

N° Anonymat :

## Examen LU3INI033 « Réseaux »

Vendredi 10 janvier 2025 – Durée : 2 heures

**Autorisé : 1 feuille A4 manuscrite recto/verso + calculatrice (non communicante)**

Voici 3 feuilles contenant les énoncés et les zones de réponse à compléter (sans déborder), sans les dégrafer.

**Vous devez écrire votre numéro d'anonymat sur chacune des feuilles.**

### Exercice 1 : DNS et décodage (40 minutes)

Alice a ouvert un terminal sur son PC et a entré la commande `dig free.fr MX +trace`, tout en utilisant Wireshark pour capturer le trafic généré. La trace a été filtrée pour ne conserver que (dans l'ordre) les 8 trames relatives à cette commande ; elle est donnée en annexe.

Conseil : lisez les questions avant de vous lancer dans le décodage, afin de ne repérer que les seuls champs nécessaires pour y répondre.

1. Par l'utilisation de cette commande, que cherche à obtenir Alice ?

2. Quelle est l'adresse IP du PC d'Alice ?

3. Dans l'échange des paquets contenus dans les **trames 1 et 2** :

a. Qu'est-ce qui prouve que la requête contenue dans la trame 1 s'adresse à un serveur DNS ? Quel est le type de serveur DNS concerné ?

b. Comment le PC d'Alice a pu déterminer l'adresse IP de ce serveur ? Donnez cette adresse.

c. Quelles sont les informations qu'obtient nécessairement Alice à la fin de cet échange ?

4. Dans l'échange des paquets contenus dans les **trames 3 et 4** :

a. Quel est le type de serveur DNS concerné ?

b. Comment le PC d'Alice a pu déterminer l'adresse IP de ce serveur ? Donnez cette adresse.

c. Quelles sont les informations qu'obtient nécessairement Alice à la fin de cet échange ?

5. Dans l'échange des paquets contenus dans les **frames 5 et 6** :

a. Quel est le type de serveur DNS concerné ?

b. Comment le PC d'Alice a pu déterminer l'adresse IP de ce serveur ? Donnez cette adresse.

c. Quelles sont les informations qu'obtient nécessairement Alice à la fin de cet échange ?

6. Dans l'échange des paquets contenus dans les **frames 7 et 8** :

a. Quel est le type de serveur DNS concerné ?

b. Comment le PC d'Alice a pu déterminer l'adresse IP de ce serveur ? Donnez cette adresse IP.

c. Quelles sont les informations qu'obtient nécessairement Alice à la fin de cet échange ?

7. Donnez les **noms** et les **adresses IP** des **serveurs de mails** finalement obtenus par le PC d'Alice.

8. Donnez les **noms** et les **adresses IP** des **serveurs de mails** finalement obtenus par le serveur DNS local d'Alice. Justifiez votre réponse.

**Exercice 2 : RIP et OSPF (40 minutes)**

Un réseau est constitué de 6 routeurs dont les tables de routage (incomplètes) sont données ci-dessous. Tous les sous-réseaux ont pour masque 255.255.255.0. Pour simplifier les tables, la colonne « Mask » n'a donc pas été représentée (toutes les valeurs sont en /24) et seuls les deux derniers octets des adresses IP sont donnés. **Exemple : l'adresse IP 16.16.16.0 sera représentée dans les tables par : « .16.0 ».** Par ailleurs, dans la colonne « Interface », l'adresse IP de l'interface Ethernet est donnée à la place du nom symbolique.

**Exemple : « 16.16.16.254 » plutôt que « eth0 ».**

Table de routage de A			
Dest	Gateway	Int	Dst
.16.0	*	.16.254	1
.17.0	*	.17.11	1
.15.0	.16.47	.16.254	2
.14.0	.16.47	.16.254	2

Table de routage de B			
Dest	Gateway	Int	Dst
.16.0	*	.16.47	1
.14.0	*	.14.25	1
.15.0	*	.15.254	1

Table de routage de C			
Dest	Gateway	Int	Dst
.14.0	*	.14.5	1
.13.0	*	.13.25	1
.12.0	.13.204	.13.25	2
.15.0	.13.204	.13.25	2

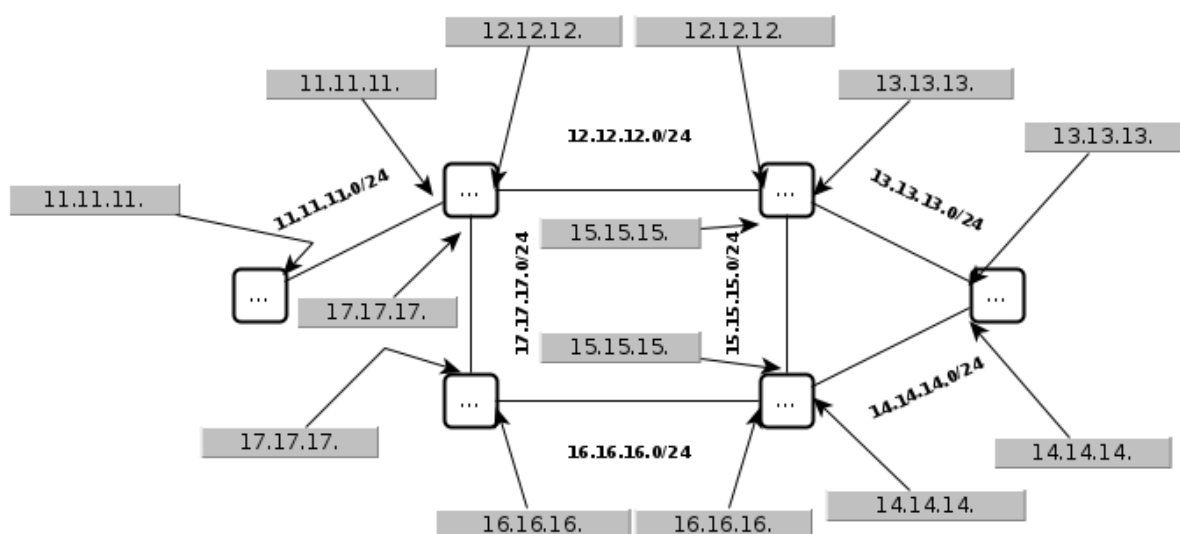
Table de routage de D			
Dest	Gateway	Int	Dst
.12.0	*	.12.254	1
.13.0	*	.13.204	1
.15.0	*	.15.8	1

Table de routage de E			
Dest	Gateway	Int	Dst
.12.0	*	.12.147	1
.17.0	*	.17.128	1
.11.0	*	.11.254	1
.16.0	.17.11	.17.128	2
.15.0	.17.11	.17.128	3
.14.0	.17.11	.17.128	3

Table de routage de F			
Dest	Gateway	Int	Dst
.11.0	*	.11.60	1
.12.0	.11.254	.11.60	2
.17.0	.11.254	.11.60	2
.16.0	.11.254	.11.60	3
.15.0	.11.254	.11.60	4
.14.0	.11.254	.11.60	4

On considérera dans un premier temps que tous les liens du réseau ont un coût de 1 et que tous les routeurs exécutent le **protocole de routage à vecteurs de distance RIP**. Les tables de routage montrent clairement que le protocole RIP n'a pas encore convergé.

1. Complétez le schéma du réseau donné ci-dessous en remplaçant les pointillés par le nom du routeur correspondant et en indiquant dans les rectangles gris la valeur en décimal du dernier octet de l'adresse IP des interfaces des différents routeurs.



2. Basé sur la connaissance des routeurs à l'instant représenté par les tables, indiquez, dans l'ordre chronologique, les routeurs traversés par un paquet allant du routeur F au routeur C.

On s'intéresse maintenant à reconstituer une séquence d'échanges ayant permis d'aboutir aux tables de routage données ci-dessus. On suppose qu'initialement les tables de routage de tous les routeurs ne contiennent que des entrées locales (réseaux directement accessibles). On considère les événements suivants :

- e1) A envoie son vecteur de distance, E le reçoit et le traite ;
- e2) B envoie son vecteur de distance, A le reçoit et le traite ;
- e3) E envoie son vecteur de distance, F le reçoit et le traite ;
- e4) D envoie son vecteur de distance, C le reçoit et le traite.

3. Classer les événements dans un ordre chronologique permettant d'aboutir aux tables ci-dessus.

4. Donner les tables de routage des 6 routeurs une fois que le protocole RIP a convergé.

Table de routage de A			
Dest	Gateway	Int	Dst
.11.0			
.12.0			
.13.0			
.14.0			
.15.0			
.16.0			
.17.0			

Table de routage de B			
Dest	Gateway	Int	Dst
.11.0			
.12.0			
.13.0			
.14.0			
.15.0			
.16.0			
.17.0			

Table de routage de C			
Dest	Gateway	Int	Dst
.11.0			
.12.0			
.13.0			
.14.0			
.15.0			
.16.0			
.17.0			

Table de routage de D			
Dest	Gateway	Int	Dst
.11.0			
.12.0			
.13.0			
.14.0			
.15.0			
.16.0			
.17.0			

Table de routage de E			
Dest	Gateway	Int	Dst
.11.0			
.12.0			
.13.0			
.14.0			
.15.0			
.16.0			
.17.0			

Table de routage de F			
Dest	Gateway	Int	Dst
.11.0			
.12.0			
.13.0			
.14.0			
.15.0			
.16.0			
.17.0			

On considère à présent que les 6 routeurs exécutent le **protocole de routage à états de lien OSPF**. Les liens ont toujours un coût de 1. On suppose qu'à un instant donné, le protocole OSPF n'a encore pas convergé et que le nœud E n'a pas connaissance du lien 13.13.13.0/24 (mais connaît tous les autres liens).

5. Exécutez l'algorithme de Dijkstra pour évaluer, à cet instant, les plus courts chemins de E vers les autres nœuds du réseau, en supposant que **les nœuds sont traités par l'algorithme dans l'ordre suivant : E, F, D, A, B, C**. En déduire la table de routage du **routeur E**.

Algorithme de Dijkstra			
Dest	Suivant	Distance	Chemin
A			
B			
C			
D			
F			

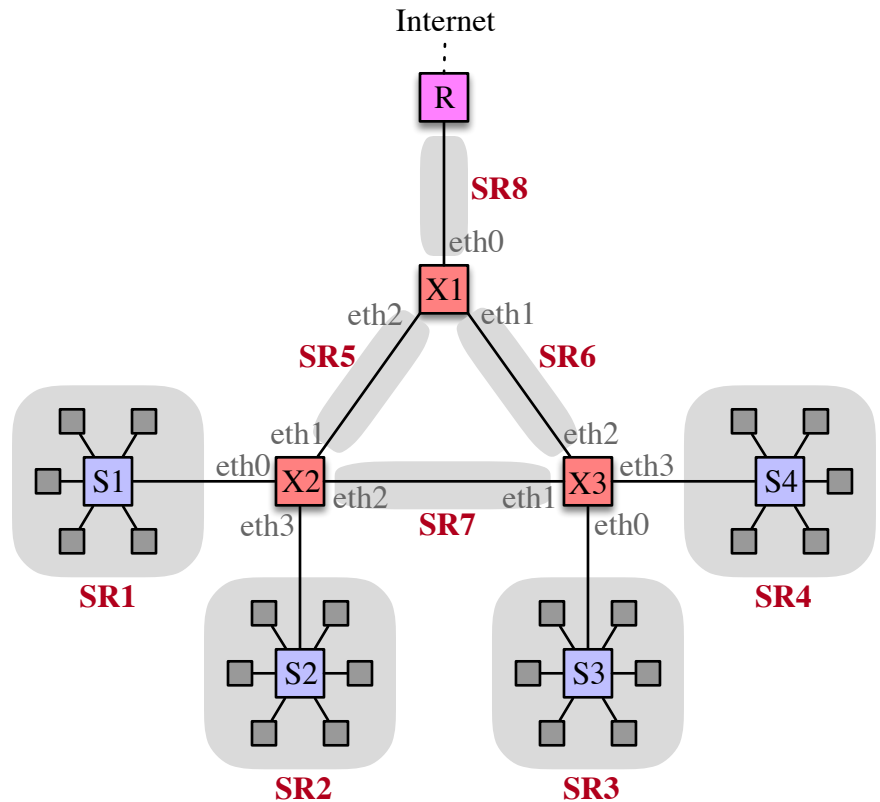
Table de routage de E			
Dest	Gateway	Int	Dst

**Exercice 3 : ARP, IP, DHCP, DNS et HTTP (40 minutes)**

Le réseau suivant est formé de 8 sous-réseaux, SR1 à SR8, interconnectés par 3 routeurs, X1, X2 et X3. Les machines de chacun des 4 premiers sous-réseaux sont reliées par un switch (commutateur), S1 à S4. L'ensemble du réseau est relié à l'Internet à l'aide d'un routeur R. Les sous-réseaux SR5 à SR8 sont des liaisons point-à-point permettant de relier entre eux les routeurs X1, X2, X3 et R.

Les adresses MAC des interfaces des routeurs seront notées symboliquement en utilisant le nom du routeur, suivi du numéro de l'interface. **Exemple : l'interface eth1 du routeur X2 aura pour adresse MAC symbolique « X21 ».**

On suppose que l'on dispose pour l'ensemble du réseau du bloc d'adresses **100.1.2.0/24**. On souhaite décomposer ce réseau en 8 sous-réseaux (SR1 à SR8).



1. Proposez un plan d'adressage utilisant le principe du VLSM et satisfaisant aux contraintes suivantes :

- sur chaque sous-réseau SR1 à SR4 peuvent être connectées 24 machines hôte ;
- aucune machine hôte n'est connectée sur les sous-réseaux SR5 à SR8 (liaisons point-à-point) ;
- le plan d'adressage sera construit en utilisant l'ordre alphabétique des sous-réseaux.

Donnez l'adresse IP « slashée » de chacun des sous-réseaux :

SR1 :	SR2 :	SR3 :
SR4 :	SR5 :	SR6 :
SR7 :	SR8 :	

Sur les sous-réseaux SR1 à SR4, on choisira pour l'interface du routeur qui lui est connecté, la plus petite adresse IP utilisable (pour des machines) sur le sous-réseau. **Exemple : l'interface eth0 du routeur X2 aura pour adresse IP 100.1.2.1.**

Sur chaque sous-réseaux SR5 à SR7, il y a deux adresses IP utilisables. On choisira la première pour le routeur de plus petit numéro (et la deuxième pour l'autre). **Exemple : sur SR5, l'interface eth2 du routeur X1 aura la première adresse IP et l'interface eth1 du routeur X2 aura la deuxième.**

2. Donnez la table de routage de X2 (avec des adresses IP dans la colonne Gateway) :

Dest	Mask	Gateway	Int.	Dst
SR5				
SR6				
SR7				
SR8				
SR1				
SR2				
SR3				
SR4				
0.0.0.0				

On suppose qu'une machine M1 s'allume dans le sous-réseau SR1. Un premier échange DHCP lui permet d'obtenir son adresse IP, ainsi que les paramètres du sous-réseau SR1. On supposera que **le serveur DHCP lui attribue la première adresse IP utilisable pour les machines hôte** (une fois les routeurs configurés). On supposera par ailleurs que **le serveur DNS se situe dans le sous-réseau SR3 et possède la dernière adresse IP utilisable pour les machines hôte de ce sous-réseau**.

3. Donnez les paramètres que la machine M1 obtient du serveur DHCP.

Adresse IP de la machine :	Masque du sous-réseau :
Adresse IP de la passerelle :	Adresse IP du serveur DNS :

Avant de générer du trafic sortant du sous-réseau SR1, la machine M1 doit faire appel au protocole ARP.

4. Donnez les paramètres de la requête ARP et de la réponse ARP, ainsi que les paramètres de la trame encapsulant ces deux messages. **L'adresse MAC de M1 sera symboliquement notée « M1 ».**

	Trame Ethernet		Paquet ARP			
	@ MAC dest.	@ MAC source	@ MAC source	@ IP source	@ MAC cible	@ IP cible
Requête ARP						
Réponse ARP						

L'utilisateur ouvre un navigateur sur la machine M1 et tape une URL. Le navigateur doit d'abord obtenir l'adresse IP de la machine hébergeant le serveur web correspondant à l'URL. Il utilise pour cela le protocole DNS en choisissant 5000 comme numéro de port client. On supposera que la requête DNS et la réponse DNS sont des messages de 30 et 500 octets respectivement, et que la valeur initiale du TTL IP est de 64.

5. Donnez les paramètres des trames Ethernet, paquets IP et messages UDP encapsulant la requête DNS et la réponse DNS, **capturés depuis l'interface eth2 du routeur X2 (sous-réseau SR7).**

	Trame Ethernet		Paquet IP			Message UDP		
	@ MAC dest.	@ MAC source	@ IP source	@ IP dest.	TTL	Port source	Port dest.	Long.
Requête DNS								
Réponse DNS								

Le navigateur du client peut alors envoyer une requête HTTP (GET) et obtenir en réponse du serveur le corps de la page (document de base). Il choisit pour cela le port client 6000. On supposera que la requête HTTP et la réponse HTTP sont des messages de 300 et 2200 octets respectivement. On supposera par ailleurs que la taille de fenêtre de contrôle de flux est suffisante pour ne pas gêner l'échange.

Ces messages sont transportés dans des segments TCP. La MSS est supposée être des deux côtés de 1460 octets. La requête HTTP est donc transportée dans un seul segment (« GET ») et la réponse HTTP dans deux segments (« REP 1 » et « REP 2 »). Le client choisit un ISN de 100 et le serveur de 200. Chaque segment TCP incluant des données est acquitté par un segment TCP ACK.

6. Remplissez le tableau ci-contre avec les valeurs des paramètres des 6 segments TCP de la phase de transfert de données.

	Sens	Segment TCP			
		Port source	Port dest.	SN	AN
GET	→				
ACK TCP	←				
REP 1	←				
ACK TCP	→				
REP 2	←				
ACK TCP	→				

## Trace & Annexes

---

### Trame 1

0000	84	b8	02	5a	59	40	f8	4d	89	8e	9c	b8	08	00	45	00
0010	00	38	03	78	00	00	40	11	b3	f6	84	e3	7d	62	84	e3
0020	3c	1e	ee	75	00	35	00	24	23	4d	97	1b	00	20	00	01
0030	00	00	00	00	00	01	00	00	02	00	01	00	00	29	10	00
0040	00	00	80	00	00	00										

### Trame 2

0000	f8	4d	89	8e	9c	b8	84	b8	02	5a	59	40	08	00	45	00
0010	04	71	cd	82	00	00	3f	11	e6	b2	84	e3	3c	1e	84	e3
0020	7d	62	00	35	ee	75	04	5d	ff	77	97	1b	80	a0	00	01
0030	00	0e	00	00	00	1b	00	00	02	00	01	00	00	02	00	01
0040	00	06	c5	e5	00	14	01	67	0c	72	6f	6f	74	2d	73	65
0050	72	76	65	72	73	03	6e	65	74	00	c0	11	00	02	00	01
0060	00	06	c5	e5	00	04	01	66	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
0070	00	06	c5	e5	00	04	01	6c	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
0080	00	06	c5	e5	00	04	01	61	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
0090	00	06	c5	e5	00	04	01	6b	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
00a0	00	06	c5	e5	00	04	01	65	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
00b0	00	06	c5	e5	00	04	01	64	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
00c0	00	06	c5	e5	00	04	01	63	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
00d0	00	06	c5	e5	00	04	01	62	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
00e0	00	06	c5	e5	00	04	01	69	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
00f0	00	06	c5	e5	00	04	01	68	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
0100	00	06	c5	e5	00	04	01	6a	c0	1e	c0	11	00	02	00	01
0110	00	06	c5	e5	00	04	01	6d	c0	1e	00	00	2e	00	01	00
0120	06	c5	e5	01	13	00	02	08	00	00	07	e9	00	67	6a	e8
0130	90	67	59	b7	00	ee	7a	00	1e	22	7b	b9	76	da	22	88
0140	55	d7	d2	f4	e3	43	6d	7d	94	2a	d5	66	dc	23	ff	10
0150	5a	c4	ab	f5	bc	7e	be	c3	90	b3	6e	fc	2e	e8	3c	4f
0160	07	c8	91	9b	b0	fb	e5	92	fa	4c	c8	32	b6	eb	52	37
0170	b3	12	11	88	12	e3	34	ba	26	46	c7	bb	40	a5	6e	0c
0180	3d	1d	f5	fd	bc	d5	ed	ae	f1	a8	15	00	ea	c1	b5	03
0190	a4	e7	a5	07	cc	41	df	26	d1	46	ee	c9	66	80	f9	49
01a0	d1	9c	a1	60	de	bc	03	a2	de	37	11	dd	7f	e8	a2	39
01b0	bf	30	56	68	e1	bd	ff	6d	03	79	28	61	ff	81	64	a9
01c0	cf	8c	1f	c3	11	70	0d	64	62	9c	8f	97	41	c9	7c	a9
01d0	62	09	41	89	6f	78	33	4d	9d	c5	63	70	2a	91	1b	58
01e0	00	b7	ed	89	5f	48	ba	99	60	0a	4c	90	e4	b4	6c	76
01f0	6c	f3	a1	c7	0c	07	e5	23	81	29	b7	db	b5	73	ba	04
0200	df	77	82	9a	32	2a	18	c8	b4	c1	71	35	a3	fd	86	6b
0210	75	49	9a	9b	25	75	17	8f	4f	9e	2d	70	9b	0a	0f	8c
0220	85	07	b1	32	b6	e5	9f	2b	fb	c9	52	ec	af	de	34	68
0230	19	3d	a6	5a	df	00	a6	cf	c0	6c	00	01	00	01	00	09
0240	3a	19	00	04	c1	00	0e	81	c0	5c	00	01	00	01	00	05
0250	74	4c	00	04	c6	29	00	04	c0	ec	00	01	00	01	00	09
0260	3a	19	00	04	ca	0c	1b	21	c0	9c	00	01	00	01	00	09
0270	3a	19	00	04	c0	21	04	0c	c0	ac	00	01	00	01	00	09
0280	3a	19	00	04	aa	f7	aa	02	c0	1c	00	01	00	01	00	09
0290	3a	19	00	04	c0	70	24	04	c0	bc	00	01	00	01	00	09
02a0	3a	19	00	04	c0	24	94	11	c0	7c	00	01	00	01	00	09
02b0	3a	19	00	04	c0	cb	e6	0a	c0	8c	00	01	00	01	00	09

02c0	3a 19 00 04 c7 07 5b 0d c0 cc 00 01 00 01 00 09
02d0	3a 19 00 04 c6 61 be 35 c0 dc 00 01 00 01 00 09
02e0	3a 19 00 04 c0 3a 80 1e c0 3c 00 01 00 01 00 09
02f0	3a 19 00 04 c0 05 05 f1 c0 4c 00 01 00 01 00 09
0300	3a 19 00 04 c7 07 53 2a c0 6c 00 1c 00 01 00 02
0310	a2 99 00 10 20 01 07 fd 00 00 00 00 00 00 00 00
0320	00 00 00 01 c0 5c 00 1c 00 01 00 02 a2 99 00 10
0330	20 01 05 03 ba 3e 00 00 00 00 00 00 00 02 00 30
0340	c0 ec 00 1c 00 01 00 02 a2 99 00 10 20 01 0d c3
0350	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 35 c0 9c 00 1c
0360	00 01 00 02 a2 99 00 10 20 01 05 00 00 02 00 00
0370	00 00 00 00 00 00 00 0c c0 ac 00 1c 00 01 00 02
0380	a2 99 00 10 28 01 01 b8 00 10 00 00 00 00 00 00
0390	00 00 00 0b c0 1c 00 1c 00 01 00 02 a2 99 00 10
03a0	20 01 05 00 00 12 00 00 00 00 00 00 00 00 0d 0d
03b0	c0 bc 00 1c 00 01 00 02 a2 99 00 10 20 01 07 fe
03c0	00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 53 c0 7c 00 1c
03d0	00 01 00 02 a2 99 00 10 20 01 05 00 00 a8 00 00
03e0	00 00 00 00 00 00 00 0e c0 8c 00 1c 00 01 00 02
03f0	a2 99 00 10 20 01 05 00 00 2d 00 00 00 00 00 00
0400	00 00 00 0d c0 cc 00 1c 00 01 00 02 a2 99 00 10
0410	20 01 05 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 53
0420	c0 dc 00 1c 00 01 00 02 a2 99 00 10 20 01 05 03
0430	0c 27 00 00 00 00 00 00 00 02 00 30 c0 3c 00 1c
0440	00 01 00 02 a2 99 00 10 20 01 05 00 00 2f 00 00
0450	00 00 00 00 00 00 00 0f c0 4c 00 1c 00 01 00 02
0460	a2 99 00 10 20 01 05 00 00 9f 00 00 00 00 00 00
0470	00 00 00 42 00 00 29 04 c4 00 00 80 00 00 00 00

### Trame 3

0000	84 b8 02 5a 59 40 f8 4d 89 8e 9c b8 08 00 45 00
0010	00 40 3e 49 00 00 40 11 55 aa 84 e3 7d 62 c0 70
0020	24 04 dc 9c 00 35 00 2c f0 bf 68 be 00 20 00 01
0030	00 00 00 00 00 01 04 66 72 65 65 02 66 72 00 00
0040	0f 00 01 00 00 29 10 00 00 00 80 00 00 00 00

### Trame 4

0000	f8 4d 89 8e 9c b8 84 b8 02 5a 59 40 08 00 45 00
0010	02 53 6b 3b 40 00 f3 11 33 a4 c0 70 24 04 84 e3
0020	7d 62 00 35 dc 9c 02 3f 1c 39 68 be 80 00 00 01
0030	00 00 00 05 00 07 04 66 72 65 65 02 66 72 00 00
0040	0f 00 01 c0 11 00 02 00 01 00 02 a3 00 00 0e 01
0050	66 03 65 78 74 03 6e 69 63 02 66 72 00 c0 11 00
0060	02 00 01 00 02 a3 00 00 04 01 67 c0 27 c0 11 00
0070	02 00 01 00 02 a3 00 00 0a 01 64 03 6e 69 63 02
0080	66 72 00 c0 11 00 2b 00 01 00 01 51 80 00 24 71
0090	cd 0d 02 13 03 e8 da 8f b6 0d b5 00 d5 be a1 ee
00a0	5d c9 a2 bc c9 3d fe 2f c4 3d 34 65 76 65 8f ec
00b0	cf 57 49 c0 11 00 2e 00 01 00 01 51 80 01 13 00
00c0	2b 08 01 00 01 51 80 67 6c 3a 10 67 5b 08 80 ee
00d0	7a 00 a8 a3 0a 77 1b 07 41 77 7e 92 c1 fc 06 09
00e0	69 13 95 fc b5 90 53 56 06 8b 70 d6 36 eb 05 fa
00f0	db d6 6e 1f a0 53 1f 2f a9 ae 6f 42 01 53 2d 77
0100	c8 e2 09 0b e3 b8 26 3d ab 2c 97 d8 c1 96 5a 01
0110	ea 7d 9b c0 a7 c0 0f 94 c1 90 58 bb fa 37 cc bc



0120	7a	07	d1	a6	00	1b	15	a5	bc	3b	10	6e	fa	a9	d1	5a
0130	c5	cc	2f	f6	9e	92	00	39	52	a6	e9	75	e6	e4	f3	5b
0140	4a	59	98	5e	fe	56	66	84	10	f0	c5	69	36	64	04	5c
0150	6e	6c	54	f9	4e	dd	30	40	2f	cd	b9	90	f1	4d	23	b4
0160	b7	42	14	ea	82	35	20	cf	6f	d2	41	3e	c8	76	51	d6
0170	74	ad	ee	df	29	d8	e7	96	94	a9	d2	72	b6	63	85	3c
0180	b4	ed	4b	ca	59	e8	66	c6	a3	75	60	14	8d	57	60	9a
0190	00	c3	6e	07	7b	ce	e5	5e	8c	07	37	9b	a6	03	ad	9f
01a0	0e	12	cc	99	76	fd	31	28	15	44	76	69	32	e4	7f	53
01b0	74	ff	fc	8e	be	be	fb	09	36	f9	ec	ea	d1	cc	17	eb
01c0	49	8c	3b	5c	cf	26	21	74	ea	b5	7f	e6	42	93	e7	0f
01d0	98	eb	c0	3f	00	01	00	01	00	02	a3	00	00	04	c2	00
01e0	24	01	c0	25	00	01	00	01	00	02	a3	00	00	04	c2	92
01f0	6a	2e	c0	4f	00	01	00	01	00	02	a3	00	00	04	c2	00
0200	09	01	c0	3f	00	1c	00	01	00	02	a3	00	00	10	20	01
0210	06	78	00	4c	00	00	00	00	00	00	00	00	00	01	c0	25
0220	00	1c	00	01	00	02	a3	00	00	10	20	01	06	7c	10	10
0230	00	11	00	00	00	00	00	00	00	53	c0	4f	00	1c	00	01
0240	00	02	a3	00	00	10	20	01	06	78	00	0c	00	00	00	00
0250	00	00	00	00	00	01	00	00	29	04	d0	00	00	80	00	00
0260	00															

**Trame 5**

0000	84	b8	02	5a	59	40	f8	4d	89	8e	9c	b8	08	00	45	00
0010	00	40	06	c9	00	00	40	11	a6	9d	84	e3	7d	62	c2	00
0020	09	01	f1	ce	00	35	00	2c	8e	94	cf	2a	00	20	00	01
0030	00	00	00	00	00	01	04	66	72	65	65	02	66	72	00	00
0040	0f	00	01	00	00	29	10	00	00	00	80	00	00	00		

**Trame 6**

0000	f8	4d	89	8e	9c	b8	84	b8	02	5a	59	40	08	00	45	00
0010	02	75	34	41	00	00	39	11	7d	f0	c2	00	09	01	84	e3
0020	7d	62	00	35	f1	ce	02	61	9e	26	cf	2a	80	00	00	01
0030	00	00	00	07	00	07	04	66	72	65	65	02	66	72	00	00
0040	0f	00	01	c0	0c	00	02	00	01	00	00	0e	10	00	0e	0b
0050	66	72	65	65	6e	73	33	2d	73	63	77	c0	0c	c0	0c	00
0060	02	00	01	00	00	0e	10	00	0e	0b	66	72	65	65	6e	73
0070	31	2d	67	32	30	c0	0c	c0	0c	00	02	00	01	00	00	0e
0080	10	00	0e	0b	66	72	65	65	6e	73	32	2d	67	32	30	c0
0090	0c	20	53	46	42	4c	47	37	4e	46	41	54	51	38	31	43
00a0	51	4a	47	54	35	51	39	31	42	51	53	33	48	39	56	36
00b0	4e	44	c0	11	00	32	00	01	00	00	02	58	00	23	01	01
00c0	00	00	00	14	e3	d7	74	ee	77	bf	9d	fe	2c	10	bb	b6
00d0	83	a2	e1	85	c8	16	88	72	00	07	22	00	80	00	00	02
00e0	90	c0	67	00	2e	00	01	00	00	02	58	00	56	00	32	0d
00f0	02	00	00	02	58	67	ae	96	c8	67	55	a3	b9	08	02	02
0100	66	72	00	44	b5	5f	f8	07	e9	5a	b6	b2	95	c7	2e	a5
0110	c9	d8	62	6d	d6	6c	4e	8b	7a	43	41	bf	26	7e	d0	b2
0120	f8	ac	b4	bc	c7	1c	f0	e2	b8	a7	b9	89	4b	14	26	a8
0130	7c	f4	5f	ca	89	cf	04	57	19	f9	b5	ae	1c	b8	b0	10
0140	0a	bd	7f	20	34	53	54	38	4e	49	47	49	4b	4d	4d	55
0150	46	4b	50	54	48	54	31	4f	38	43	38	4c	41	4f	44	39
0160	44	52	4c	4b	c0	d5	00	32	00	01	00	00	02	58	00	22
0170	01	01	00	00	00	14	27	3a	c5	74	d8	d5	9c	3e	7a	97
0180	d4	a9	25	c1	ba	82	76	17	81	0b	00	06	20	00	00	00

0190	00	12	c1	19	00	2e	00	01	00	00	02	58	00	56	00	32
01a0	0d	02	00	00	02	58	67	9e	e0	72	67	55	a3	b9	08	02
01b0	02	66	72	00	d7	e5	87	ba	d9	4d	1f	61	80	7a	dd	7a
01c0	1a	d7	fd	25	26	27	27	64	ae	c8	ff	11	f7	53	52	09
01d0	32	f6	c7	0c	78	54	79	57	f2	7a	6c	05	87	08	84	56
01e0	6e	c2	bf	f8	36	95	d8	80	c1	71	b8	68	c8	2f	17	49
01f0	f7	ca	a8	3b	c0	25	00	01	00	01	00	00	0e	10	00	04
0200	33	9f	c7	94	c0	59	00	01	00	01	00	00	0e	10	00	04
0210	d4	1b	3c	14	c0	3f	00	01	00	01	00	00	0e	10	00	04
0220	d4	1b	3c	13	c0	25	00	1c	00	01	00	00	0e	10	00	10
0230	20	01	0b	c8	12	03	01	02	00	00	00	00	00	00	00	00
0240	c0	59	00	1c	00	01	00	00	0e	10	00	10	2a	01	0e	0c
0250	00	01	15	99	00	00	00	00	00	00	00	23	c0	3f	00	1c
0260	00	01	00	00	0e	10	00	10	2a	01	0e	0c	00	01	15	99
0270	00	00	00	00	00	00	00	22	00	00	29	04	d0	00	00	80
0280	00	00	00													

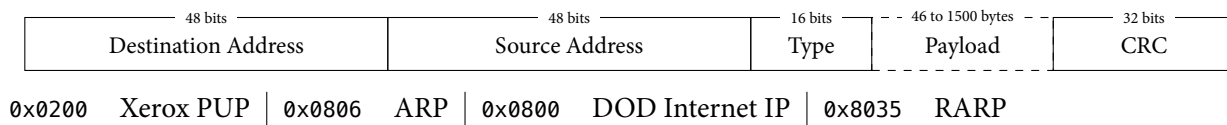
**Frame 7**

0000	84	b8	02	5a	59	40	f8	4d	89	8e	9c	b8	08	00	45	00
0010	00	40	32	e3	00	00	40	11	4a	51	84	e3	7d	62	33	9f
0020	c7	94	d3	56	00	35	00	2c	61	87	ea	7d	00	20	00	01
0030	00	00	00	00	00	01	04	66	72	65	65	02	66	72	00	00
0040	0f	00	01	00	00	29	10	00	00	00	80	00	00	00		

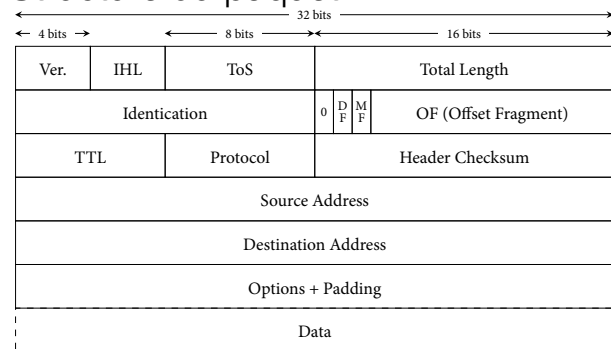
**Frame 8**

0000	f8	4d	89	8e	9c	b8	84	b8	02	5a	59	40	08	00	45	00
0010	00	9d	5e	01	00	00	36	11	28	cb	33	9f	c7	94	84	e3
0020	7d	62	00	35	d3	56	00	89	50	1a	ea	7d	84	00	00	01
0030	00	02	00	00	00	05	04	66	72	65	65	02	66	72	00	00
0040	0f	00	01	c0	0c	00	0f	00	01	00	01	51	80	00	08	00
0050	0a	03	6d	78	31	c0	0c	c0	0c	00	0f	00	01	00	01	51
0060	80	00	08	00	14	03	6d	78	32	c0	0c	c0	27	00	01	00
0070	01	00	01	51	80	00	04	d4	1b	30	06	c0	27	00	01	00
0080	01	00	01	51	80	00	04	d4	1b	30	07	c0	3b	00	01	00
0090	01	00	01	51	80	00	04	d4	1b	2a	3a	c0	3b	00	01	00
00a0	01	00	01	51	80	00	04	d4	1b	2a	3b					

## Structure de la trame Ethernet



## Structure du paquet IP

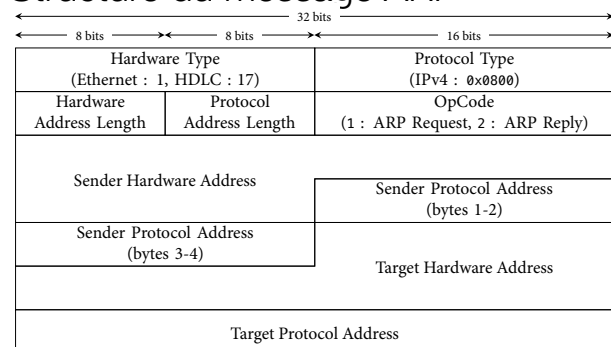


Ver. Version d'IP  
 IHL Longueur de l'entête IP (× 32 bits)  
 ToS Type de service (0 généralement)  
 DF Ne pas fragmenter  
 MF Fragment suivant existe  
 OF Décalage du fragment  
 TTL Durée de vie restante

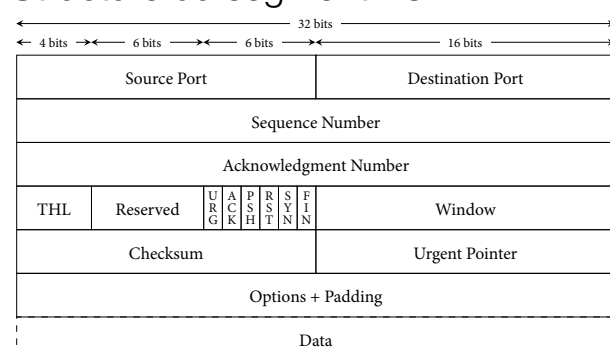
Quelques protocoles transportés :

1	ICMP	8	EGP
2	IGMP	11	GLOUP
4	IPv4	17	UDP
5	Stream	36	XTP
6	TCP	46	RSVP

## Structure du message ARP



## Structure du segment TCP

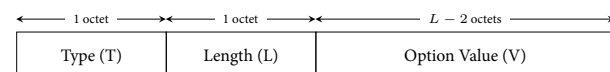


THL Longueur de l'entête TCP (× 32 bits)  
 URG Données urgentes  
 ACK Acquiescement  
 PSH Données immédiates  
 RST Réinitialisation  
 SYN Synchronisation  
 FIN Fin

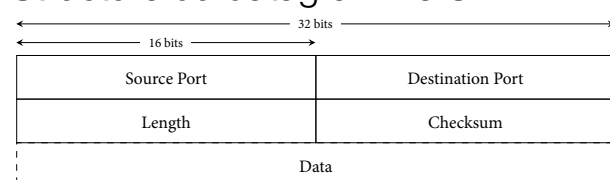
Options codées sur :

- 1 octet à 00 : fin des options
- 1 octet à 01 : NOP (pas d'opération)
- Plusieurs octets de type T-L-V :

T = 2 Négociation de la taille max. du segment  
 T = 3 Adaptation de la taille de la fenêtre  
 T = 4 Autorisation des acquiescements sélectifs  
 T = 8 Estampilles temporelles



## Structure du datagramme UDP



## Services associés aux ports (*well-known ports*)

ftp-data	20/tcp	dhcp	67/68/udp	imaps	993/tcp
ftp	21/tcp	dns	53/udp	pop-3	110/tcp/udp
ssh	22/tcp/udp	tftp	69/udp	snmp	161/udp
telnet	23/tcp	www	80/tcp/udp	snmp-trap	162/udp

## Structure du message DNS

```

< 2o.>< 2o.><2o.>< 2o.><2o.>< 2o.>  < Qo.>      <Ro.>      < So.>      < Io.>
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Ident | Flags | NbQu | NbRep | NbSR | NbInf | Questions | Reponses | Serveurs | Informations |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

**Ident** : identificateur d'échange  
**Flags** : indicateurs de paramètres DNS (bit de poids fort à 0 pour une requête et 1 pour une réponse)  
**NbQu** : nombre de questions dans le champ Questions  
**NbRep** : nombre de réponses dans le champ Reponses  
**NbSR** : nombre de serveurs DNS d'autorité dans le champ Serveurs  
**NbInf** : nombre d'informations additionnelles dans le champ Informations

### Une question :

```

<----N-octets-----><2octets><2octets>
+- - - - - - - - - - +-----+-----+
|      Nom      | Type | Classe |
+- - - - - - - - - - +-----+-----+

```

### Une réponse ou **un** serveur d'autorité ou **une** information additionnelle :

```

<--M octets-->< 2o. >< 2o. ><4octets>< 2o. ><--D-octets-->
+- - - - - - - - - - +-----+-----+-----+-----+
| Nom      | Type | Classe | TTL   | Taille | Données |
+- - - - - - - - - - +-----+-----+-----+-----+

```

**Nom** : il est composé de plusieurs labels séparés par des points (ex : www.sorbonne-universite.fr contient 3 labels) et il se termine par 0x00. Un label peut être donné sous la forme d'un *label de nom* ou d'un *label compressé* :

- un label de nom débute par un octet qui précise la longueur en octets du label,
- un label compressé fait référence à un ou plusieurs labels consécutifs déjà présents en début de message. Au lieu de répéter ces labels, le label compressé fait référence à la première occurrence des labels en précisant la valeur 0xc0 indiquant qu'il s'agit d'un label compressé, suivie de la position des labels de nom par rapport au début du message. La position est

exprimée en nombre d'octets (ex : 0xc010 indique un label compressé et que le label de nom auquel il fait référence est située à 0x10 octets depuis le début du message).

**Type** : 1 = A (adresse IPv4)  
 2 = NS (nom de serveur DNS)  
 5 = CNAME (alias)  
 15 = MX (serveur de mail)

**Classe** : 1 = Internet

**TTL** : validité en secondes

**Taille** : longueur des données en octets

**Données** : nom pour NS ou CNAME, adresse pour A, et priorité (2 octets) suivi de nom pour MX

## Table ASCII

Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
000	00		032	20		064	40	@	096	60	'
001	01	☺	033	21	!	065	41	A	097	61	a
002	02	●	034	22	"	066	42	B	098	62	b
003	03	♥	035	23	#	067	43	C	099	63	c
004	04	♦	036	24	\$	068	44	D	100	64	d
005	05	♣	037	25	%	069	45	E	101	65	e
006	06	♠	038	26	&	070	46	F	102	66	f
007	07	•	039	27	'	071	47	G	103	67	g
008	08	▣	040	28	(	072	48	H	104	68	h
009	09		041	29	)	073	49	I	105	69	i
010	0A	▣	042	2A	*	074	4A	J	106	6A	j
011	0B	♂	043	2B	+	075	4B	K	107	6B	k
012	0C		044	2C	,	076	4C	L	108	6C	l
013	0D	♪	045	2D	-	077	4D	M	109	6D	m
014	0E	♫	046	2E	.	078	4E	N	110	6E	n
015	0F	✳	047	2F	/	079	4F	O	111	6F	o
016	10	►	048	30	0	080	50	P	112	70	p
017	11	◄	049	31	1	081	51	Q	113	71	q
018	12	↑	050	32	2	082	52	R	114	72	r
019	13	!!	051	33	3	083	53	S	115	73	s
020	14	¶	052	34	4	084	54	T	116	74	t
021	15	§	053	35	5	085	55	U	117	75	u
022	16	—	054	36	6	086	56	V	118	76	v
023	17	‡	055	37	7	087	57	W	119	77	w
024	18	↑	056	38	8	088	58	X	120	78	x
025	19	↓	057	39	9	089	59	Y	121	79	y
026	1A		058	3A	:	090	5A	Z	122	7A	z
027	1B	←	059	3B	;	091	5B	[	123	7B	{
028	1C	L	060	3C	<	092	5C	\	124	7C	
029	1D	↔	061	3D	=	093	5D	]	125	7D	}
030	1E	▲	062	3E	>	094	5E	^	126	7E	~
031	1F	▼	063	3F	?	095	5F	_	127	7F	△