

Réseaux Personnels – Travaux Dirigés
CORRECTION - Série 2

1. Considérons la formule $\lambda f = c$. On sait que c vaut 3×10^8 m/s. Par application de la formule, on obtient $\lambda = 1$ cm pour une fréquence de 30 GHz et $\lambda = 5$ m pour 60 MHz. Les plages de fréquences couvertes par les antennes s'échelonnent donc de 60 MHz à 30 GHz.
2. Si le faisceau laser est dévié de 1 mm à l'extrémité, il ne frappe plus le photodétecteur. Cela correspond à un triangle rectangle de 100 m de base et 1 mm de hauteur. La tangente de l'angle α correspondant est $\text{tg } \alpha = 1 \times 10^{-5}$, ce qui correspond à un angle α de 0,00057 degré.
3. Le système de numérotation du réseau téléphonique (RTC) français comprend 10 chiffres (5 groupes de 2 chiffres). Les deux premiers chiffres du RTC de France Télécom sont 01, 02, 03, 04 et 05. Ces derniers délimitent 5 régions. Les quatre autres groupes de deux chiffres peuvent théoriquement être compris entre 00 et 99 (soit 100 numéros). Le nombre maximum (théorique) de numéros de téléphone peut être alors de $5 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100$, soit $5 \cdot 10^8$ numéros. En réalité, le réseau est organisé de façon très hiérarchique et chaque groupe délimite à nouveau une sous-région, une sous-sous-région, etc., à tel point que ce nombre théorique ne peut être atteint. En outre, ce nombre maximum augmente aussi lorsque l'on tient compte des téléphones mobiles (06) et des codes des opérateurs alternatifs dont les chiffres du premier groupe sont 2x, 4x, 7x, 9x, etc.
4. Chaque téléphone effectue en moyenne 0,5 appel/heure de 6 minutes. Un téléphone occupe un circuit pendant en moyenne 3 minutes par heure. Vingt téléphones peuvent ainsi se partager un circuit, en supposant une charge de 100 % (ce qui correspond à $\rho = 1$ en terme de file d'attente). Comme 10 % des appels sont des appels longue distance, cela conduit à ce que 200 téléphones occupent en permanence un circuit longue distance. Une artère interurbaine qui compte environ 250 circuits multiplexés (avec 200 téléphones par circuit) peut acheminer ainsi le trafic de $200 \times 250 = 50\,000$ téléphones.
5. La section de chaque fil d'un câble à paires torsadées est de $\pi/4$ mm². Une boucle locale de 10 km de long comprenant deux fils par paire représente un volume de $2\pi/4 \times 10^{-2} \text{ m}^3$; volume de l'ordre de 15,708 cm³. Avec une densité de cuivre de 9 g/cm³, cela représente un poids de 141 kg. La société de téléphonie, qui compte 10 millions d'abonnés, possède $1,4 \times 10^9$ kg de cuivre. Cela représente, à 3 euros le kilo de cuivre, 4,2 milliards d'euros.
6. Comme une route à sens unique, l'oléoduc est un système semi-duplex.
7. Généralement, les bits sont transmis sur une ligne sans mise en place de correction d'erreur au niveau physique. La présence d'un microprocesseur dans chaque modem rend possible aujourd'hui la mise en place d'une correction d'erreur au niveau physique, afin de réduire le taux d'erreur effectif au niveau liaison. Cette correction d'erreur au sein du modem est transparente au niveau liaison.
8. Comme on compte quatre valeurs par baud, le débit binaire est deux fois plus élevé que la rapidité de modulation. À 1 200 bauds, le débit binaire correspondant est de 2 400 bit/s.

9. Le déphasage est toujours égal à zéro. Comme deux amplitudes sont utilisées, il s'agit d'une technique de modulation d'amplitude.
10. Comme tous les points sont équidistants de l'origine, l'amplitude du signal est constante, il ne s'agit donc pas d'une modulation d'amplitude. La modulation de fréquence n'est jamais représentée par une constellation. La technique utilisée est une pure modulation de phase.
11. Le modem emploie deux fréquences, la première pour le sens montant, la seconde pour le sens descendant. Il fonctionne en modulation d'amplitude et non en modulation de fréquence.
12. Le système compte 256 canaux au total, 6 sont réservés par l'opérateur téléphonique et 2 sont utilisés pour le contrôle des flux montant et descendant. Il en reste 248 pour les données. Si les 3/4 des canaux de données sont affectés au canal descendant, cela donne 186 canaux descendants. La modulation ADSL est à 4 000 bauds et, avec une modulation QAM-64 (6 bits par baud), on obtient 24 Kbit/s dans chacun des 186 canaux. Au total, le débit descendant est égal à 4,464 Mbit/s.
13. Un codec accepte n'importe quel signal analogique en entrée et génère, en sortie, le signal numérique qui en découle. Un démodulateur n'accepte et ne traite qu'un signal sinusoïdal modulé et génère, en sortie, un signal numérique qui est le reflet de la modulation.
14. En commutation de messages, on transmet des messages de longueur variable et arbitrairement longs. En commutation de paquet, on transmet des paquets de taille fixe. Un long message à transmettre se traduit alors par la transmission de plusieurs paquets, chacun contenant un fragment de taille fixe du message.
15. Les trois réseaux présentent les propriétés suivantes :
- l'étoile : le plus faible = 2, le cas moyen = 2, le plus long = 2 ;
 - l'anneau : le plus faible = 1, le cas moyen = $n/4$, le plus long = $n/2$;
 - le réseau à interconnexion totale : le plus faible = 1, le cas moyen = 1, le plus long = 1.
16. En commutation de circuit, après s secondes, le circuit est établi ; à $t = s + x/b$, le dernier bit à transmettre est envoyé ; à $t = s + x/b + kd$, le message arrive à destination. En commutation de paquets, le dernier bit est transmis à $t = x/b$ (en considérant qu'on est en mode non connecté). Pour atteindre sa destination finale, le dernier paquet doit être retransmis par $(k - 1)$ routeurs. Chaque retransmission nécessitant p/b secondes, le délai de transmission du dernier paquet est de $x/b + (k - 1)p/b + kd$. La commutation de paquet est plus rapide si $s > (k - 1)p/b$.
17. En ignorant la compression de la parole, le débit sur une ligne téléphonique numérisée est de 64 kbit/s. Si l'on divise 10 Gbit/s par 64 kbit/s, on obtient 156 250 habitations par câble. En réalité, les systèmes courants n'alimentent guère qu'une centaine d'habitations par câble.
18. Théoriquement, il pourrait disposer du débit global du câble. Toutefois, le débit est limité par l'interface entre l'ordinateur et le modem câble qui, dans la plupart des cas, est une interface Ethernet à 10 Mbit/s.