est pas nécessairement résolue (peut être remplacée par la chaîne vide)
  - méthode **String toString()** ⇒ www.6bone.net/131.243.129.43 ou encore www.6bone.net/3ffe:b00:c18:1:0:0:0:10
  - méthodes **String getHostName()** ⇒ « www.6bone.net » ou **String getCanonicalHostName()** ⇒ « 6bone.net »
  - méthode **String getHostAddress()** ⇒ "131.243.129.43" (adresse numérique sous forme de String)
  - méthode **byte[] getAddress()** ⇒ {131, 243, 129, 43} (attention, en Java, le type **byte** comme tous les types primtifs numériques est signé!)

Récupération d'une instance (méthodes statiques)

- Adresse IP de la machine locale
  - InetAddress.getLocalHost() (éventuellement adresse de loopback)
- Étant donnée une adresse littérale ou numérique
  - InetAddress.getByName(String host)
  - InetAddress.getAllByName(String host) // tableau
- Étant donné un tableau d'octets (pas de résolution DNS)
  - InetAddress.getByAddress(byte[] addr) // non bloquant
- Étant donné un nom et un tableau d'octets (idem)
  - InetAddress.getByAddress(String host, byte[] addr)
    - création, aucun système de nom interrogé pour vérifier la validité

Exemples de représentations

```
InetAddress ia1 = InetAddress.getByName("java.sun.com");
System.out.println(ia1.toString());    // java.sun.com/192.18.97.71
System.out.println(ia1.getHostName()); // java.sun.com
System.out.println(ia1.getCanonicalHostName()); // flres.java.Sun.COM
System.out.println(ia1.getHostAddress());       // 192.18.97.71
```

```
InetAddress ia2 = InetAddress.getByName("192.18.97.71");
System.out.println(ia2.toString());             //  /192.18.97.71
System.out.println(ia2.getHostName());          // flres.java.Sun.COM
System.out.println(ia2.getCanonicalHostName()); // flres.java.Sun.COM
System.out.println(ia2.getHostAddress());       // 192.18.97.71
```

```
byte[] b = ia2.getAddress();                    // affiche b[0]=-64
for(int i=0; i<b.length; i++) {                 //          b[1]=18
   System.out.println("b["+i+"]="+b[i]);        //          b[2]=97
}                                               //          b[3]=71
```

Exemples de représentation (suite)

```
InetAddress [] ias = InetAddress.getAllByName("www.w3.org");
for(int i = 0; i < ias.length; i++) // affiche: www.w3.org/18.29.1.34
   System.out.println(ias[i]);      //          www.w3.org/18.29.1.35
                                    //          www.w3.org/18.7.14.127
```

- Toutes ces méthodes peuvent lever des exceptions de classe UnknownHostException
  - si le format des arguments est incorrect
  - si la résolution de nom n'aboutit pas

```
InetAddress bidon =
      InetAddress.getByAddress("n.importe.quoi", new byte[]{1,2,3,4});
System.out.println(bidon);       // affiche :   n.importe.quoi/1.2.3.4
bidon = InetAddress.getByName("n.importe.quoi");
                                 // lève java.net.UnknownHostException
```

Observations sur les adresses

méthode	*IP v4*	*IP v6*	*adresses concernées*
isAnyLocalAddress()	0.0.0.0/8	::0	*non spécifiée*
isLoopbackAddress()	127.0.0.0/8	::1	*Loopback*
isLinkLocalAddress()	169.254.0.0/16	fe80::/16	*locale au lien (a)*
isSiteLocalAddress()	10.0.0.0/8 172.16.0.0/12 192.168.0.0/16	fec0::/16	*locale au site (b)*
isMulticastAddress()	224.0.0.0/4	ff00::/8	*Multicast*
isMCGlobal()	de 224.0.1.0 à 238.255.255.255	ffxe::/16	*multicast portée globale*
isMCOrgLocal()	239.192.0.0/14 (a)	ffx8::/16	*mult. port. org.*
isMCSiteLocal()	239.255.0.0/16 (a)	ffx5::/16	*mult. port. site*
isMCLinkLocal()	224.0.0.0/24 (a)	ffx2::/16	*mult. port. lien*
isMCNodeLocal()	aucune (b)	ffx1::/16	*mult. port. noeud*

(a) sous réserve de valeurs de TTL adéquates.

(b) Seul un champ TTL à 0 donne une portée locale en IP v4.

Interfaces de réseau

- Une interface de réseau est représentée par un objet de la classe java.net.NetworkInterface
  - un nom (lo, eth0, etc..)
  - une liste d'adresses IP associées à cette interface
- Les méthodes statiques permettant d'obtenir des objets de cette classe:
  - java.util.Enumeration<NetworkInterface> getNetworkInterfaces()
  - NetworkInterface getByName(String name)
  - NetworkInterface getByInetAddress(InetAddress addr)
- Peuvent lever des exceptions SocketException

Exemple de représentation

```
for(Enumeration<NetworkInterface> e =
      NetworkInterface.getNetworkInterfaces();
      e.hasMoreElements(); )
  System.out.println(e.nextElement());
// affiche:
//          name:eth0 (eth0) index: 2 addresses:
//          /193.12.34.56;
//
//          name:lo (lo) index: 1 addresses:
//          /127.0.0.1;
```

- getInetAddresses() sur une instance renvoie une énumération des adresses IP associées.
  - Principalement utilisé pour spécifier un attachement multicast sur une interface donnée, ou pour dissocier une carte Wifi d'une Ethernet avant qu'elles aient une adresse IP.

Test de connectivité

- Depuis jdk1.5, possibilité de faire une sorte de ping
  - Depuis une instance de la classe InetAddress, teste si l'adresse qu'elle représente est « atteignable » (*reachable*)
    - Implantation au mieux, mais firewall ou config de serveur peuvent faire en sorte que ça échoue (retourne false) alors que l'@IP est atteignable sur certains port
    - Typiquement, tente un envoi de ECHO REQUEST en ICMP (si privilège ok), ou alors tente d'établir une connexion TCP avec le port 7 (Echo)
  - public boolean isReachable(int timeout) throws IOException
    - Au delà de timeout millisecondes, levée de l'exception
  - public boolean isReachable(NetworkInterface netif, int ttl, int timeout) throws IOException
    - Permet de spécifier l'interface de sortie (null pour n'importe laquelle)
    - et le nombre de sauts maximum des paquets (0 pour défaut)

Test de connectivité : exemples

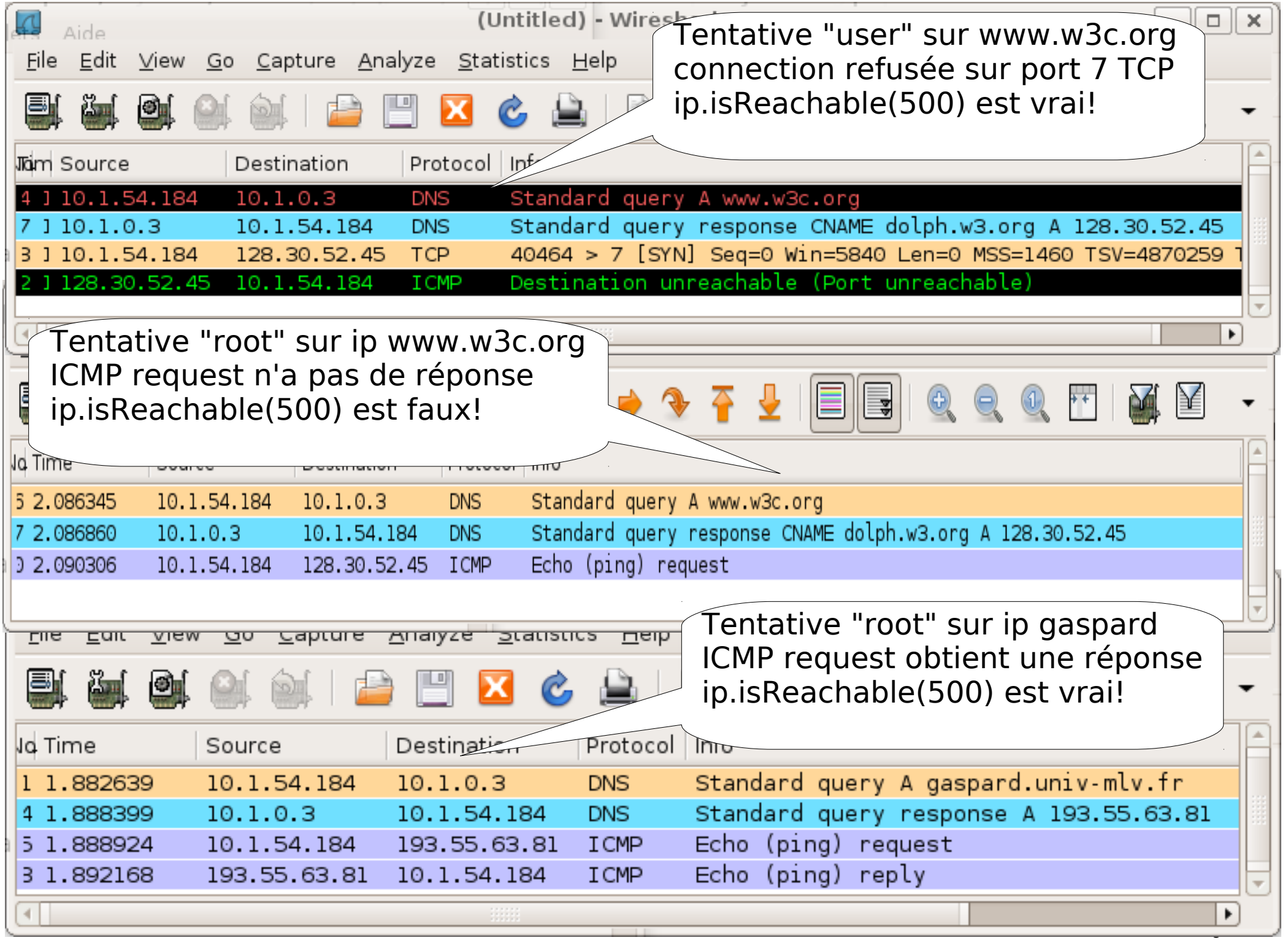
```
public class NameResolution {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        InetAddress inet = InetAddress.getByName(args[0]);
        System.out.println(inet);
        System.out.println("Test de connectivité...");
        if (inet.isReachable(500))
            System.out.println(" réussi.");
        else
            System.out.println(" échoué.");
    }
}
```

- **User**: tentative connexion TCP
  - Accepte ou refuse, mais en général répond
- **Root**: ping (ICMP)
  - Si ne réponds pas aux ICMP Request, échec
  - Si répond, succès

```
User$> java NameResolution www.w3c.org
www.w3c.org/128.30.52.45
Test de connectivité... réussi.
```

```
Root# java NameResolution www.w3c.org
www.w3c.org/128.30.52.45
Test de connectivité... échoué.
```

```
Root# java NameResolution gaspard
gaspard.univ-mlv.fr/193.55.63.81
Test de connectivité... réussi.
```


(Untitled) - Wiresh
Aide
File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help
Tentative "user" sur www.w3c.org
connection refusée sur port 7 TCP
ip.isReachable(500) est vrai!
Source Destination Protocol
4] 10.1.54.184 10.1.0.3 DNS Standard query A www.w3c.org
7] 10.1.0.3 10.1.54.184 DNS Standard query response CNAME dolph.w3.org A 128.30.52.45
3] 10.1.54.184 128.30.52.45 TCP 40464 > 7 [SYN] Seq=0 Win=5840 Len=0 MSS=1460 TSV=4870259
2] 128.30.52.45 10.1.54.184 ICMP Destination unreachable (Port unreachable)
Tentative "root" sur ip www.w3c.org
ICMP request n'a pas de réponse
ip.isReachable(500) est faux!
Time
5 2.086345 10.1.54.184 10.1.0.3 DNS Standard query A www.w3c.org
7 2.086860 10.1.0.3 10.1.54.184 DNS Standard query response CNAME dolph.w3.org A 128.30.52.45
0 2.090306 10.1.54.184 128.30.52.45 ICMP Echo (ping) request
Tentative "root" sur ip gaspard
ICMP request obtient une réponse
ip.isReachable(500) est vrai!
No. Time Source Destination Protocol Info
1 1.882639 10.1.54.184 10.1.0.3 DNS Standard query A gaspard.univ-mlv.fr
4 1.888399 10.1.0.3 10.1.54.184 DNS Standard query response A 193.55.63.81
5 1.888924 10.1.54.184 193.55.63.81 ICMP Echo (ping) request
3 1.892168 193.55.63.81 10.1.54.184 ICMP Echo (ping) reply