

Fiche examen

Débit et latence (Source : Poly du cours)

Deux mesures indépendantes de la performance d'un canal de communication

- **Le débit** (*throughput*, parfois incorrectement appelé **bande passante** ou *bandwidth*), c'est-à-dire la quantité de données qu'on peut transmettre par unité de temps.
- **La latence** : temps nécessaire aux données pour transiter à travers la liaison.

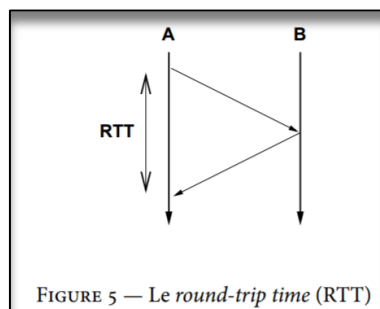


FIGURE 5 — Le round-trip time (RTT)

La mesure habituelle de la latence d'une liaison réseau est

Le temps d'aller-retour (**round – trip time, RTT** ou ping),

- Défini comme le temps nécessaire pour envoyer un message de taille négligeable et recevoir une réponse (figure 5).
- Des RTT typiques de liaisons de bonne qualité sont en deçà de la milliseconde pour des communications sur le lien local, et de plusieurs dizaines de millisecondes pour des liaisons transatlantiques.
- Des RTT de l'ordre d'une seconde sont couramment constatés sur les liaisons par satellite en orbite géostationnaire (les latences des satellites en orbite basse sont excellentes).
- À la différence du débit, qui augmente avec le progrès des technologies de couche physique, les améliorations de la latence sont limitées par la vitesse de propagation du signal, et donc par la vitesse de la lumière.
- La latence est donc incompressible au-delà d'un certain point — il n'y a aucun espoir d'amélioration de la latence.

$$\text{Débit /capacité de la liaison (bits/s)} = \frac{\text{Longueur du message émis (bits)}}{\text{temps de transmission totale (sec)}}$$

**Transmission : si on suppose négligeable la latence, alors :
le temps de transmission = temps d'émission**

T_e : Délai (temps) d'émission du message

$$T_e = \frac{\text{Longueur du message émis (bits)}}{\text{Débit /capacité de la liaison (bits/s)}}$$

T_e en secondes

T_p : Délai (temps) de propagation

Le temps mis pour que le signal se propage sur le matériel

$$T_p \text{ (sec)} = \frac{d}{V} = \frac{\text{Distance à parcourir (m)}}{\text{Vitesse de propagation du signal sur le support (m/s)}}$$

$$T_p \text{ (sec)} = \frac{d}{V} = \frac{\text{Distance à parcourir (km)}}{\text{Vitesse de propagation du signal sur le support (km/s)}}$$

kilooctet (ko) : 10^3 octets

Mo = MB

1Mo \simeq 1 000 000 octets = 10^6 octets « un mégaoctet vaut environ 1 000 000 d'octets »

Go = GB

1Go \simeq 10^9 octets « un gigaoctet 10^9 octets »

To = TB

1To \simeq 10^{12} octets « un téraoctet vaut environ 10^{12} »

Mbps = Megabits per second

Mb(mégabit) = 10^6 bits

$$\text{seconds} = \frac{\text{milliseconds}}{1\,000}$$

$$\text{seconds} \cdot 1\,000 = \text{milliseconds}$$

Application	(7)
Transport	(4)
Internet ou Réseau	(3)
Lien	(2)
Physique	(1)

4 La suite de protocoles TCP/IP

La suite TCP/IP est la suite de protocoles utilisée sur l'Internet Global. Elle est structurée selon le modèle OSI simplifié.

NTP, DNS, WebRTC, FTP, SMTP, HTTP, Bittorrent etc.	(7)
UDP, TCP	(4)
IP	(3)
SLIP, PPP, Ethernet, 802.11 etc.	(2)
RS-232, 10Base2, 100BaseTX, radio 2,4 GHz, etc.	(1)

Une trame Ethernet



$$\text{Débit max}(\text{bits/sec}) = \frac{\text{TCP Window Size (bits)}}{\frac{\text{RTT (ms)}}{1000} \text{ (sec)}}$$

Unités de bits v · d · m						
Système international (SI)			Préfixes binaires (CEI)			Ordre de grandeur
Unité	Notation	Valeur	Unité	Notation	Valeur	
bit	bit	1 bit	bit	bit	1 bit	1
kilobit	kbit ou kb	10^3 bits	kibibit	Kibit (ou Kb, par usage)	2^{10} bits	10^3
mégabit	Mbit ou Mb	10^6 bits	mébibit	Mibit	2^{20} bits	10^6
gigabit	Gbit ou Gb	10^9 bits	gibibit	Gibit	2^{30} bits	10^9
térabit	Tbit ou Tb	10^{12} bits	tébibit	Tibit	2^{40} bits	10^{12}
pétaoctet	Pbit	10^{15} bits	pébibit	Pibit	2^{50} bits	10^{15}
exabit	Ebit	10^{18} bits	exbibit	Eibit	2^{60} bits	10^{18}
zettabit	Zbit	10^{21} bits	zébibit	Zibit	2^{70} bits	10^{21}
yottabit	Ybit	10^{24} bits	yobibit	Yibit	2^{80} bits	10^{24}

Multiples de l'octet : préfixes décimaux du SI et mésusages				Multiples de l'octet : préfixes binaires		
Nom	Symbole	Valeur	Mésusage ^a	Nom	Symbole	Valeur
kiloctet	ko	10^3	2^{10}	kibiocet	Kio	2^{10}
mégaocet	Mo	10^6	2^{20}	mébiocet	Mio	2^{20}
gigaocet	Go	10^9	2^{30}	gibiocet	Gio	2^{30}
téraocet	To	10^{12}	2^{40}	tébiocet	Tio	2^{40}
pétaocet	Po	10^{15}	2^{50}	pébiocet	Pio	2^{50}
exaocet	Eo	10^{18}	2^{60}	exbiocet	Eio	2^{60}
zettaocet	Zo	10^{21}	2^{70}	zébiocet	Zio	2^{70}
yottaocet	Yo	10^{24}	2^{80}	yobiocet	Yio	2^{80}

Voici la table des multiples et sous-multiples de la seconde :

10^N ◆	Nom ◆	Symbole ◆	Quantité ⁷ ◆
10^{24}	yottaseconde	Ys	Quadrillion
10^{21}	zettaseconde	Zs	Trilliard
10^{18}	exaseconde	Es	Trillion
10^{15}	pétaseconde	Ps	Billiard
10^{12}	téraseconde	Ts	Billion
10^9	gigaseconde	Gs	Milliard
10^6	mégaseconde	Ms	Million
10^3	kiloseconde	ks	Mille
10^2	hectoseconde	hs	Cent
10^1	décaseconde	das	Dix
1	seconde	s	Un
10^{-1}	déciseconde	ds	Dixième
10^{-2}	centiseconde	cs	Centième
10^{-3}	milliseconde	ms	Millième
10^{-6}	microseconde	μs	Millionième
10^{-9}	nanoseconde	ns	Milliardième
10^{-12}	picoseconde	ps	Billionième
10^{-15}	femtoseconde	fs	Billiardième
10^{-18}	attoseconde	as	Trillionième
10^{-21}	zeptoseconde	zs	Trilliardième
10^{-24}	yoctoseconde	ys	Quadrillionième

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
11	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Ou exclusif

Etant donné deux mots de code pouvant être émis ou reçus, par exemple 10001001 et 10110001, il est possible de déterminer de combien de bits ils diffèrent. Dans notre exemple, ils diffèrent de 3 bits.

Pour évaluer cette différence, il suffit d'effectuer un OU exclusif entre les deux mots de code et de compter le nombre de 1 du résultat.

Par exemple,

10001001

10110001

00111000

Le nombre de bits de différence entre deux mots de code est appelé **distance de Hamming**.

Source : Andrew Tanenbaum, David Wetherall. Computer Networks.. (Edition française)

XOR est l'opération **ou exclusif**, notée « ^ » en C ou \oplus en Mathématiques. C'est une opération classique sur les bits :

- $0 \oplus 0 = 0$
- $0 \oplus 1 = 1$
- $1 \oplus 0 = 1$
- $1 \oplus 1 = 0$

Remarquez les propriétés suivantes :

- $a \oplus b = 0$
- $a \oplus b \oplus b = a$

Comme l'application du **ou exclusif** deux fois avec la même valeur redonne la valeur initiale, le chiffrement et le déchiffrement utilisent exactement le même programme :

- $M \oplus K = C$
- $C \oplus K = M$

Source : Cryptographie appliquée : protocoles, algorithmes et codes source en C / Bruce Schneier

DELAIS

Soit :

- | | |
|---|--|
| • C: Capacité/Débit de la ligne (bit/s) | d: distance de propagation (m) |
| • L: Longueur de la trame (bits) | L' : Longueur de l'acquittement (bits) |
| • V : vitesse du support (m/s) | |

Te: délai d'émission de la trame	= L / C
Tp: délai de propagation de la trame	= d / V
T'e : délai d'émission de l'acquittement	= L' / C
T'p: délai de propagation de l'ACK	= $Tp = d / V$
Texec : délai de traitement de la trame/ACK	= négligeable
T: délai de transmission (total)	= $Te + 2Tp + T'e = ((L+L')/C) + 2d/V$
délai de blocage de l'émetteur	= $2Tp + L'/C$

Efficacité d'un protocole	= Taux d'occupation du canal
	= délai d'émission des données/Délai de transmission
	= Débit utile / Débit de la ligne

T

Temps (délai)
de transmission du message

Temps qui s'écoule entre le début de la transmission d'un message et la fin de la réception par le destinataire (sec)

T

= Temps de d'émission + Temps de propagation

= $Te + Tp$

E

Le taux d'utilisation de la liaison (efficacité de la liaison)

$$E = \frac{D_U}{D} = \frac{\text{débit utile}}{\text{Débit de la liaison}}$$

Débit de la liaison

$$D_U = \frac{L}{T_T} = \frac{\text{longueur du message émis}}{\text{temps de transmission totale}}$$

Donc

$$E = \frac{D_U}{D} = \frac{\left(\frac{L}{T_T}\right)}{D} = \frac{L}{D \cdot T_T}$$

Vitesse de la lumière

Sa valeur exacte est **299 792 458 m/s**
(environ **3×10^8 m/s** ou **300 000 km/s**)