



iutenligne

Le catalogue de ressources pédagogiques
de l'enseignement technologique universitaire.

I.U.T. de Mulhouse – G.E.I.I.

RES3 - Réseaux

CM 1 :
Réseaux et Télécommunications
Généralités réseaux
Principes de base



- **CM 1 : Généralités Réseaux**
- CM 2 : Topologie et supports de transmission
 - TD 1 : Débit et technologie ADSL
- CM 3 : Codage des informations et contrôle d'intégrité
 - TD 2 : Codage des informations et contrôle d'intégrité CRC
- CM 4 : Modèle OSI / Ethernet
- CM 5 : Couches transport et réseau (TCP/IP)
 - TD 3 : Analyse de trames Ethernet / Adresse IP et masque de sous-réseaux
 - TD 4 : Adressage IP / Routage IP
- CM 6 : Réseaux WLAN et sécurité
 - TD 5 : Réseaux Wifi et sécurité
- CM 7 : Réseaux et bus de terrain
 - TD 6 : Réseaux et bus de terrain
 - TP 1 : Technologie ADSL
 - TP 2 : Analyse de trames et Encapsulation Ethernet
 - TP 3 : Configuration d'un réseau IP / Routage IP / Wifi
 - TP 4 : Réseaux et bus de terrain
 - TP 5 : TP Test
- CM 8 : Contrôle de connaissances

Jean-François ROTH

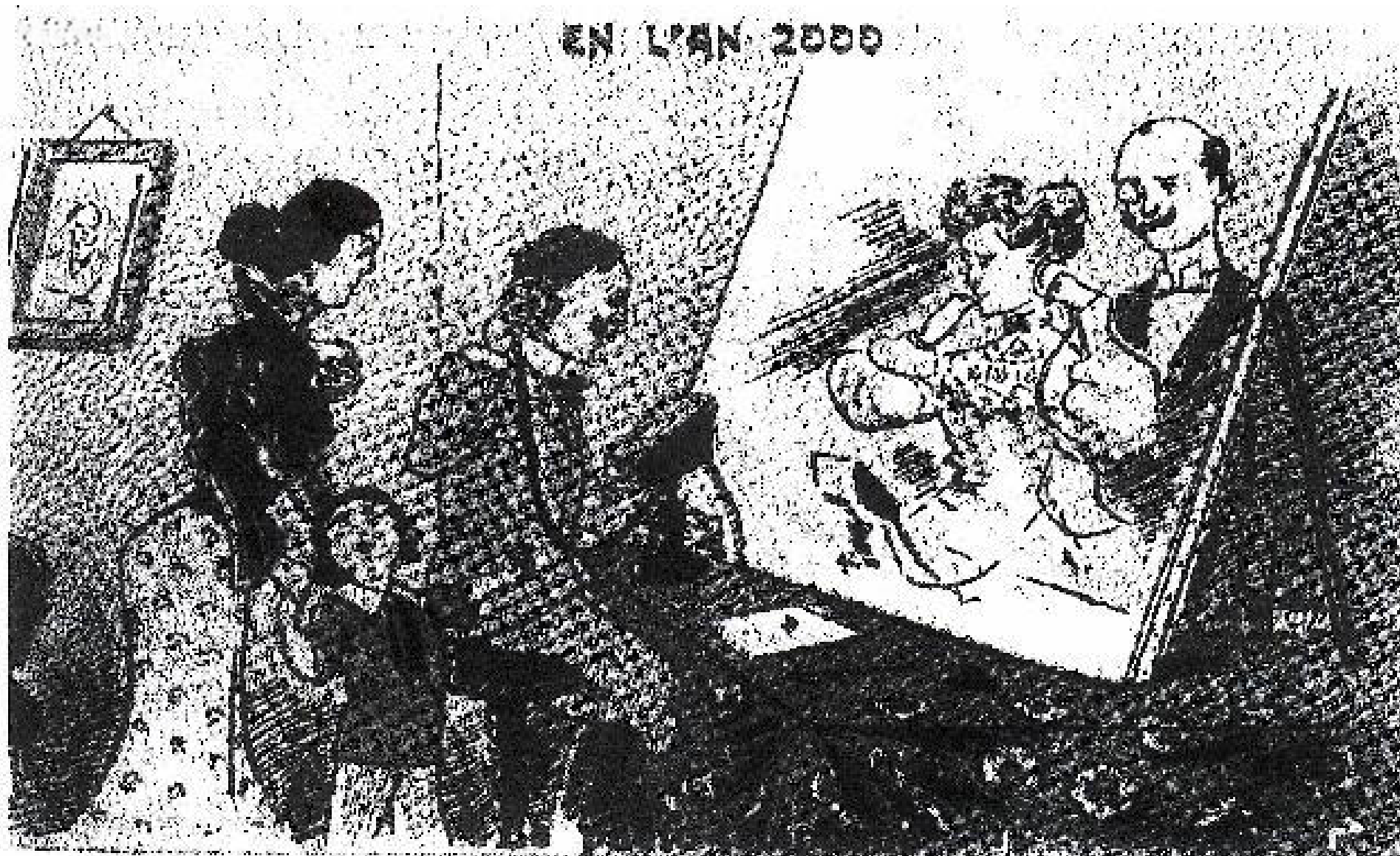
Enseignant Vacataire IUT de Mulhouse

Formateur/Consultant en réseaux et télécoms depuis 1999

Jean-Francois.ROTH@UHA.fr

JeanFrancoisROTH@MSN.com

- Introduction
 - Du siècle dernier à nos jours...
- Rôles des réseaux
 - Transfert de l'information
 - Evolution de l'informatique des réseaux
 - Nature des informations à transmettre
 - Caractéristiques des informations à transmettre
 - Transmission et commutation
- Concepts de base des transmissions de données
 - Transmission analogique
 - Transmission numérique
 - Perturbations
 - Bande passante et largeur de bande passante
 - Modes de transmission
 - Portée
 - Débit
 - Notion de codage en ligne des signaux
 - Notion de modulation





- Transfert de l'information

- Réseau

- Ensemble d'équipements connectés entre eux, via un ou plusieurs support(s) de transmission, dans le but d'échanger une ou plusieurs information(s)

- Equipements réseaux

- Terminal émetteur ou récepteur de l'information

- ❖ Ordinateur
 - ❖ Smartphone
 - ❖ Imprimante
 - ❖ Automate programmable
 - ❖ ...

- Support (ou média) de transmission

- Élément physique permettant de transporter l'information

- ❖ Bus
 - ❖ Câbles
 - ❖ Fibres
 - ❖ Ondes
 - ❖ ...

- Echange d'informations

- La communication entre équipements réseaux permet d'assurer un ou des service(s) à l'utilisateur

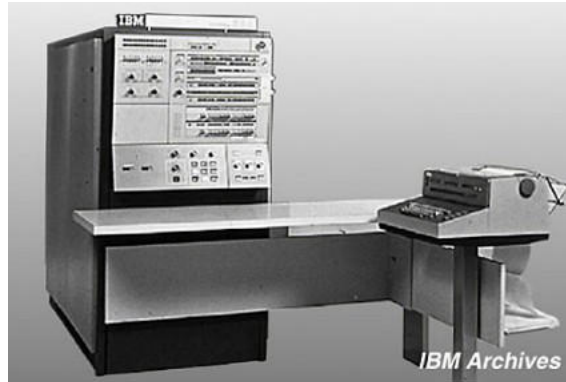
- ❖ Transmission d'informations ou de fichiers
 - ❖ Partage de fichiers ou de ressources
 - ❖ ...

- Transfert de l'information
 - Les services offerts par la communication varient en fonction des évolutions technologiques
 - Transmission de la voix : parole, hi-fi,
 - Transmission de données : octets, messages, fichiers, graphismes, ...
 - Transmission des images : vidéo
 - Voix + données + vidéo = MULTIMEDIA
 - Les réseaux ont évolué afin de pouvoir véhiculer tous les types d'informations
 - Exemple : la télématique
 - Utilisation conjointe des techniques des télécommunications et de l'informatique

- Transfert de l'information
 - Avantages des réseaux
 - Permettre à tous l'accès à l'automatisme, l'informatique, la domotique, les télécoms, ...
 - Concerne aussi bien les professionnels que les particuliers
 - Augmentation de la productivité
 - Amélioration de la fiabilité du système de transmission
 - Transfert rapide des informations
 - Transfert des informations sur des longues distances
 - Transfert des informations sur plusieurs équipements simultanément
 - Sauvegarde automatique des fichiers critiques
 - Accès à la messagerie électronique
 - Permet un contrôle décentralisé du système
 - ...
 - Réduction des coûts
 - Centralisation des programmes importants
 - ❖ Messagerie, Enterprise Resource Planning (ERP), base de données, ...
 - Partage des périphériques coûteux
 - ❖ Imprimante laser couleur, Photocopieur, ...
 - Diminution des frais d'installation et de maintenance
 - ...

- Evolution de l'informatique et des réseaux
 - La préhistoire... l'informatique centralisée

ORDINATEUR CENTRAL AVEC IMPRIMANTES ET DISQUES



TRAVAUX EN "BATCH"
OU TEMPS DIFFERE



T'ERMINAUX DE CONSULTATION/TRANSACTIONS

- Evolution de l'informatique et des réseaux
 - Le passé... l'informatique répartie

ORDINATEURS PERSONNELS
DOWNSIZING



**RESOURCE
NON PARTAGEE**

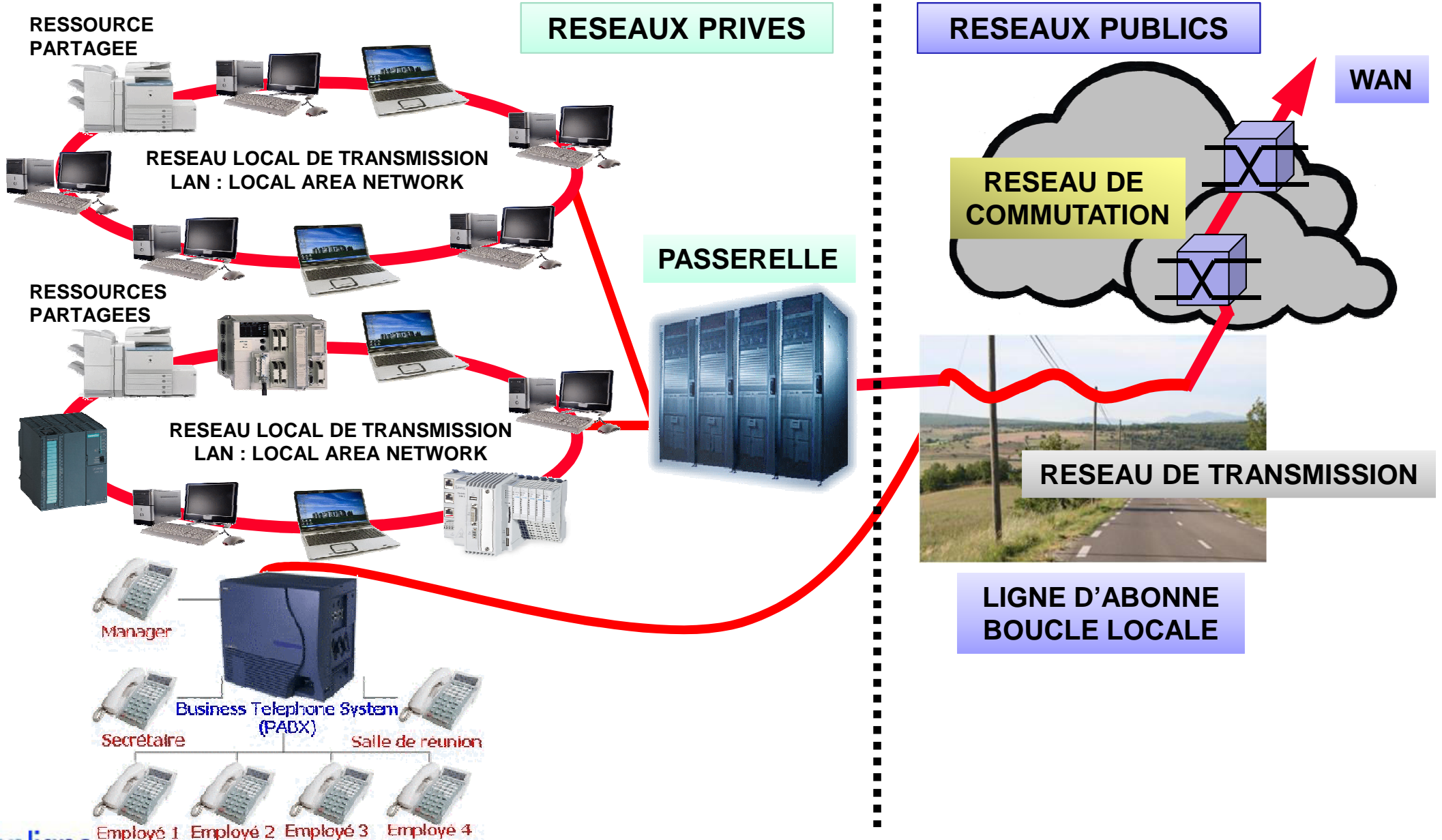


- Evolution de l'informatique et des réseaux
 - Une nécessité actuelle... l'informatique en réseau



- Evolution de l'informatique et des réseaux
 - Une perspective d'avenir... la délocalisation des ressources ou Cloud Computing

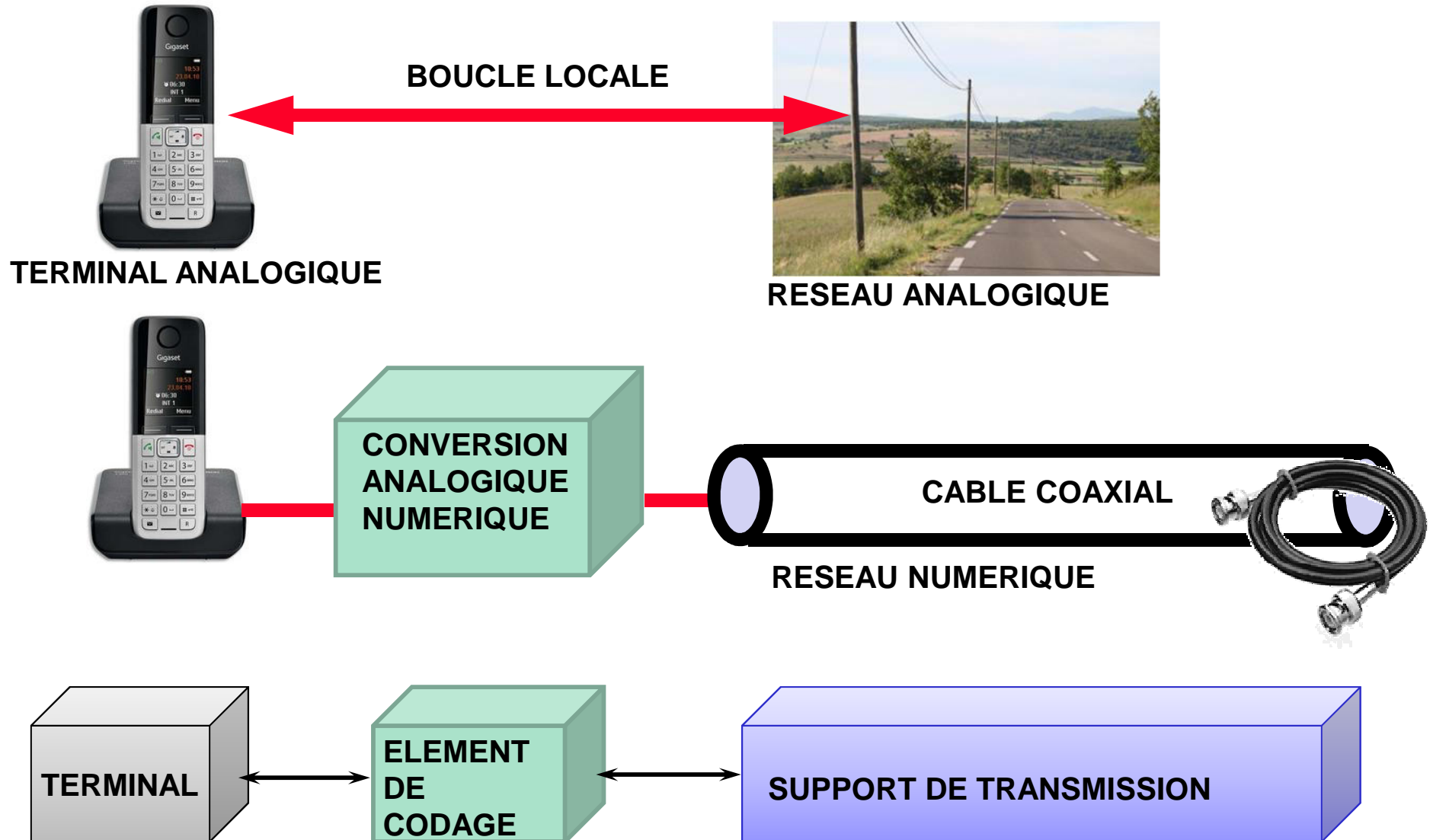




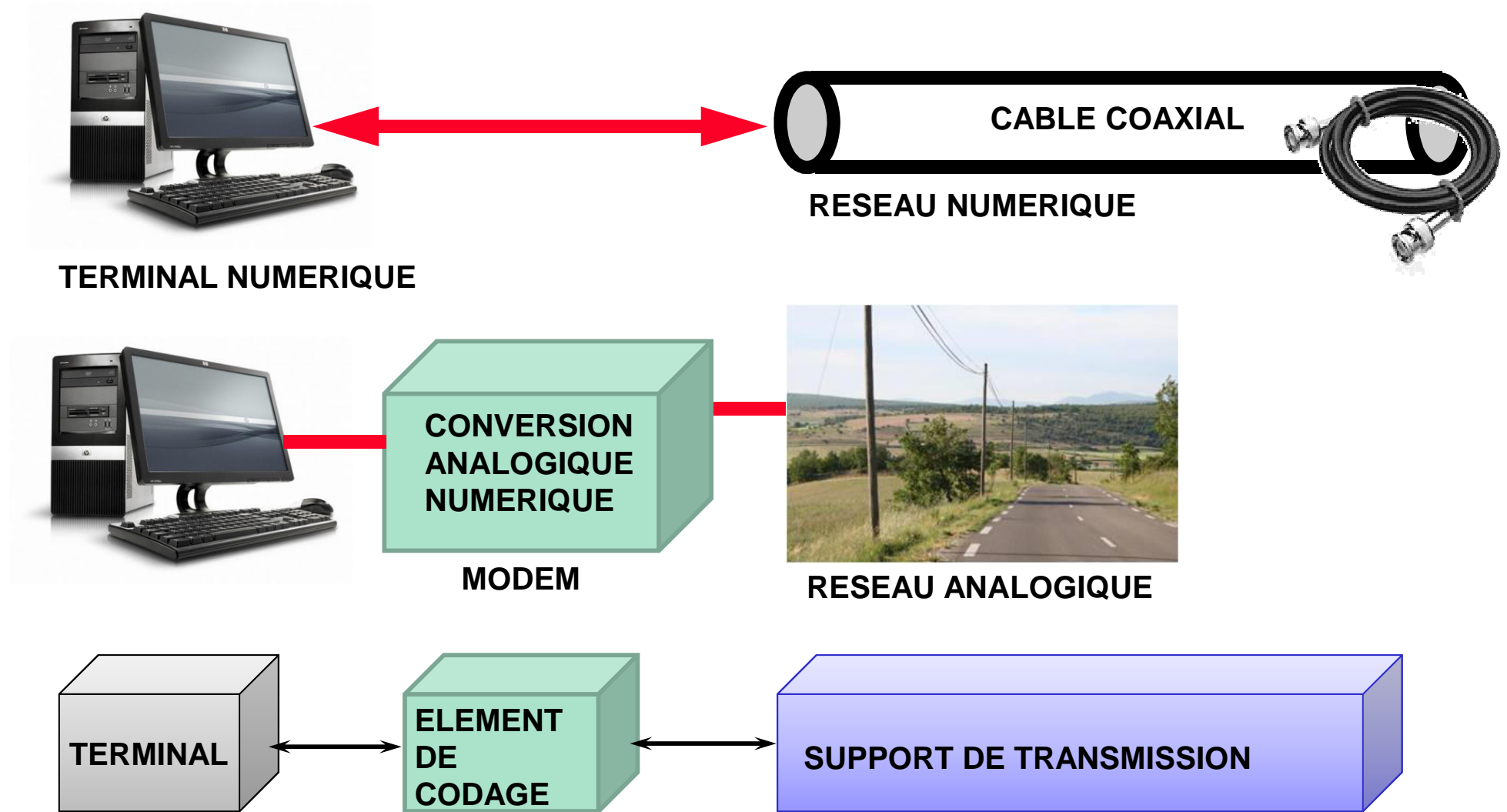
- Nature des informations à transmettre
 - La voix
 - Par nature analogique
 - La parole : 300 à 3400Hz
 - La hi-fi : jusqu'à 30000Hz
 - Conversion possible en numérique (échantillonnage)
 - L'écrit, le texte, les données
 - Par nature numérique
 - Alpha-numérique, alpha-géométrique, graphique
 - Nécessite un codage : N bits par caractère transmis
 - Transmission possible en analogique (modems)
 - L'image, la vidéo
 - Transmission en analogique ou numérique
 - Le codage dépend de la définition (pixels, couleurs, ...)

- Caractéristiques des informations à transmettre
 - La voix
 - Peu sensible aux erreurs de transmission
 - Très sensible aux problèmes de retards, délais, synchronisation, gigue, ...
 - L'écrit, le texte, les data
 - Peu sensibles aux problèmes de retards, délais, ...
 - Très sensibles aux erreurs de transmission (intégrité des réseaux)
 - L'image, la vidéo
 - Très sensibles aux problèmes de délais, synchronisation, ...
 - Sensibilité accrue en cas de compression (intégrité des algorithmes de compression)
 - Pendant de nombreuses années ces média ont été gérés par des réseaux différents
 - A présent, le multimédia nécessite un réseau unique alliant des performances optimales en termes d'erreurs et de délais...

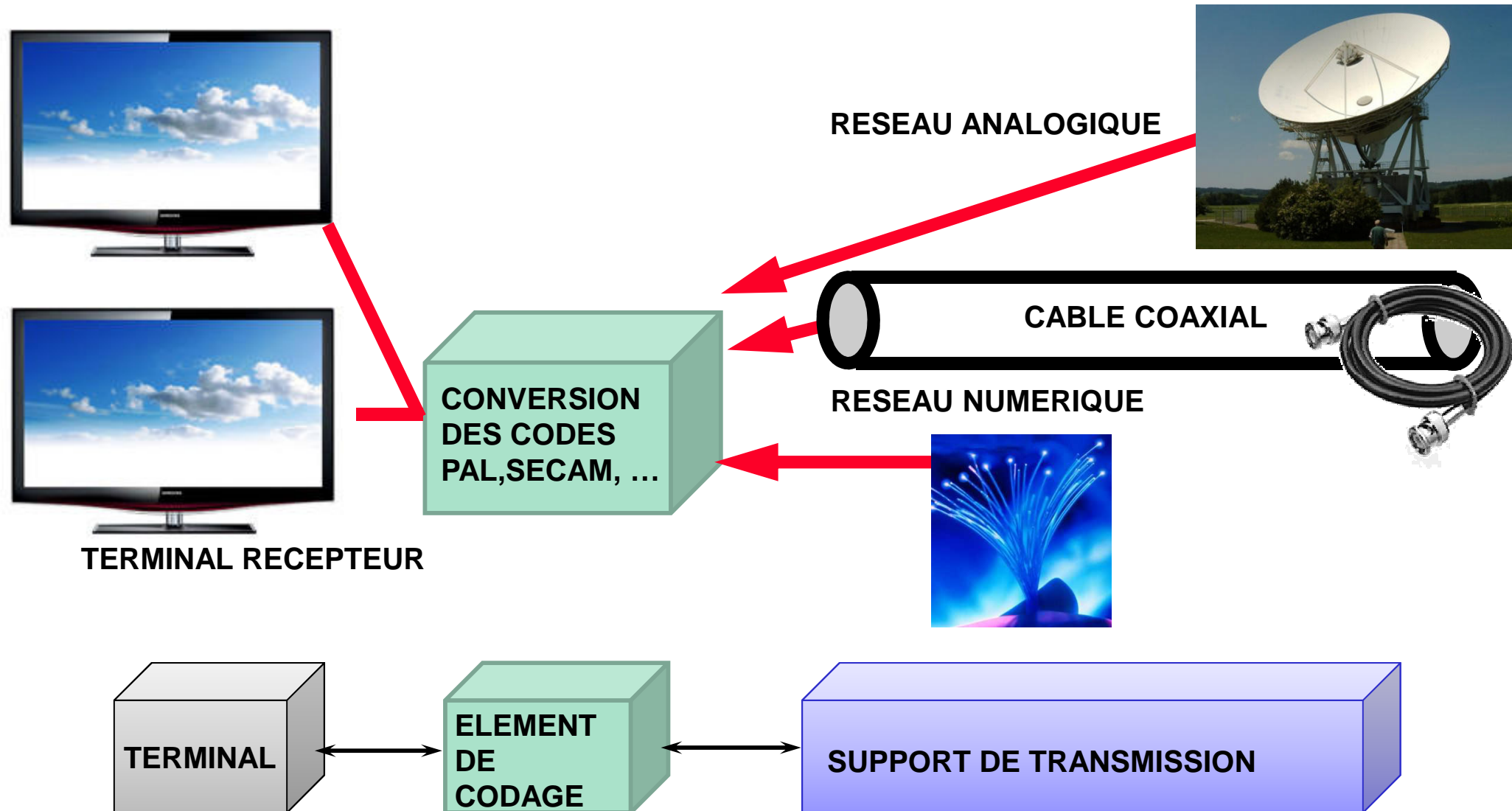
- Transmission de la parole



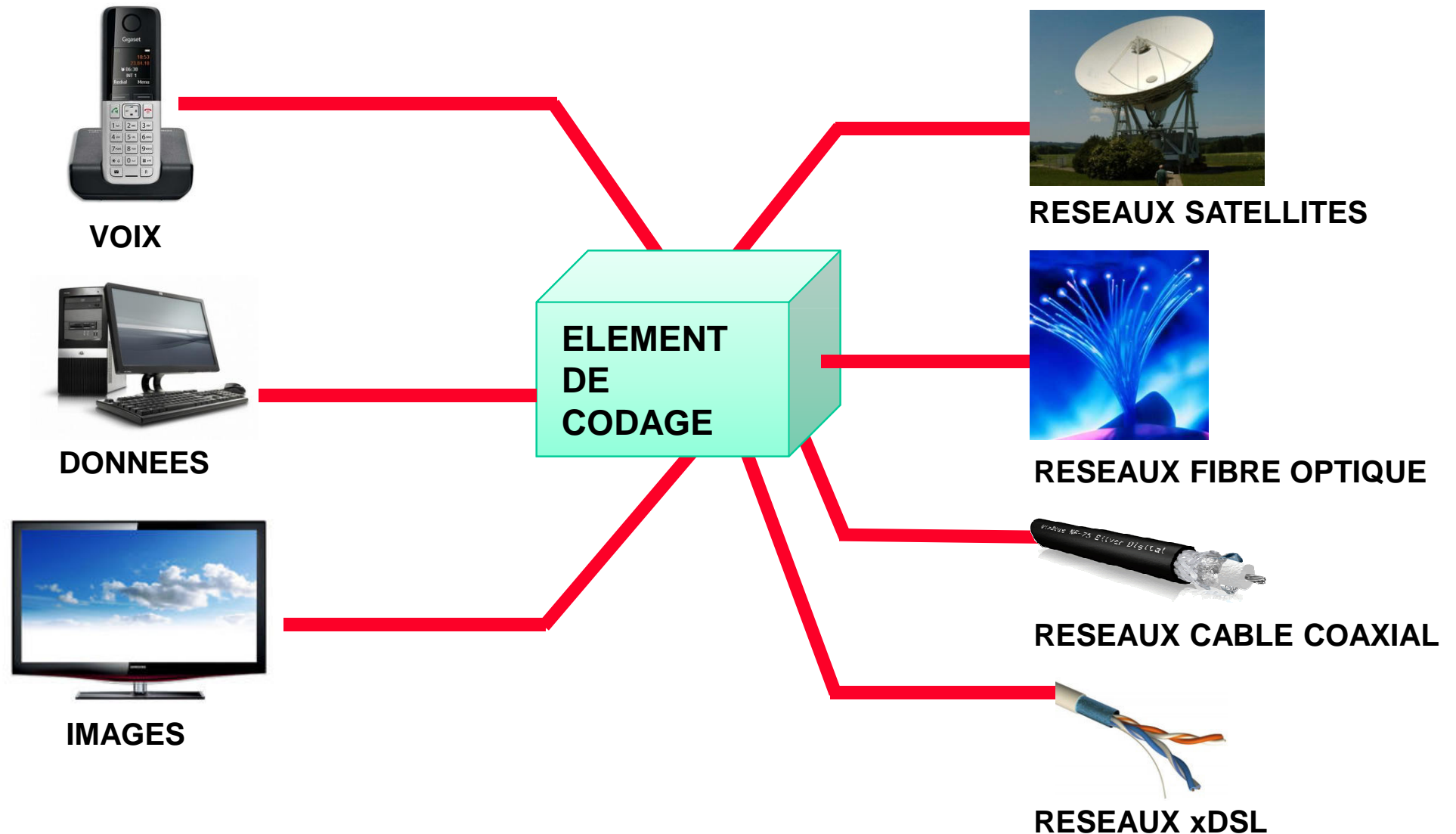
- Transmission des données



- Transmission de l'image et de la vidéo

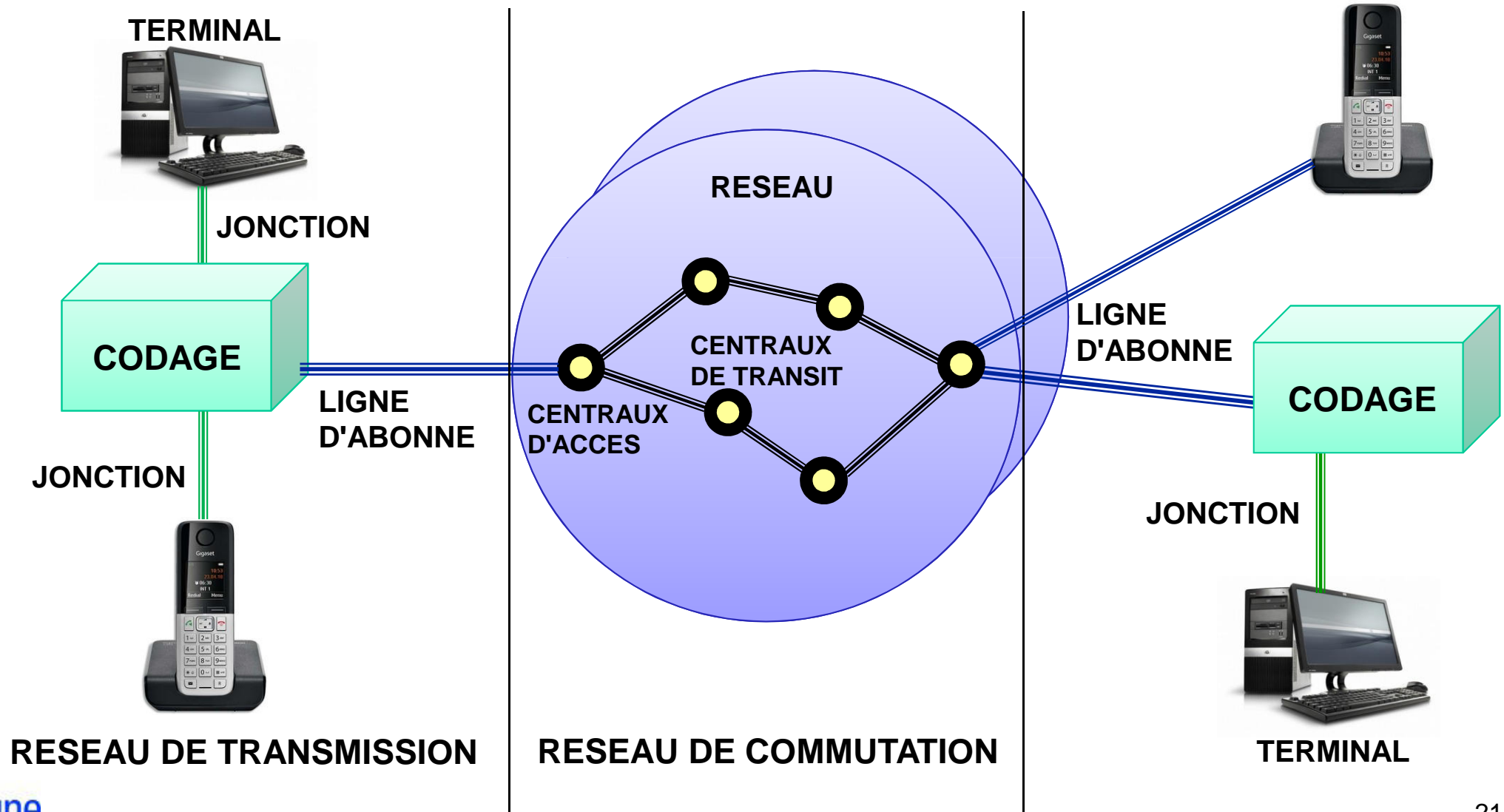


- Transmission multimédia : autoroutes de l'information



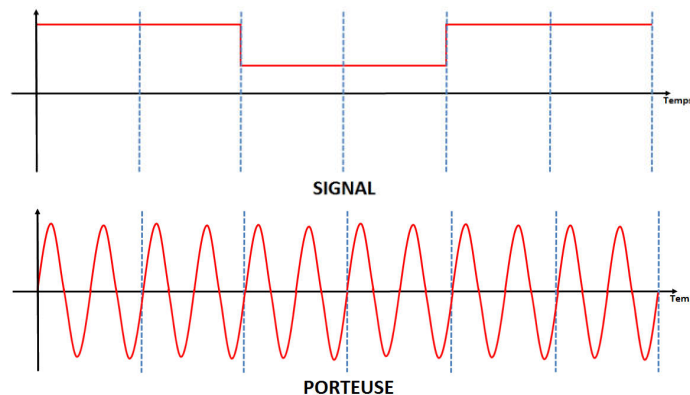
- Transmission et Commutation
 - Réseau de Transmission
 - Permet d'acheminer l'information jusqu'à l'utilisateur final
 - Terminaux, Éléments de Codage, Médium de Communication
 - Réseau de Commutation
 - Permet d'aiguiller la communication à l'intérieur du réseau
 - Permet d'optimiser les réseaux de télécommunications
 - Autocommutateurs, Centraux, Multiplexeurs, Répartiteurs
 - Circuit de données
 - Constitué par l'ensemble des supports de communication des différents réseaux traversés

- Transmission et Commutation
 - Circuit de données en dégroupage total et dégroupage partiel



Concepts de base des transmissions de données

- Transmission analogique (ou transmission par modulation d'onde porteuse)
 - Les informations circulent sur le support physique sous la forme d'une onde porteuse
 - Onde porteuse
 - Onde transportant les données par modification de l'une de ses caractéristiques (modulation) :
 - Amplitude
 - Fréquence
 - Phase
 - Modulation
 - Transformation d'une information à transmettre en un signal adapté au support physique :
 - Transposition dans un domaine de fréquences adapté au support
 - Meilleure protection du signal contre le bruit
 - Transmission simultanée de messages dans des bandes de fréquences adjacentes
 - Meilleure utilisation du support



Concepts de base des transmissions de données

- Transmission numérique (ou transmission en bande de base)
 - Les informations circulent sur le support physique sous forme de signaux numériques
 - Les données analogiques doivent être numérisées avant d'être transmises
 - L'ensemble des données numériques à transmettre est codé en une succession de 0 et de 1
 - Les données numériques ne peuvent pas circuler sous la forme de "0" et de "1"
 - Nécessitent d'être codées sous forme d'un signal possédant deux états
 - Exemples :
 - Deux niveaux de tension par rapport à la masse
 - La différence de tension entre deux fils
 - La présence/absence de courant dans un fil
 - La présence/absence de lumière
 - ...



Concepts de base des transmissions de données

- Transmission analogique des données numériques
 - Problème : nécessité de transmettre des données numériques de façon analogique
 - Certains réseaux de transmission, comme le réseau téléphonique, sont encore analogiques
 - Solution : le Modem (Modulateur/Démodulateur)
 - A l'émission :
 - Conversion des données numériques (succession de 0 et de 1) en signaux analogiques (variation continue d'un phénomène physique)
 - ❖ Modulation
 - A la réception :
 - Conversion du signal analogique en données numériques
 - ❖ Démodulation
 - Adaptation d'un terminal numérique (PC) a un conduit analogique (réseau téléphonique)
 - Transcodage : fréquences analogiques (3000 Hz) vers signaux numériques
 - Techniques : modulation d'amplitude, fréquence, phase
 - Débit :
 - ❖ de 300 bits/s (V21) à 72/144Kbits/s (V35, V36, V37) pour le modem RTC
 - ❖ de 128 Kbits/s à 16Mbits/s pour le modem (ou Box) ADSL (en technologie ADSL 2+)



**Jonction
numérique**



MODEM



**Ligne
analogique**



Concepts de base des transmissions de données

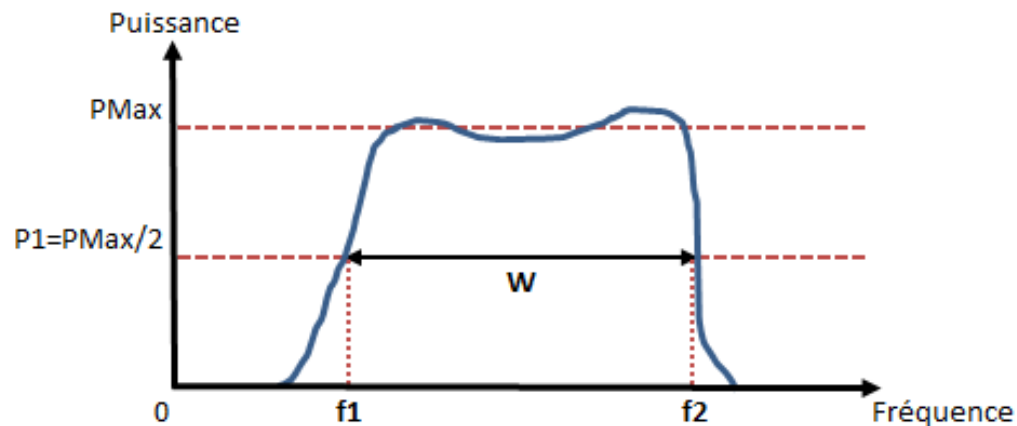
- Perturbations
 - La transmission de données sur une ligne ne se fait pas sans pertes
 - Le temps de transmission n'est pas immédiat
 - Nécessite une "synchronisation" des données à la réception
 - Des bruits (ou parasites) entraînant la modification de la forme du signal peuvent apparaître
 - Bruit blanc :
 - ❖ Perturbation uniforme du signal
 - ❖ Rajoute au signal transmis une faible amplitude dont la moyenne sur le signal est nulle
 - Bruits impulsifs :
 - ❖ Petits pics d'intensité provoquant des erreurs de transmission
 - ❖ Générés par les néons, les moteurs, les relais...
 - ❖ Liés au perturbateur électromagnétique et de sa position par rapport au câble
 - ❖ Les codes correcteurs d'erreurs permettent sous certaines conditions d'en limiter l'impact
 - Bruits d'écho :
 - ❖ Causés par la réflexion
 - ❖ Lié à un saut de calibre, une désadaptation des équipements d'extrémité ou une jarretière laissée en dérivation (effet d'antenne)

Concepts de base des transmissions de données

- Perturbations
 - Affaiblissement du signal (dB)
 - Correspond à la perte de signal en énergie dissipée dans la ligne
 - Exprimé par un signal de sortie plus faible que le signal d'entrée
 - Proportionnel à la longueur de la voie de transmission et à la fréquence du signal
 - Caractérisé par la formule :
 - $A(\text{dB}) = 10 \log (\text{Puissance du signal en sortie} / \text{Puissance du signal en entrée})$
 - $A(\text{dB}) = 20 \log (\text{Tension du signal en sortie} / \text{Tension du signal en entrée})$
 - Distorsion du signal
 - Déformation (ou altération) subie par le signal
 - Caractérise le déphasage entre le signal en entrée et le signal en sortie

Concepts de base des transmissions de données

- Bande Passante et Largeur de Bande Passante
 - Un circuit de données est assimilable à un filtre de type passe-bande :
 - Uniquement une certaine bande de fréquences est correctement transmise
 - Bande Passante (BP)
 - Correspond à un intervalle de fréquences pour lesquelles la réponse d'un appareil est supérieure à un minimum :
 - $BP = [f1;f2]$
 - Largeur de Bande Passante (W)
 - Résultat de la différence entre les bornes de cet intervalle de fréquences :
 - $W = f2 - f1$ (en Hz)



Concepts de base des transmissions de données

- Bande Passante et Largeur de Bande Passante
 - Bande Passante
 - Intervalle de fréquence sur lequel le signal ne subit pas un affaiblissement supérieur à une certaine valeur :
 - Généralement -3 dB, correspondant à un affaiblissement du signal de 50%
 - ❖ Pour un affaiblissement de 50% : $P1 = P_{Max}/2$
 - ❖ $A(\text{dB}) = 10 \times \log (P1/P_{Max}) = 10 \times \log ([P_{Max}/2]/P_{Max}) = 10 \times \log (1/2) = -3 \text{ dB}$
 - La Bande Passante et la Largeur de Bande Passante déterminent la capacité de transmission d'un circuit de données
 - Exemple :
 - La ligne téléphonique usuelle ne laisse passer que les signaux dont l'affaiblissement est inférieur à 6 dB
 - ❖ La Bande Passante correspond à une plage de fréquences allant de 300 Hz à 3400 Hz
 - ❖ La Largeur de Bande Passante est égale à 3100 Hz

Concepts de base des transmissions de données

- Modes de transmission
 - Une transmission sur une voie de communication entre deux équipements est caractérisées par :
 - Le sens des échanges
 - Unidirectionnel, bidirectionnel, ...
 - Le mode de transmission :
 - Nombre de bits envoyés simultanément
 - La synchronisation :
 - Synchronisation entre émetteur et récepteur

Concepts de base des transmissions de données

- Modes de transmission
 - Liaison unidirectionnelle ou simplex
 - Les données circulent uniquement dans un seul sens : de l'émetteur vers le récepteur
 - Utilisé lorsque les données ne doivent pas nécessairement circuler dans les deux sens
 - ❖ Ordinateur vers l'imprimante, souris vers l'ordinateur, ...
 - Liaison bidirectionnelle à l'alternat ou half-duplex
 - Les données circulent dans un sens ou l'autre mais pas simultanément
 - Chaque extrémité de la liaison émet à tour de rôle
 - Liaison bidirectionnelle utilisant la capacité totale de la ligne
 - ❖ Talkie-Walkie, CB, ...
 - Liaison bidirectionnelle intégrale ou full-duplex
 - Les données circulent de façon bidirectionnelle et simultanément
 - Chaque extrémité de la ligne peut émettre et recevoir en même temps
 - Bande passante divisée par deux pour chaque sens d'émission des données si un support de transmission unique est utilisé pour l'émission et la réception
 - ❖ Téléphone fixe, téléphone mobile, connexion internet, ...

Concepts de base des transmissions de données

- Modes de transmission

- Liaison parallèle

- Transmission simultanée de N bits sur N voies différentes définies par :

- N lignes physiques :

- ❖ Chaque bit est envoyé sur une ligne physique
 - ❖ Les câbles parallèles sont composés de plusieurs fils en nappe
 - ❖ Exemple : la liaison parallèle des PC nécessite généralement 10 fils

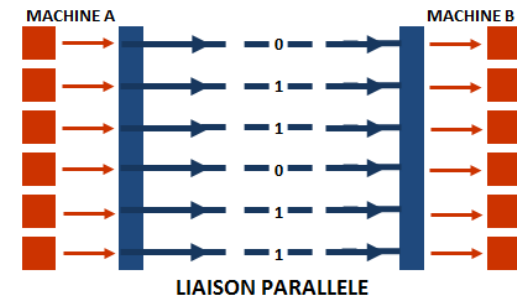
- Une ligne physique divisées en plusieurs sous-canaux par division de la bande passante :

- ❖ Chaque bit est transmis sur une fréquence différente

- Débit d'informations élevées

- Coût élevé pour des distances importantes

- Problème de diaphonie (dégradation du signal) si deux fils sur une nappe sont trop proches



- Liaison série

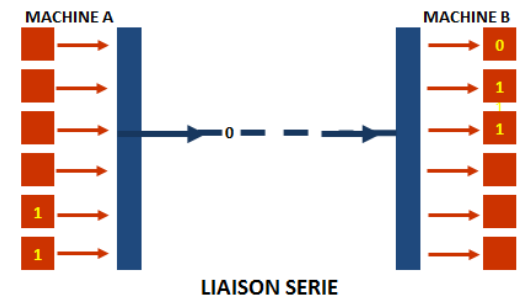
- Transmission bit par bit sur une voie unique de transmission

- L'unicité de la voie permet de la choisir de meilleure qualité

- Un débit correct nécessite une vitesse de transmission élevée

- La plupart des processeurs traitent les informations de façon parallèle

- Nécessité de conversion série/parallèle et parallèle/série



Concepts de base des transmissions de données

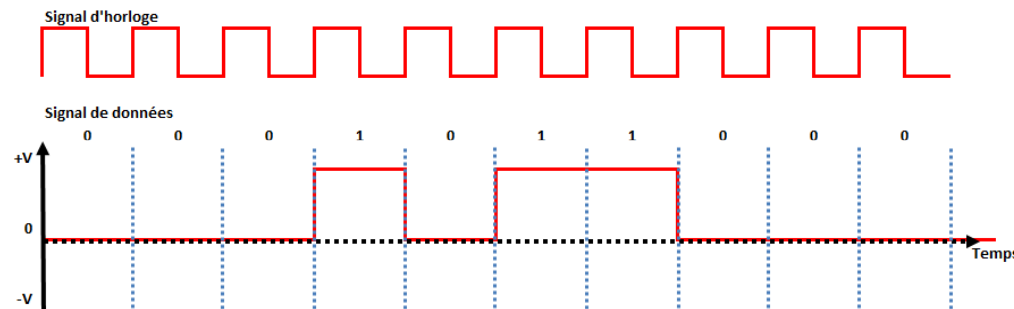
- Modes de transmission
 - La liaison série est la plus utilisée actuellement
 - Moins chère que la liaison parallèle
 - Meilleure qualité de transmission en utilisant des composants de qualité
 - Exemples :
 - Alphabet morse (télégraphie)
 - RS-232, I2C, Universal Serial Bus (USB), FireWire
 - Fibre Channel, InfiniBand, Serial Attached SCSI, Serial ATA (SATA)
 - SPI, UART, PCI Express
 - Problème : un seul fil transportant l'information entraîne un problème de synchronisation entre l'émetteur et le récepteur
 - Le récepteur ne peut pas distinguer les caractères (séquences de bits) car les bits sont envoyés successivement
 - Solution : types de transmission permettant de remédier à ce problème
 - Transmission synchrone
 - Transmission asynchrone

Concepts de base des transmissions de données

- Modes de transmission

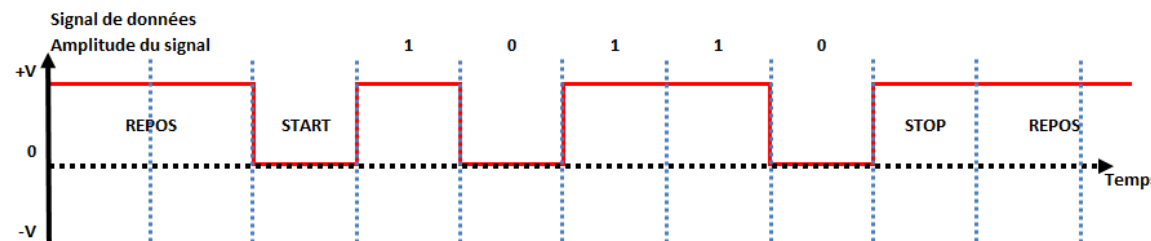
- Transmission synchrone

- Le récepteur reçoit de façon continue, même lorsque aucun bit n'est transmis, les informations au rythme où l'émetteur les envoie
 - Emetteur et récepteur doivent être cadencés à la même vitesse (même horloge)
 - Vitesse de transmission réduite pour que le récepteur puisse correctement distinguer les données



- Transmission asynchrone

- Chaque succession de bit (trame) est émise de façon irrégulière dans le temps
 - Une trame d'informations est précédée d'un élément indiquant le début de la transmission -bit(s) start- et terminée par un élément de fin de transmission -bit(s) stop-
 - ❖ Permet de garantir une transmission correcte



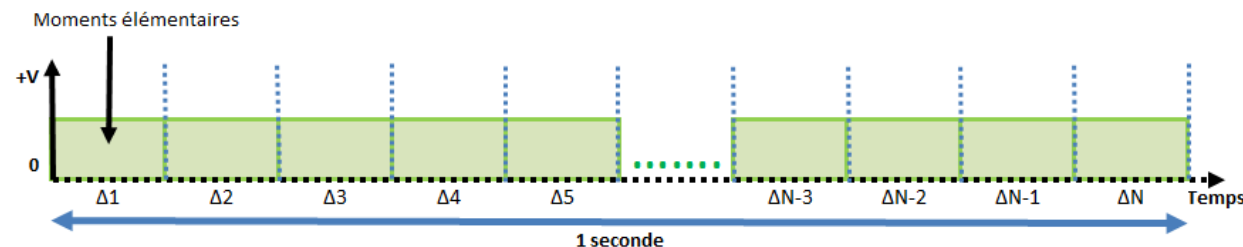
Concepts de base des transmissions de données

- Portée
 - Portée d'un support physique de transmission
 - Distance sur laquelle le signal possède un affaiblissement satisfaisant
 - Au-delà de cette distance, le signal sera trop dégradé et ne permettra plus la transmission des données
 - Le signal devra être régénéré ou amplifié avant cette distance limite pour étendre la portée du support
 - Portée d'un réseau
 - Distance sur laquelle les équipements peuvent se connecter ou communiquer sur un réseau
 - Distance sur laquelle un réseau est capable d'émettre sans que le signal ne subisse un affaiblissement entraînant sa dégradation



Concepts de base des transmissions de données

- Rapidité de modulation et Débit binaire
 - Rapidité de modulation
 - Une trame est constituée d'une succession de signaux analogiques/numériques de même durée
 - Durée notée " Δ " et appelée moment ou temps élémentaire
 - Δ : intervalle de temps pendant lequel un signal significatif et représentatif d'éléments binaires est transmis
 - Les signaux se propagent sur une voie de transmission à la vitesse de la lumière
 - 3×10^8 m/s dans le vide et pratiquement la même valeur dans une fibre optique
 - 2×10^8 m/s environ dans des voies filaires métalliques
 - La vitesse de propagation n'est pas un facteur contraignant
 - La contrainte est la cadence à laquelle le signal est "inséré" sur la ligne
 - Cadence définie par la rapidité de modulation :
 - ❖ $RM = 1 / \Delta$ (en Bauds)
 - ❖ Par définition, la rapidité de modulation est l'inverse de l'intervalle élémentaire Δ
 - Débit binaire (ou bit rate) "D"
 - Nombre maximum de symboles binaires transmis par seconde sur cette voie (en bits/s)

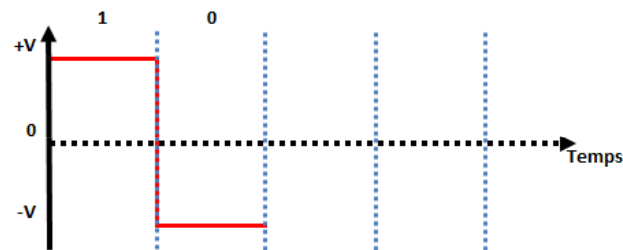


Concepts de base des transmissions de données

• Débit binaire

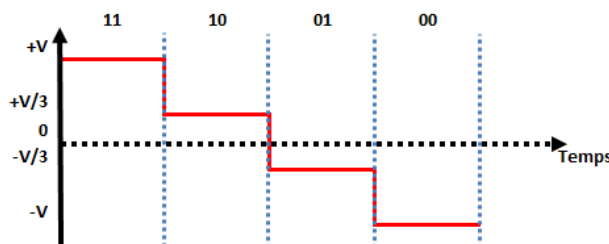
– Cas d'un signal bivalent

- Chaque élément peut être représenté par un seul élément binaire : 0 ou 1
 - La quantité d'information contenue par moment élémentaire du signal est égale à 1 bit
- Le débit binaire est égal à la rapidité de modulation en baud :
 - $D(\text{bit/s}) = RM(\text{bauds})$



– Cas d'un signal quadrivalent

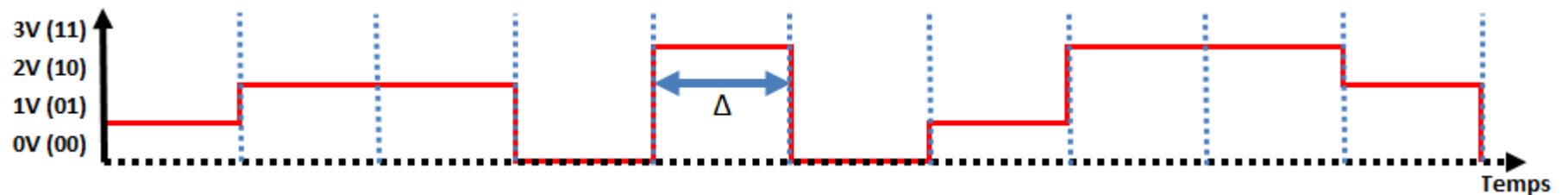
- Chaque élément peut être représenté par plusieurs éléments binaires : 00,01,10 ou 11
 - La quantité d'information contenue par moment élémentaire du signal est égale à 2 bits
- Le débit binaire est deux fois plus élevé qu'un signal bivalent de même rapidité de modulation :
 - $D(\text{bit/s}) = 2 / \Delta = 2 \times (1 / \Delta) = 2 \times RM$



Concepts de base des transmissions de données

- Débit binaire

- Pendant un moment élémentaire, le symbole peut prendre plusieurs états significatifs
 - La quantité d'information transportée par intervalle de temps est supérieure à 1 bit
 - Le passage d'un état significatif à un autre est appelé transition
 - Le moment où se produit la transition est appelé instant significatif
- Valeur du débit binaire :
 - $D = RM \times \log_2 (V)$
 - Avec "V" valence du signal correspondant au nombre des états significatifs que peut prendre le signal



- Exemple avec un moment élémentaire "Δ" de 1ms
 - $RM = 1 / \Delta = 1/0,001 = 1000$ bauds
 - $V = 4$ (00 ou 01 ou 10 ou 11)
 - $D = RM \times \log_2 (V) = 1000 \times \log_2 (4) = 1000 \times 2 = 2000$ bits/s (soit 2 kb/s)

Concepts de base des transmissions de données

- Capacité d'une voie
 - Correspond au débit binaire dans un environnement "bruité"
 - Quantité d'informations (bits) pouvant être transmis sur la voie en 1 seconde
 - Limitée par sa largeur de bande passante et par le rapport Signal/Bruit (ou NSR)
 - Caractérisée par la formule :
 - $C(\text{bits/s}) = W \times \log_2 (1 + S/B)$
 - ❖ Avec $\text{NSR}(\text{dB}) = 10 \times \log_{10} (S/B)$
 - Exemple dans le cas d'une ligne téléphonique ayant un rapport Signal/Bruit de 30dB
 - $\text{NSR} = 30\text{dB} = 10 \times \log_{10} (S/B)$
 - $(S/B) = 10^{(30/10)} = 10^3 = 1000$
 - $C = 3100 \times \log_2 (1 + 1000) = 30898,4 \text{ bits/s}$ soit 30,9 kbits/s
 - Pour rappel $\log_2(\text{valeur}) = \ln(\text{valeur}) / \ln(2)$

Concepts de base des transmissions de données

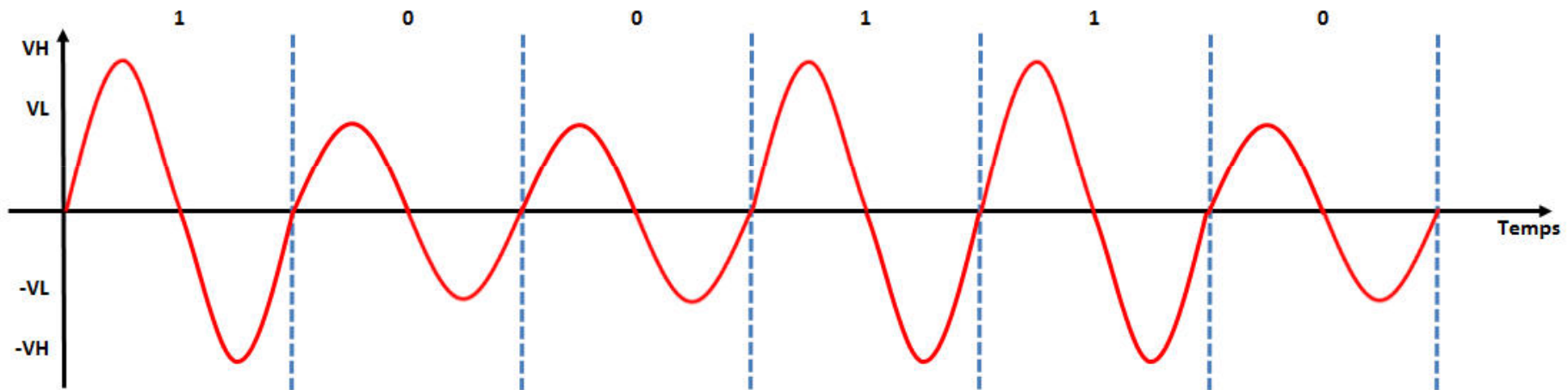
- Codage d'un signal numérique
 - Permet d'adapter le signal au support de transmission utilisé
 - Transmettre les signaux numériques sous la forme 0V et +5V peut poser des problèmes :
 - Confusion entre l'état 0V et une rupture de transmission
 - Atténuation des amplitudes par des perturbations, bruits ou dégradations
 - Filtrage des basses fréquences (correspondant à une longue suite de 0)
 - Filtrage des hautes fréquences (débits élevés)
 - Synchronisation des horloges
 - ...
 - Consiste à représenter le signal à transporter à l'aide un signal faisant varier son amplitude au cours du temps
 - Les informations binaires à transmettre sont transformées en signaux électriques
 - Systèmes de codage en ligne
 - Codage à deux niveaux :
 - Le signal peut prendre uniquement une valeur strictement négative (-V) ou strictement positive (+V)
 - Codage à trois niveaux :
 - Le signal peut prendre une valeur strictement négative (-V), nulle (0) ou strictement positive (+V)
 - Codage à plusieurs niveaux :
 - Le signal peut prendre une multitude de valeurs différentes : -V, -V/2, -V/3, V/3, V/2, V, ...

Concepts de base des transmissions de données

- Modulation
 - Problème : dégradation du signal
 - Dégradation rapide des signaux avec la distance lors d'une transmission en bande de base
 - Méthode de transmission ne pouvant être utilisée que sur une distance inférieure à 5 km
 - Sans régénération du signal, celui-ci se déforme et le récepteur est incapable de le comprendre
 - Solution : la modulation
 - Utilisation d'un signal sinusoïdal
 - Même affaibli ce type de signal pourra être décodé par le récepteur
 - Transformation des données à transmettre en signal adapté au support de transmission
 - Transposer les signal de données dans un domaine de fréquences compatible avec le support
 - Différents types de modulation :
 - La modulation d'amplitude, de phase et de fréquence
 - Rôle du modulateur/démodulateur (ou Modem) :
 - Transformation du signal permettant d'éliminer un certain nombre de dégradations occasionnées sur la distance parcourue par le signal dans le câble
 - Génération d'un signal de modulation de forme sinusoïdale
 - Différents types de modulation obtenus en agissant sur les différents paramètres de l'équation :
 - ❖ $v(t) = V \times \sin(\omega t + \phi)$

Concepts de base des transmissions de données

- Modulation
 - Modulation d'amplitude
 - Obtenue en jouant sur la valeur de V :
 - Valeur V_L pour un niveau logique "0"
 - Valeur V_H pour un niveau logique "1"

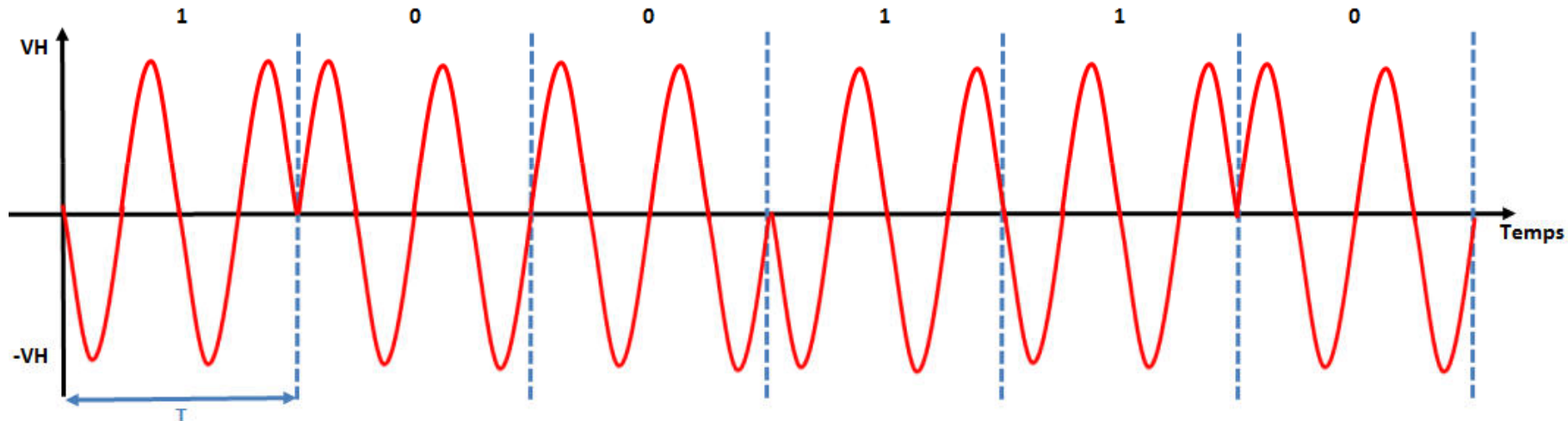


Concepts de base des transmissions de données

• Modulation

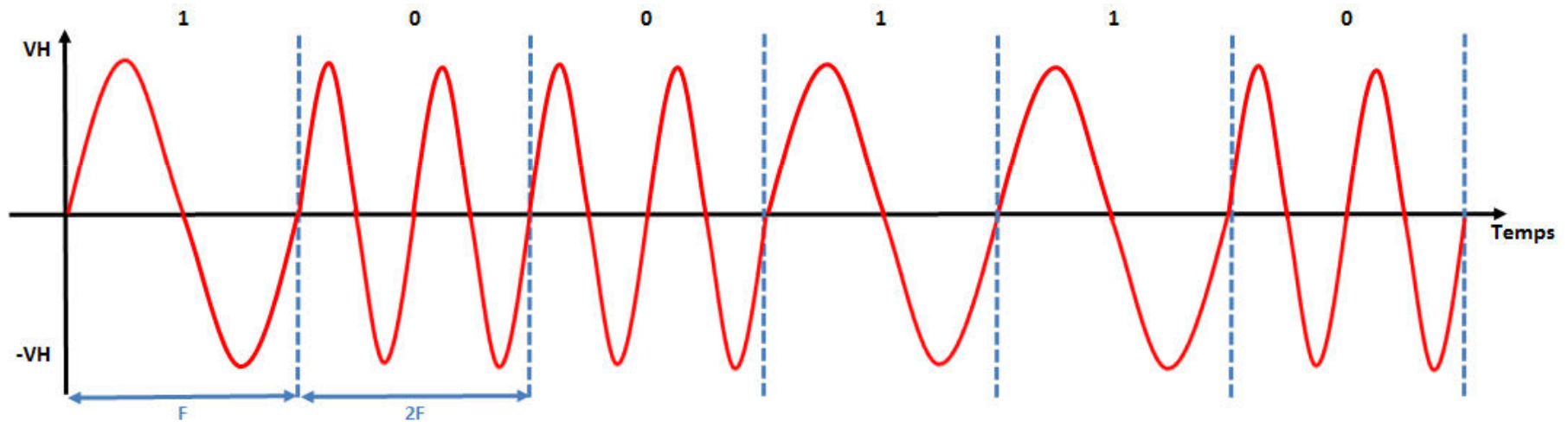
– Modulation de phase

- Obtenue en jouant sur la valeur de ϕ :
 - Valeur ϕ_0 pour un niveau logique "0"
 - Valeur ϕ_1 pour un niveau logique "1"



Concepts de base des transmissions de données

- Modulation
 - Modulation de fréquence
 - Obtenue en jouant sur la valeur de ω :
 - Valeur ω_0 pour un niveau logique "0"
 - Valeur ω_1 pour un niveau logique "1"



Concepts de base des transmissions de données

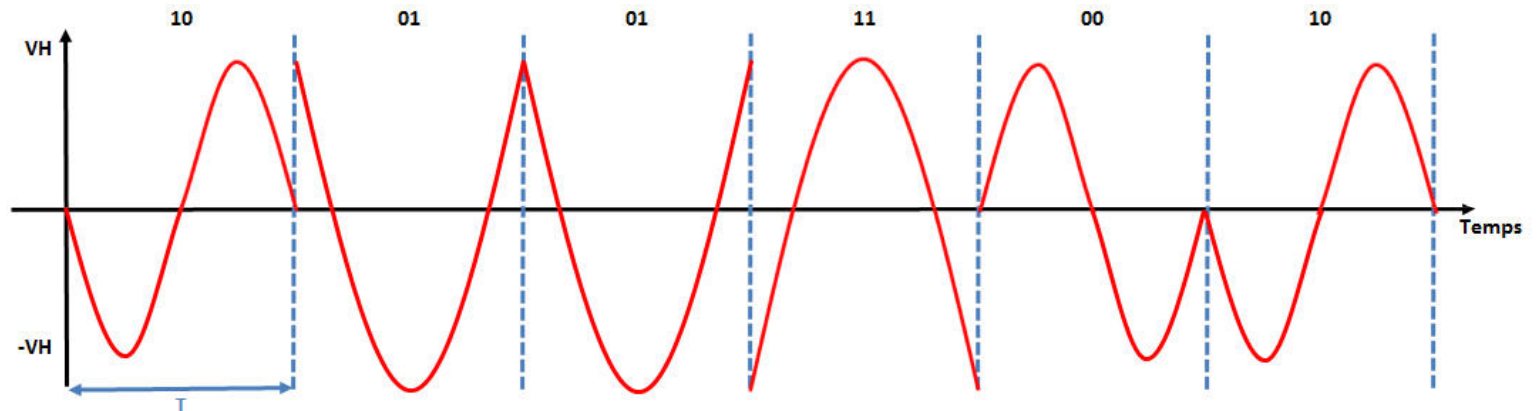
- Modulation

- Combinaison de modulations

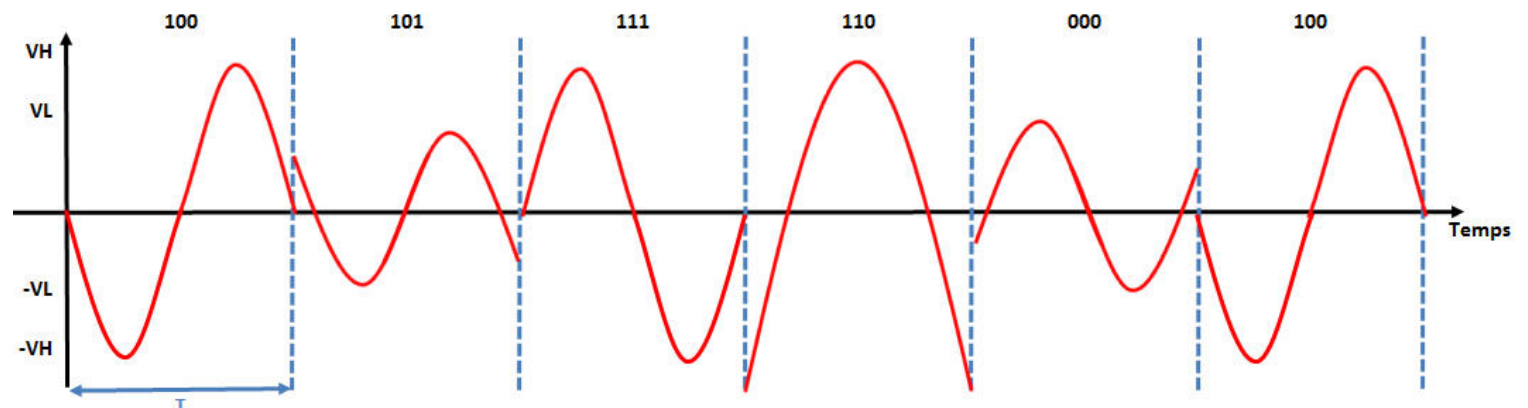
- Codage de plus d'un bit à la fois par moment élémentaire

- Utilisation de 2^n signaux différents ou combinaison de différents types de modulation :

- ❖ Modulation de phase à 4 moments (codage de 2 bits avec les combinaisons 00, 01, 10, 11)



- ❖ Modulation d'amplitude et de phase à 8 moments (codage de 3 bits avec combinaisons de 000 à 111).



- *CM 1 : Généralités Réseaux*
- CM 2 : Topologie et supports de transmission
 - TD 1 : Débit et technologie ADSL
- CM 3 : Codage des informations et contrôle d'intégrité
 - TD 2 : Codage des informations et contrôle d'intégrité CRC
- CM 4 : Modèle OSI / Ethernet
- CM 5 : Couches transport et réseau (TCP/IP)
 - TD 3 : Analyse de trames Ethernet / Adresse IP et masque de sous-réseaux
 - TD 4 : Adressage IP / Routage IP
- CM 6 : Réseaux WLAN et sécurité
 - TD 5 : Réseaux Wifi et sécurité
- CM 7 : Réseaux et bus de terrain
 - TD 6 : Réseaux et bus de terrain
 - TP 1 : Technologie ADSL
 - TP 2 : Analyse de trames et Encapsulation Ethernet
 - TP 3 : Configuration d'un réseau IP / Routage IP / Wifi
 - TP 4 : Réseaux et bus de terrain
 - TP 5 : TP Test
- CM 8 : Contrôle de connaissances