

Fiche de réseaux

Différents alphabets:

- ASCII
- UNICODE
- EBCDIC (alphabet d'IBM à l'époque des cartes perforées)
- Telex (à l'époque des télégraphes)
- Morse
- CCCIT n°5
- [...]

Les méthodes utilisées par différents outils de communication:

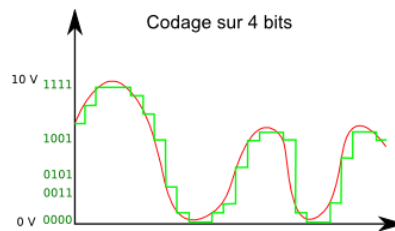
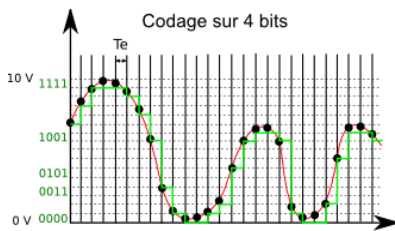
Téléphone résidentiel	⇒ analogique
Téléphone mobile	⇒ numérique
Télévision hertzienne	⇒ analogique (antenne) OU numérique (TNT)
Télévision satellite	⇒ numérique
Télévision ADSL/fibre	⇒ numérique
CD / DVD	⇒ numérique

Intérêt du numérique face à l'analogique:

- Archivage
- Protection de l'information
- Compression des données
- Copie de l'info sans altération de qualité
- Combinaison des informations (multimédia)

Comment passer de l'analogique au numérique :

ANALOGIQUE ⇒ échantillonnage ⇒ quantification ⇒ codage ⇒ **NUMÉRIQUE**



En **rouge** le signal analogique et en **vert** le signal enregistré en numérique.

(Dans la vraie vie le signal numérique est tellement plus précis qu'il est quasiment impossible d'entendre la différence avec un signal analogique)

Débit binaire d'un canal de transmission :

THM de Nyquist :

$$\text{Débit binaire max (non bruité)} = 2 \times \text{Hz} \times \log_2(V)$$

Avec V la valence.

$$F = \frac{f}{2}$$

Fréquence d'échantillonnage

Fréquence max du signal analogique

THM de Shannon :

$$\text{Débit binaire max (bruité)} = \text{Hz} \times \log_2(1 + A)$$

$$\text{avec } A = \frac{S}{N}$$

A : Atténuation du signal

S : Signal

N : Bruit (« Noise »)

Rapport Signal-bruit (en dB):

$$\text{dB} = 10 \times \log_{10}\left(\frac{S}{N}\right)$$

Règles logarithme:

$$\log_2(x) = \frac{\log_{10}(x)}{\log_{10}(2)}$$

$$\log_a(1) = 0$$

$$\log_a(a) = 1$$

$$\log_a(x^n) = n \times \log_a(x)$$

$$\log_a(a^n) = n$$

$$a^{\log_a(x)} = x$$

Pour x et y > 0 :

$$\log_a(xy) = \log_a(x) + \log_a(y)$$
$$\log_a(x/y) = \log_a(x) - \log_a(y)$$

Délais de transmission :

Délais de propagation :

$$T_p = \frac{d}{V}$$

d : distance à parcourir

V : Vitesse de propagation du signal sur le support

⇒ Ne dépend pas de la taille du message.

Temps d'émission :

$$T_e = \frac{L}{D}$$

L : Longueur du message

D : Débit binaire de la liaison

⇒ Dépend de la taille du message.

Temps de transmission :

$$T = T_p + T_e$$

$$T' = T_{\text{envoi}} + T_{\text{acquittement}}$$

« Acquittement » : Confirmation de réception

Débit utile :

$$D_u = \frac{L}{T'}$$

Taux d'utilisation de la liaison / Efficacité en % :

$$E = \frac{D_u}{D} = \frac{T_e}{T'}$$

Délais de blocage de l'émetteur :

$$= 2T_p + \frac{L'}{D}$$

Contrôle du transport :

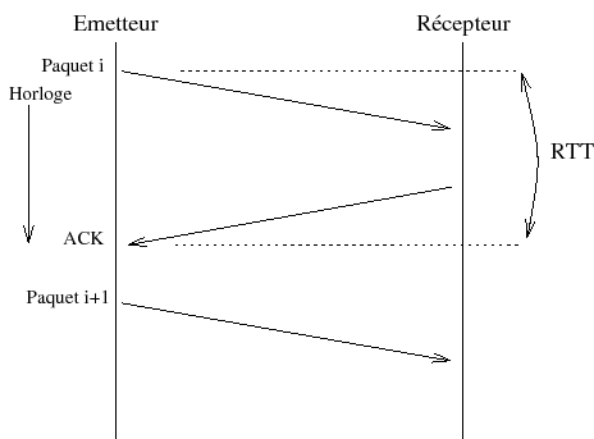
Taux d'erreur binaire :

$$T_{\text{erreur}} = \frac{\text{Nb bits erronés}}{\text{Nb bits transmis}}$$

Détection des erreurs par bits de parité : (on complète pour que le nb de bits sur la ligne / colonne soit paire)

Lettre	bit	bit	bit	bit	bit	bit	bit	VRC (paire)
O	1	0	0	1	1	1	1	1
S	1	0	1	0	0	1	1	0
I	1	0	0	0	0	1	1	1
LRC (paire)	1	0	1	1	1	1	1	0

Mécanisme d'acquittement :



Le paquet est envoyé et le récepteur envoie un acquittement, un message de retour, soit pour dire que le message a bien été reçu, soit pour demander sa retransmission (s'il n'était pas prêt à recevoir le paquet ou qu'il est erroné).

Vous me direz : « Mais pk un acquittement si tout se passe bien ? »

⇒ Car si le paquet se perd en chemin, le récepteur ne pourra pas demander sa retransmission puisqu'il n'aura pas conscience de son existence. La machine source croira donc que le message a été reçu alors qu'il n'en est rien.

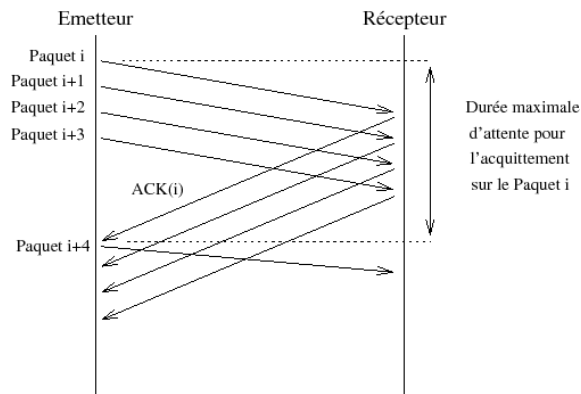
Cependant attendre l'acquittement entre chaque paquet n'est pas du tout efficace et sous-utilise les capacités du réseau, on utilise donc un système de « fenêtres » :

Taille efficace d'une fenêtre : nb max de paquets envoyables avant que l'acquittement du premier soit reçu.

Slot-time : durée d'émission d'une trame de taille minimale

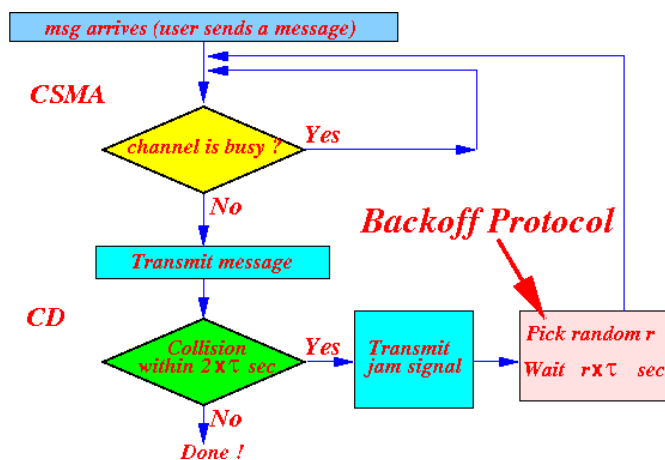
Durée d'un slot dans la vraie vie :

- 10 Mb/s \Rightarrow 51,2 microsec (0,051 ms)
- 100 Mb/s \Rightarrow 5,12 microsec (0,005 ms)



Contrôle d'accès : (CSMA/CD)

Le contrôle d'accès est décentralisé, donc les machines doivent faire en sorte de ne pas parler en même temps sans communiquer entre elles (elles risqueraient de parler en même temps) : On utilise une var aléatoire en cas de conflits.



- **random()** : tire un nombre réel aléatoire entre 0 et 1.
 - **int()** : rend la partie entière d'un réel
 - **délai()** : calcul le délai d'attente multiple d'un slot_time (51.2 microsec) et est compris entre $[0, 2^k]$.
- Avec $k = \min(n, 10)$, n = nbre de ré-émission déjà faites

```

Procédure BACKOFF (no_tentative : entier, VAR maxbackoff : entier)
Const slot-time=51.2 (microsecondes); limite_tentative=16;
Var delai : entier;

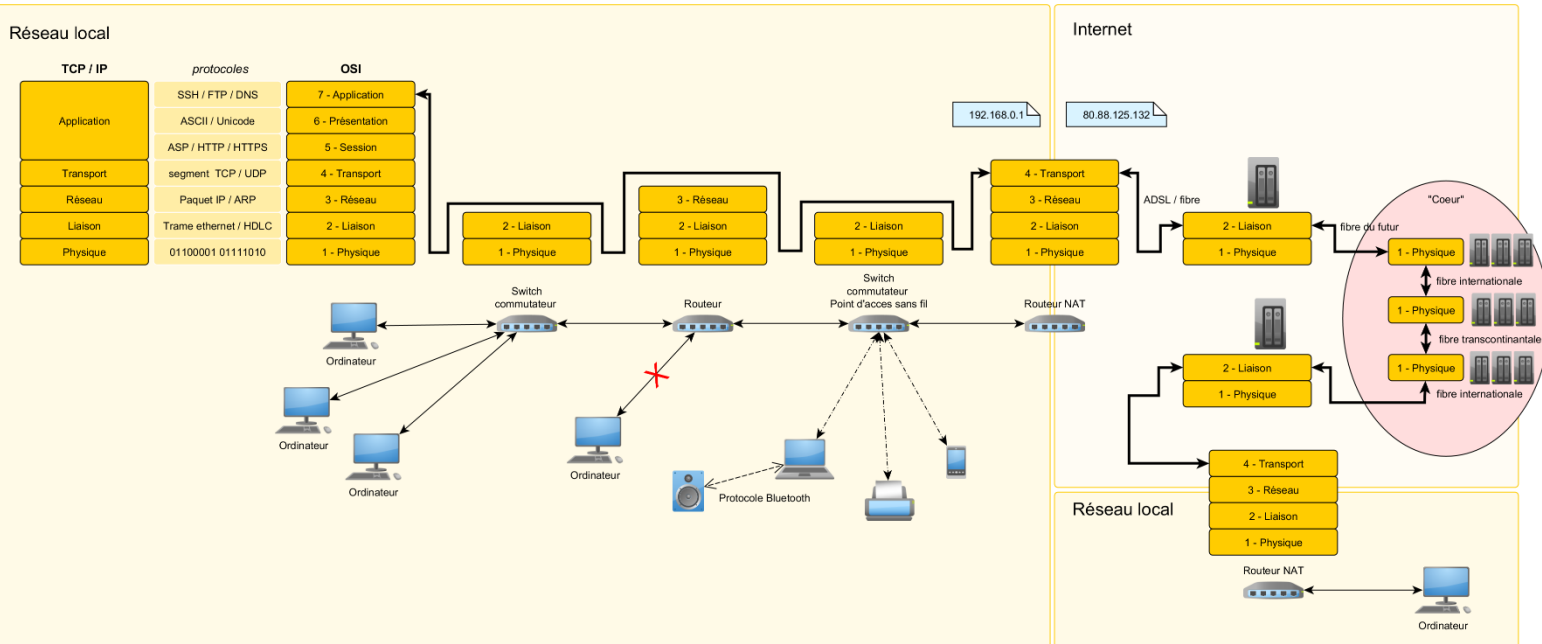
BEGIN
  Si (no_tentative =1)
  Alors maxbackoff =2 (borne de temps d'attente maximale)
  Sinon
    Si (tentative < limite_tentative)
    Alors maxbackoff = maxbackoff*2;
    Sinon maxbackoff = 210 (au dela de 10 essais la borne devient constante)
    fsi
  fsi
  delai := int(random() *maxbackoff)
  attendre (delai*slot_time)
END
  
```

Modèle OSI

Le modèle OSI (Open Systems Interconnection) est une norme de communication qui se caractérise par une succession de couches, « niveaux », ayant chacune des fonctions et des rôles bien précis.

Cette séparation permet une meilleure évolutivité : si on change 1 couche, il n'y a pas besoin de changer tout le reste.

Aujourd'hui le modèle OSI n'est presque plus utilisé et a été remplacé par le modèle TCP/IP (plus souple et mieux).



Zoomez pour mieux voir !

Trames HDLC (niveau 2)

1 octet	1 octet	1 octet	N bits	2 octets	1 octet
FLAG 0111 1110	ADRESSE	COMMANDE	DONNÉES	FCS	FLAG 0111 1110

Taille minimum : **32 octets**

Taille maximum : **1150 octets**

Si 5 bits à 1 consécutifs hors FLAG, un 0 est automatiquement inséré après ceux-ci par la couche liaison de l'émetteur avant l'envoi.

Champ **COMMANDE** :

Types de trame	Champ Commande							
I	0	N(S)		P/F	N(R)			
S	1	0	Type	P/F	N(R)			
U	1	1	M	M	P/F	M	M	M

Deux formats du champ Commande sont possibles:

- format normal (8 bits)
- format étendu (16 bits)

I ⇒ Trame d'information

S ⇒ Trame de supervision

U ⇒ Trame non numérotée

Sous-champ **Type** du type S:

- 00 ⇒ **RR** (Received & Ready) [RR, N(R)=x] : "Bien reçu, on attends la trame x"
- 10 ⇒ **RNR** (Received & Not Ready) [RNR, N(R)=x] : "Bien reçu mais pas prêt, on attends la trame x"
- 01 ⇒ **REJ** (Rejected) [REJ, N(R)=x] : "Trame x et + rejetées, les - de x bien reçues"
- 11 ⇒ **SREJ** (Selective Reject) [SREJ, N(R)=x] : "Trame x rejetée"

Trames **U (Unnumbered)** :

Trame d'établissement de la connexion (**commande**)

- **SABM** ⇒ format normal
- **SABME** ⇒ format étendu

Trame de libération de la connexion (**commande**)

- **DISC**

Trame de confirmation (**réponse**)

- **UA**

Trame de récupération des erreurs (**réponse**)

- **FRMR** ⇒ frame reject

Trame d'indication de connexion libérée

- **DM**

P = 1 : Attente d'une réponse immédiate
⇒ Cette réponse contiendra F = 1

N(R) : La trame qu'on attend
N(S) : La trame qu'on envoie

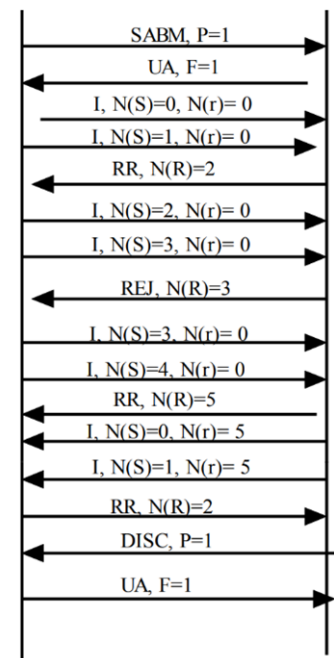
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
Nr			P/F	Ns			0	trame I
Nr			P/F	0	0	0	1	RR
Nr			P/F	0	1	0	1	RNR
Nr			P/F	1	0	0	1	REJ
Nr			P/F	1	1	0	1	SREJ
0	0	0	P	1	1	1	1	SARM
1	0	0	P	0	0	1	1	SNRM
0	0	1	P	1	1	1	1	SABM
0	1	1	P	1	1	1	1	SABME
0	1	0	P	0	0	1	1	DISC
0	1	1	F	0	0	1	1	UA
1	0	0	F	0	1	1	1	CMDR/FRMR
0	0	0	F	1	1	1	1	DM

Trame I

Trame S

Trame U

ETTD A ETTD B



Ci-dessus on peut dire de l'échange entre A et B que :

- A établit la liaison
- La fenêtre d'anticipation est de 2
- A émet 5 trames distinctes à B
- B émet 2 trames distinctes à A
- Il y a une erreur à la trame n°3 donc B envoie REJ pour que A renvoie la trame.
- B clôture la liaison et A confirme la requête.

Adresse MAC

n°constructeur	n°série
7A-79-19	48-5E-21
3 octets	3 octets

Adresse de la carte réseau, permet aux machines de communiquer au niveau 2.

Elle est représentée sur 6 octets en hexadécimale et normalisée par l'IEEE.

Deux cartes ne peuvent jamais avoir le même n° de série, même si on peut la modifier logiciellement (du coup c'est parfois utilisé pour des attaques)

Trames Ethernet (niveau 2)

6 octets	6 octets	2 octets	n octets
Destination	Source	Type	Données (paquet IP, ARP, etc)

Type:

- 0800 ⇒ IP
- 0806 ⇒ ARP
- 00c0 ⇒ PPP

Broadcast ⇒ Destination == FF FF FF FF FF FF ⇒ Méthode de transmission de données à l'ensemble des machines d'un même réseau.

⇒ La trame Ethernet utilise des @MAC

Structure d'un paquet ARP : (niveau 3)

2 octets	2 octets	1 octet	1 octet	2 octets	6 octets	4 octets	6 octets	4 octets
Type mat.	Protocole	T. mat	T. prot.	OP	Adr. MAC émetteur	Adr. IP émetteur	Adr. MAC destinataire	Adr. IP destinataire

OP:

- 0001 ⇒ requête
- 0002 ⇒ réponse

Lorsqu'on fait un **ping** vers une machine avec laquelle on n'avait pas échangé auparavant, notre machine va d'abord envoyer une requête ARP.

ARP:

Protocole qui effectue la traduction d'une adresse de protocole de couche réseau (ex: IPv4) en une adresse de réseau local (ex: adresse Ethernet).

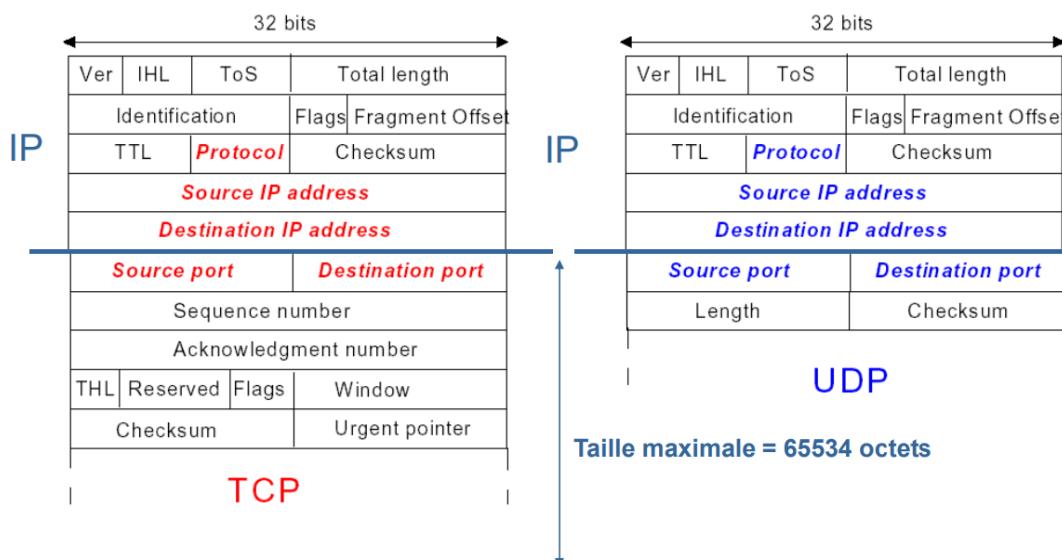
Station A souhaite transmettre des données à une autre station dont elle ignore l'@ Ethernet physique, elle ne connaît que son @ IP. Elle va donc diffuser (broadcast) une trame de type ARP (OP: 0001) pour obtenir cette information. La station qui reconnaît son @ IP dans la requête ARP répond et informe la station émettrice qui peut à présent transmettre des données en direct.

Structure d'un paquet IP : (niveau 3)

IP = « Internet Protocol »

C'est le protocole le plus répandu, il sert à transporter des informations (contenu de page web, images, etc)

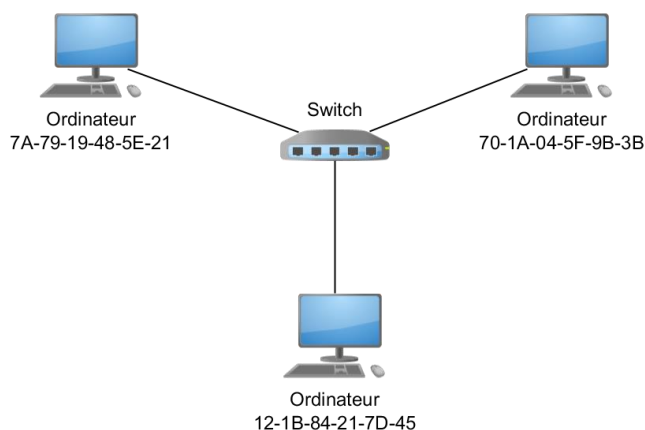
TCP et **UDP** sont des protocoles de plus haut niveau (niveau 4)



Communication entre les machines

Dans un réseau local :

Table CAM		
PORT	@MAC	TTL
1	7A-79-19-48-5E-21	65
2	12-1B-84-21-7D-45	125
3	70-1A-04-5F-9B-3B	7



Dans un réseau local, les machines communiquent entre elles à travers un switch (= « commutateur »).

Il redirige les trames entre ses différents ports afin que les machines non-concernées ne reçoivent pas la trame (+ de sécurité et – de collision).

Le switch tient une table (« table CAM ») dynamique qu'il actualise au fur et à mesure des requêtes qui passent en lisant l'@destinataire et l'@ source et en les associant à ses différents ports.

⇒ Au début il ne connaît aucune @MAC, si une machine lui envoie une requête vers une @MAC dont il n'a pas connaissance, il va envoyer la requête dans tous les ports en même temps (sauf la source) et si ce destinataire décide de répondre il pourra l'ajouter dans sa table.

TTL (« Time to live ») : Durée en sec avant que l'@ soit oubliée.

⇒ Un switch peut utiliser plusieurs technologies

Switch VS Pont (ancêtre du switch)		
	Pont (bridge)	Switch (commutateur)
De base	Peut connecter moins de réseaux locaux.	Peut connecter plus de réseaux locaux.
Buffer	non	Oui
Vérification d'erreur	non	Oui

Le répéteur : (niveau 1)

1 entrée, 1 sortie, permet de régénérer un signal (dans le cas de grandes distances par exemple)

Le Hub : (niveau 1)

C'est comme un répéteur mais avec plusieurs prises.

Réseau local virtuel (VLAN) :

⇒ Créer plusieurs sous réseaux séparés en utilisant un seul switch.

La plupart des switch modernes supportent le VLAN et possèdent une interface de configuration.

Gestion de plusieurs sous réseaux :

Pour la communication inter-réseaux locaux, on utilise les adresses IP.

Chaque adresse IP est associée à un masque pour savoir dans quel sous réseau elle se trouve.

Le masque :

Le masque 255.128.0.0 se note aussi /9 (en le plaçant après l'IP)
Correspond à : **1111 1111** . **1000 0000** . 0000 0000 . 0000 0000

Sur cette IP : 148.231.164.16

Correspondant à : **1001 0100** . **1110 0111** . 1010 0100 . 0001 0000

En **rouge** la zone publique (adresse du sous réseau) et en **vert** la zone privée.

Il y a aussi plusieurs types d'adresses IP :

- **unicast publiques ou globales** (ex : 192.100.10.2). Cette adresse IP est publique joignable via internet, elle permet de désigner une machine
- **unicast privées** (ex : 192.168.1.2). Ce sont des adresses IP non routables sur internet, c'est-à-dire qu'un opérateur ne peut nullement l'attribuer à un client.
- **Multicast** : Elles vont de 224.0.0.0 à 239.255.255.255. Ces adresses ne correspondent pas à un réseau, une seule adresse de multicast peut être utilisée par un nombre illimité de machines (exemple : streaming).
- **Broadcast (diffusion globale)** : 255.255.255.255
- **Dirigée (diffusion restreinte)** : 195.10.100.255. C'est une diffusion restreinte au réseau 195.10.100.0 c'est-à-dire que toutes les machines de ce réseau sont impactées par cette requête.

On peut aussi découper un sous réseau en plusieurs sous réseaux :

On nous donne 198.100.30.128/25

Rrrrrrrrrrrrrrrrrrrrrgsdrger gerg er gesr geqeg qergergqerjhqilhy qoir fgpoqh rmoig qzmoirgh morq hjgomerq gmoes
grqre

Gser

g