

# **Licence STS Informatique – 2<sup>ème</sup> année**

## **Module « Réseaux 2 »**

Rappels et compléments

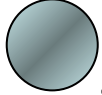
François Barrère, Emmanuel Lavinal, Cédric Teyssié

Prénom.Nom@irit.fr





# Rappels : modèle OSI



- Le modèle OSI (*Open Systems Interconnection*)
  - Modèle de référence pour l'interconnexion de systèmes ouverts normalisé par l'ISO (*International Standard Organization*)
- **Un modèle de référence...**
  - Représentation abstraite permettant d'expliquer le fonctionnement d'un système de communication réel
  - Concepts et architecture sur lesquels « tout le monde » doit s'appuyer
- **... pour l'interconnexion de systèmes ouverts**
  - favoriser l'échange d'informations entre systèmes informatiques et de télécommunications a priori hétérogènes (supports de transmission, type de liaisons, matériels, systèmes d'exploitation, ...)
- **Modèle OSI** = ensemble de définitions et de spécifications qui permettent l'interconnexion d'architectures réseaux hétérogènes

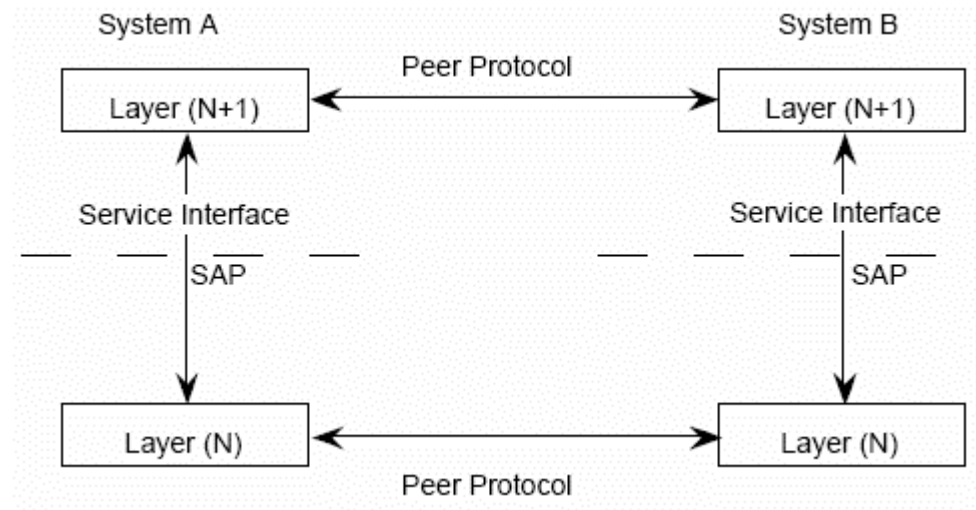




# Rappels : modèle OSI

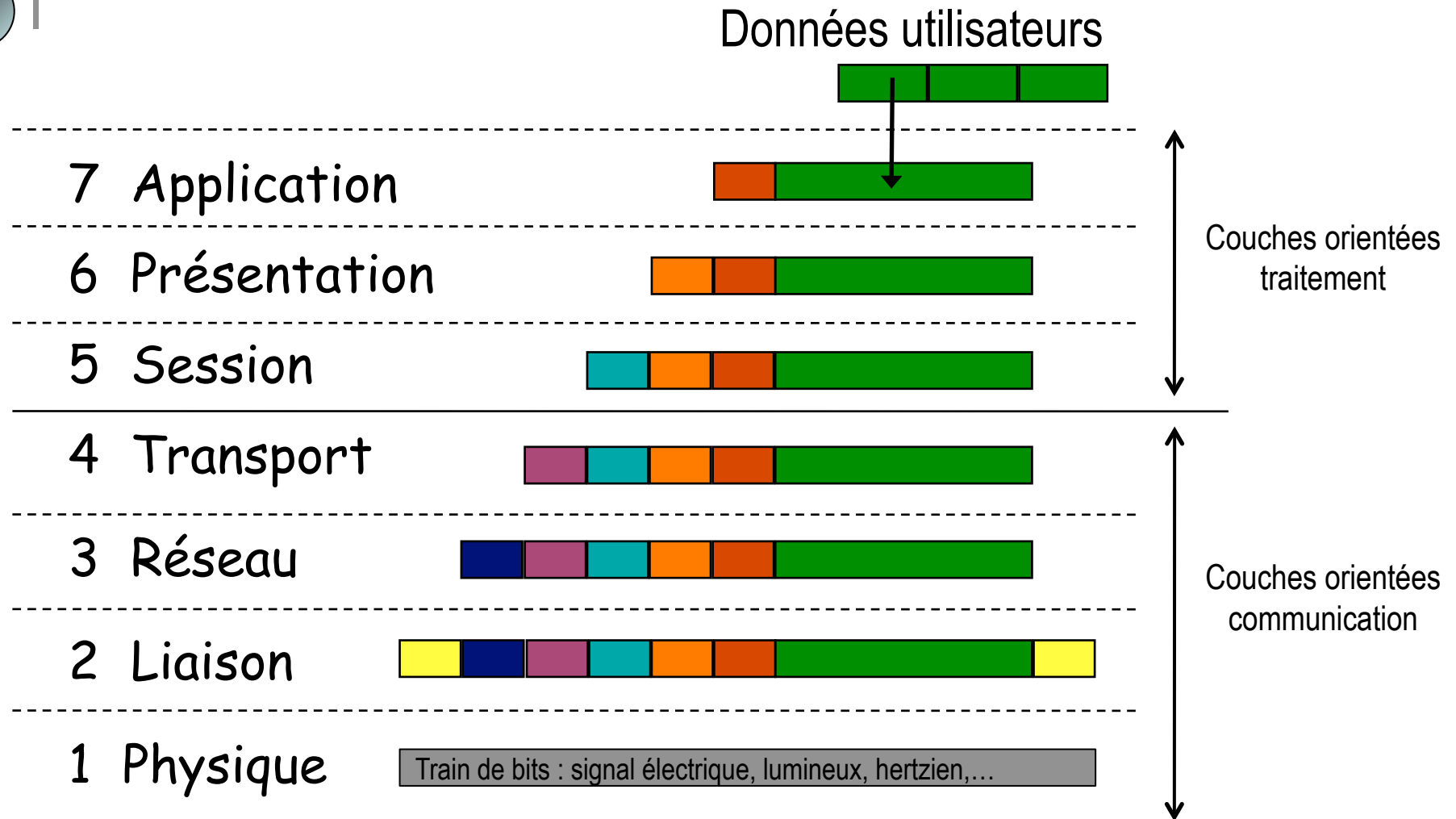
- Concepts de

- **Couche** : Abstraction d'un problème de communication
- **Service** : Chaque couche offre à sa couche adjacente supérieure un ou plusieurs services de communication
- **Protocole** : Ensemble de règles pour réaliser un service. Communication horizontale entre entités homologues





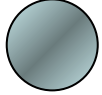
# Rappels : modèle OSI





# COUCHE PHYSIQUE

---

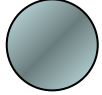


- Nature des supports de communication
- Caractéristiques des supports : notion d'analyse spectrale
- Techniques de transmissions : codage de l'information





# NATURE DES SUPPORTS

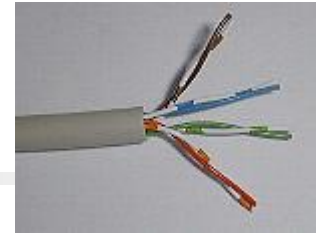


- Support **électrique** : propager une grandeur électrique
  - Câble coaxial
  - Paire torsadée
- Support **optique** : propager une onde optique
  - Fibre optique
- Support **aérien** : propager une onde électromagnétique
  - Sans fil

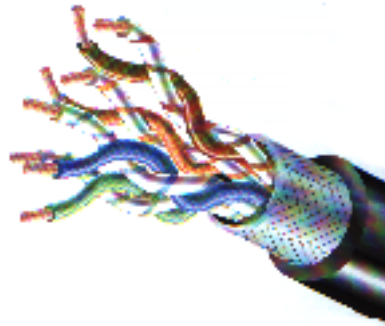




# La paire torsadée



- Paire de deux conducteurs identiques torsadés
- Câbles constitués d'une paire (ex: desserte téléphonique) ou de plusieurs paires (ex: réseaux locaux, câbles téléphoniques d'opérateurs)
- Plusieurs types de paires torsadées
  - Paires torsadées non blindées (*Unshielded Twisted Pair*)
  - Paires torsadées écrantées (*Foiled Twisted Pair*)
  - Paires torsadées blindées (*Shielded Twisted Pair*)





# Le câble coaxial



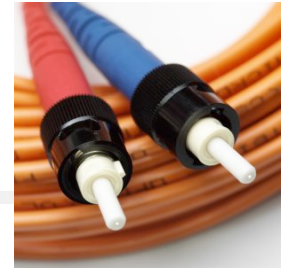
- Conducteur central rigide (en cuivre) au milieu d'un isolant, lui-même entouré d'une tresse métallique. L'ensemble est entouré d'une gaine isolante.
- Caractéristiques électriques supérieures à celles de la paire torsadée, meilleure isolation (moins de perturbations électromagnétiques)
- Types les plus répandus :
  - Câbles d'impédance  $50 \Omega$  (utilisés dans des réseaux locaux)
  - Câbles d'impédance  $75 \Omega$  (utilisés en télévision, CATV)



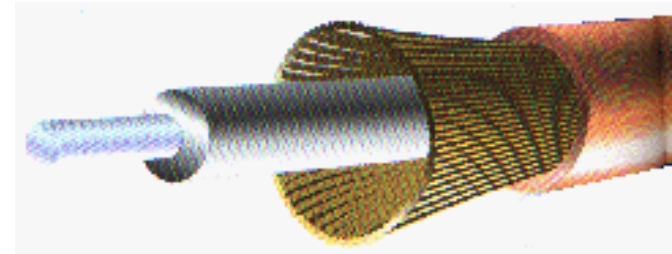




# La fibre optique

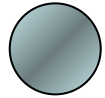


- Conducteur de lumière (fibre) véhiculant un faisceau lumineux
  - Un émetteur de lumière : diode électroluminescente (**LED**) ou diode **LASER** qui transforme les impulsions électriques en impulsions lumineuses
  - Un récepteur de lumière qui transforme les impulsions lumineuses en signaux électriques
- Système de transmission unidirectionnel
- Types de fibres
  - Multimode (*MultiMode optical Fiber*)
  - Monomode (*Single Mode optical Fiber*)
- Performances
  - Bande passante importante
  - Vitesse de propagation élevée (monomode)
  - Immunité électromagnétique
  - Faible encombrement et poids





# Supports sans fil



- Radiodiffusion
- Téléphonie cellulaire
- Liaisons satellites
- Systèmes infrarouges

Extrait du spectre radiofréquence :

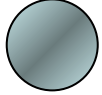
| Désignation         | Fréquence        | Longueur d'onde | Exemples                |
|---------------------|------------------|-----------------|-------------------------|
| LF (Low Frequency)  | 30 kHz à 300 kHz | 10 km à 1 km    | Radionavigation         |
| MF (Medium Freq.)   | 300 kHz à 3 MHz  | 1 km à 100 m    | Radio AM                |
| HF (High Freq.)     | 3 MHz à 30 MHz   | 100 m à 10 m    | Radio amateur, RFID     |
| VHF (Very High F.)  | 30 MHz à 300 MHz | 10 m à 1 m      | R. FM, TV, Pompiers,... |
| UHF (Ultra High F.) | 300 MHz à 3 GHz  | 1 m à 10 cm     | TNT, GSM, Wi-Fi, GPS... |





# COUCHE PHYSIQUE

---

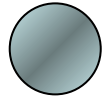


- Nature des supports de communication
- **Caractéristiques des supports : notion d'analyse spectrale**
- Techniques de transmissions : codage de l'information

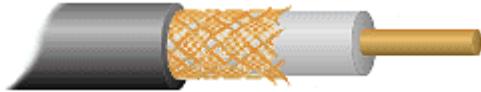




# CARACTERISTIQUES SUPPORTS



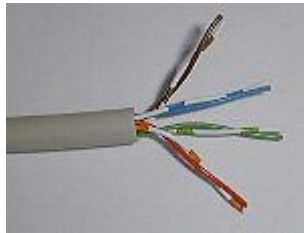
- Propagation de signaux



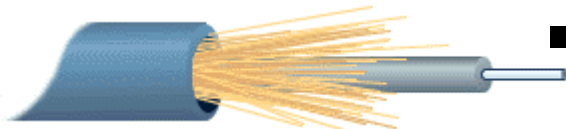
- électriques, optiques, radio



- Valeur de bande passante



- gamme de signaux transmissibles,
- limitation de la rapidité de modulation



- limitation du débit binaire

- Valeur d'affaiblissement

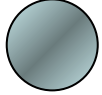
- conditionne l'éloignement maximum





# COUCHE PHYSIQUE

---

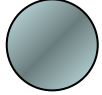


- Nature des supports de communication
- Caractéristiques des supports : analyse spectrale
- **Techniques de transmissions : codage de l'information**

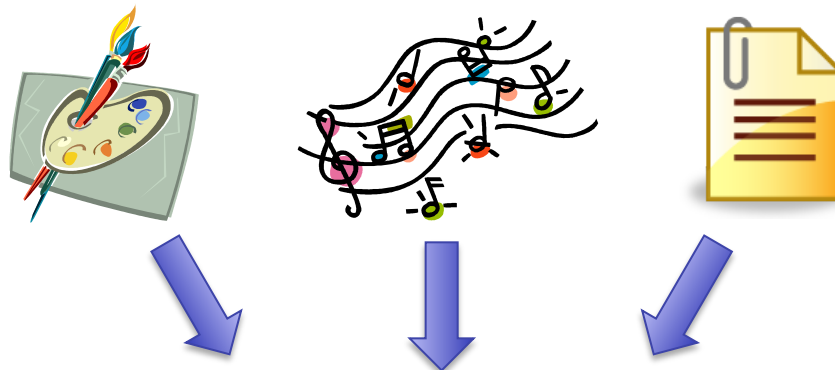




# Quelle information sur le support ?



- Attention, ne pas confondre données et signal !
- **Données :**
  - Informations véhiculant un sens
  - Flot d'information continu (ex: voix) ou binaire (ex: mp3)
- **Signaux :**
  - Représentation (électrique, électromagnétique) des données
- Convergence des données vers le tout numérique

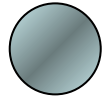


0010101111010101010011





# Codage de l'information

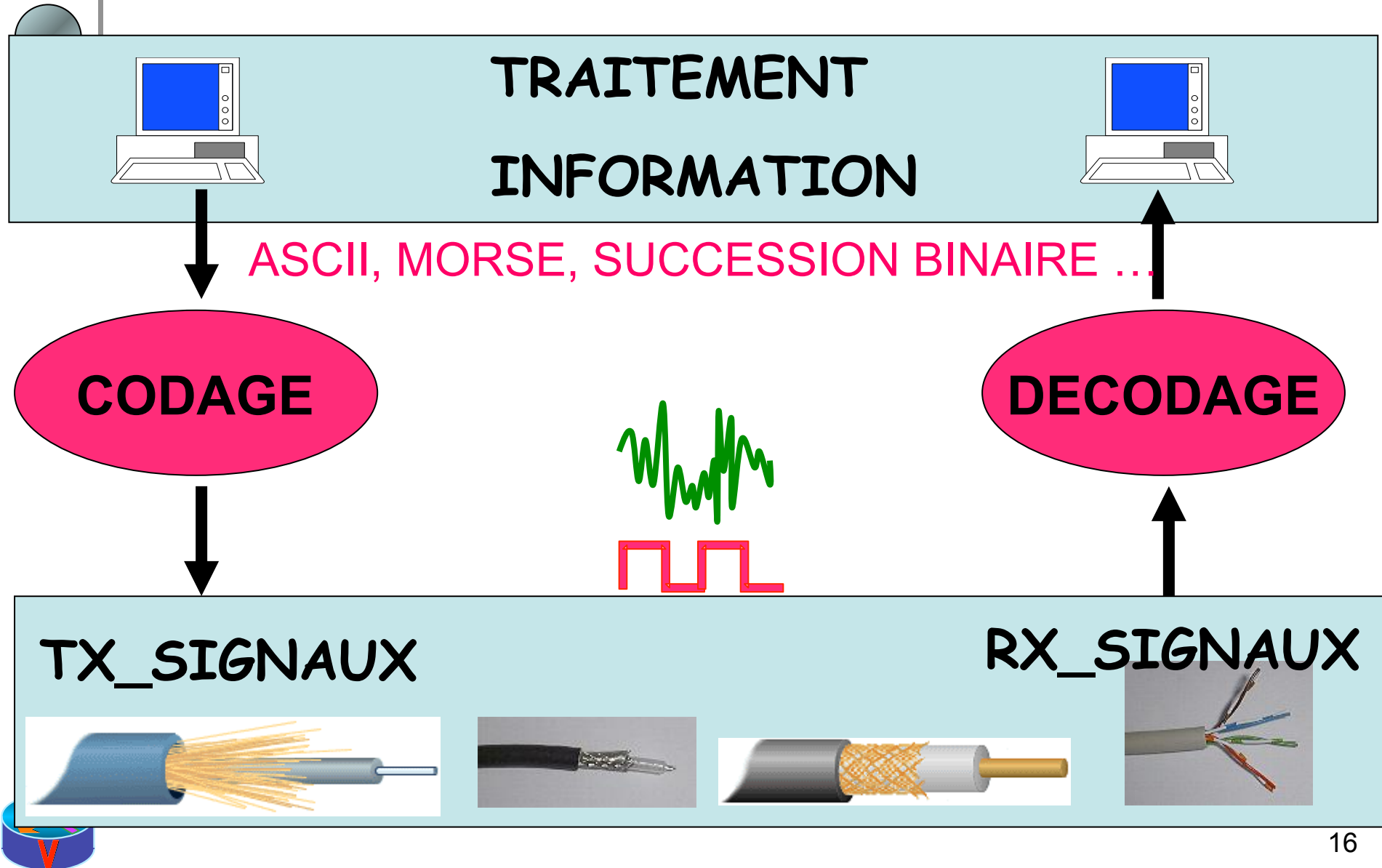


- Communication = Transmission + Compréhension
- Problème :
  - Comment « traduire » une information (texte, image, son,...) pour la transmettre sur un support ?
  - Exemples :
    - Onde acoustique en signal électrique
    - Suite de chiffres binaires en signal électrique / électromagnétique
- Techniques de codage
  - Codage source : adaptation du train binaire au contenu
  - **Codage canal** : adaptation du train binaire au support





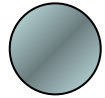
# Comment transférer l'information ?







# Transmission bande de base / large bande



- Deux types de transmission :

1. Transmission en **bande de base**

Le spectre du signal physique contient la fréquence nulle et les basses fréquences

➔ Codage en ligne

2. Transmission sur **fréquence porteuse** (~ large bande)

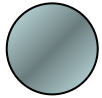
Le spectre du signal physique est dans une bande de fréquences centrée sur la fréquence porteuse

➔ Modulation (en bande transposée)

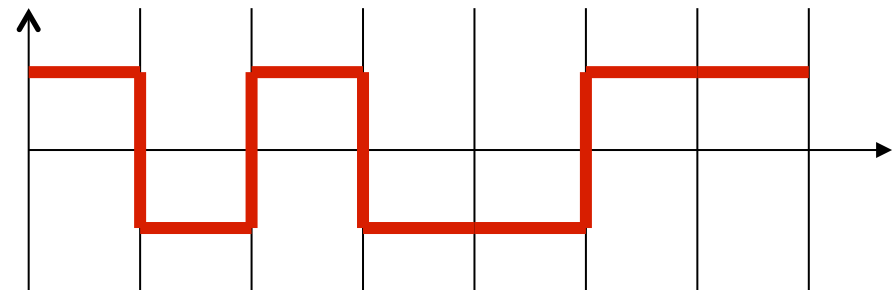
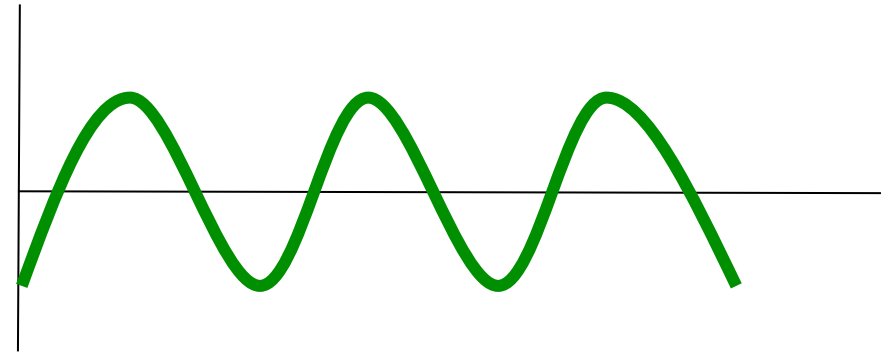




# Transmission bande de base / large bande

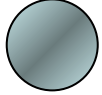


- **Transmission large bande**
  - Boucle locale
  - Modem V90/V92
  - Modem ADSL
- **Transmission bande de base**
  - Architecture système matériels
  - Réseaux LAN, MAN, WAN

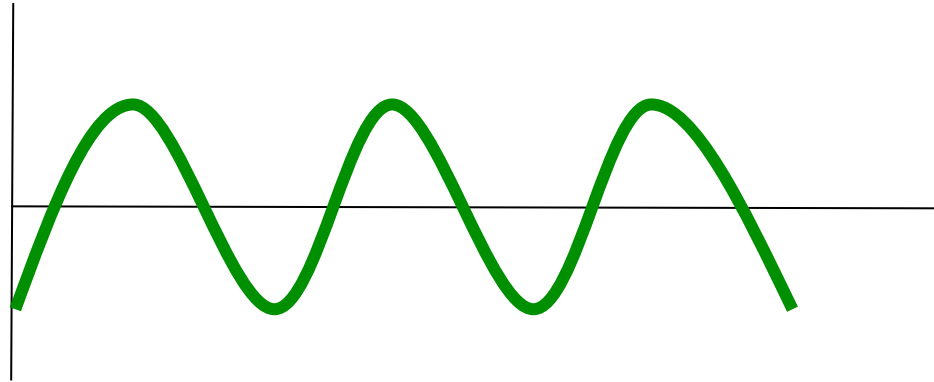




# Transmission sur fréquence porteuse



- **Modulation** d'un signal sinusoïdal



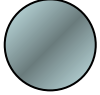
$$Y(t) = A \sin(\omega t + \Phi)$$

- Trois types de modulation :
  - Amplitude (A) : ASK (*Amplitude Shift Keying*)
  - Fréquence ( $\omega/2\pi$ ) : FSK (*Frequency Shift Keying*)
  - Phase ( $\Phi$ ) : PSK (*Phase Shift Keying*)

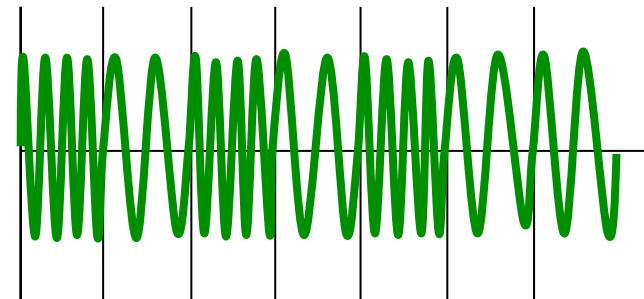
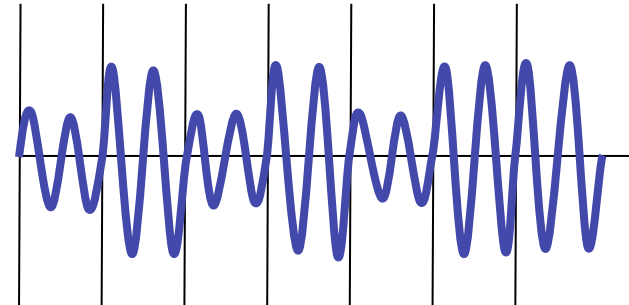
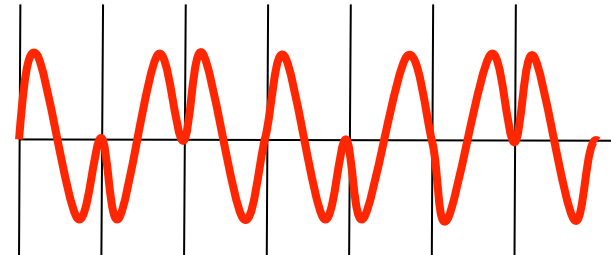




## Transmission sur fréquence porteuse (2)

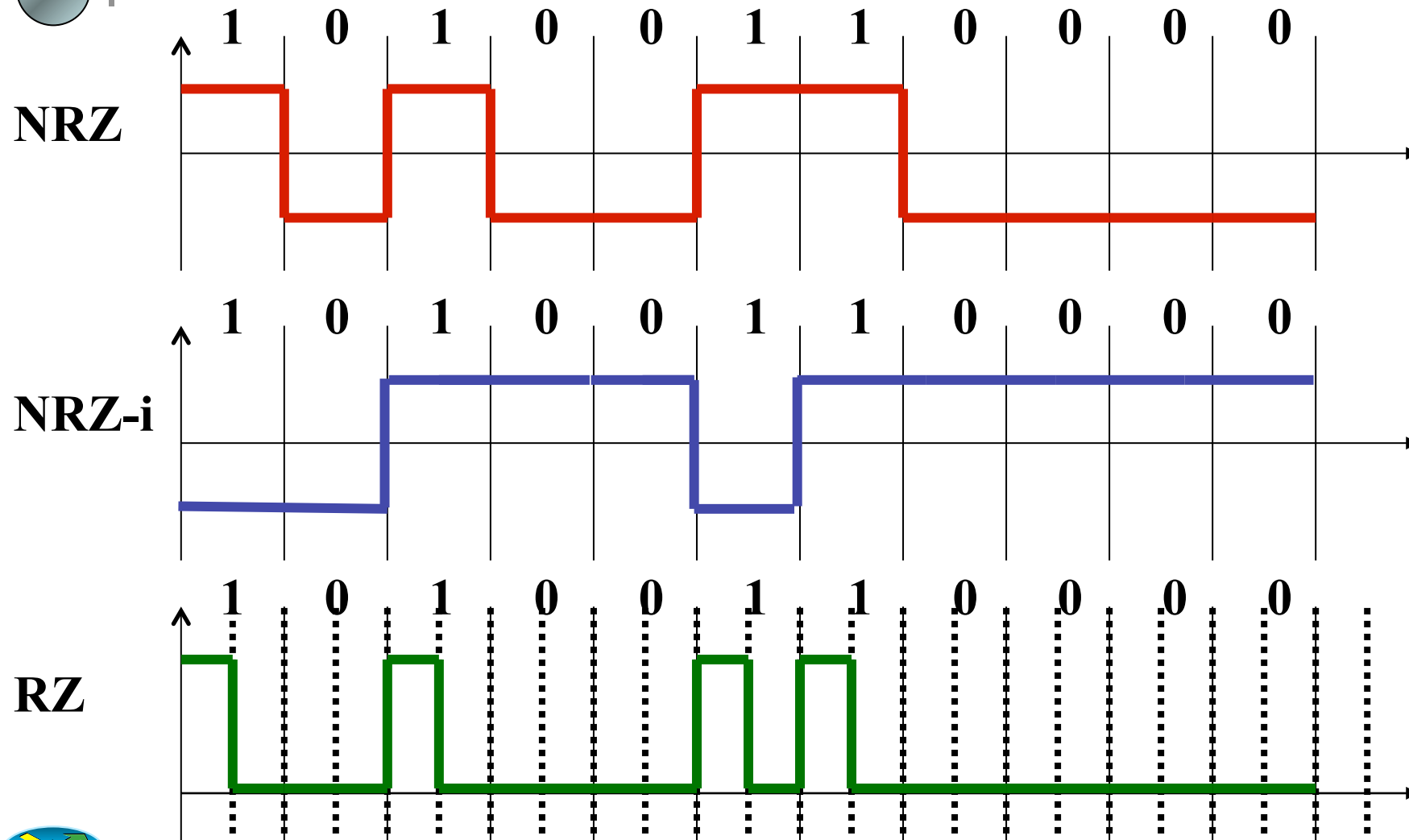
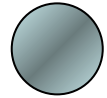


- Modulation de *phase*
- Modulation *amplitude*
- Modulation *fréquence*



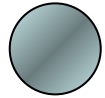


# Transmission en bande de base : codes en ligne

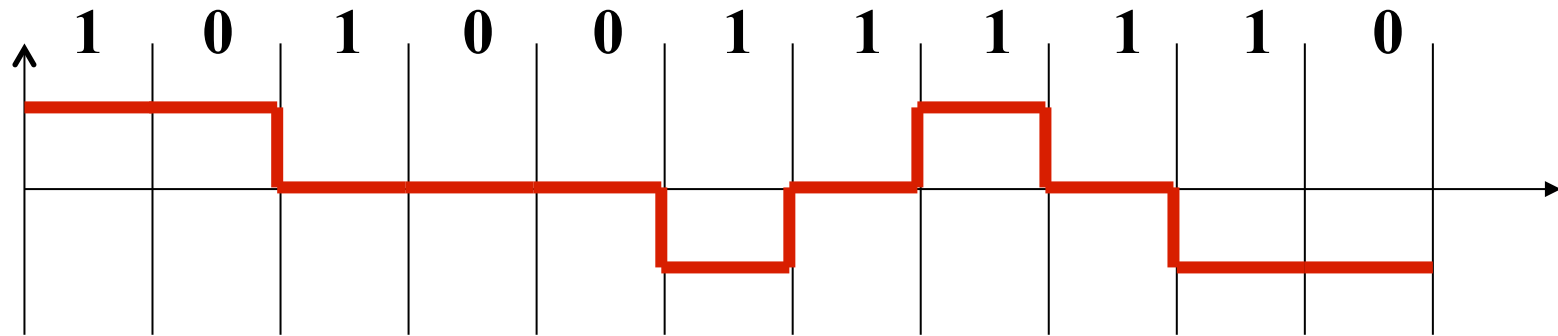




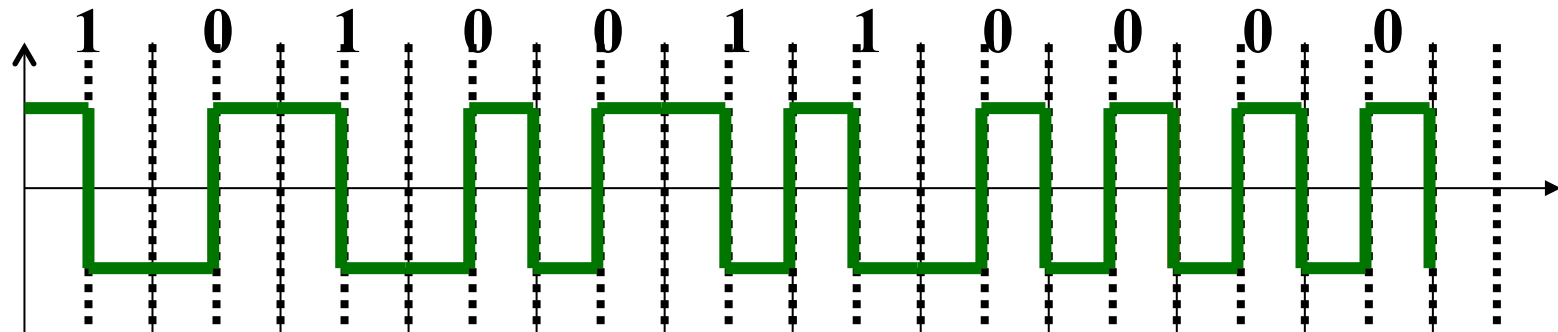
# Transmission en bande de base : codes en ligne



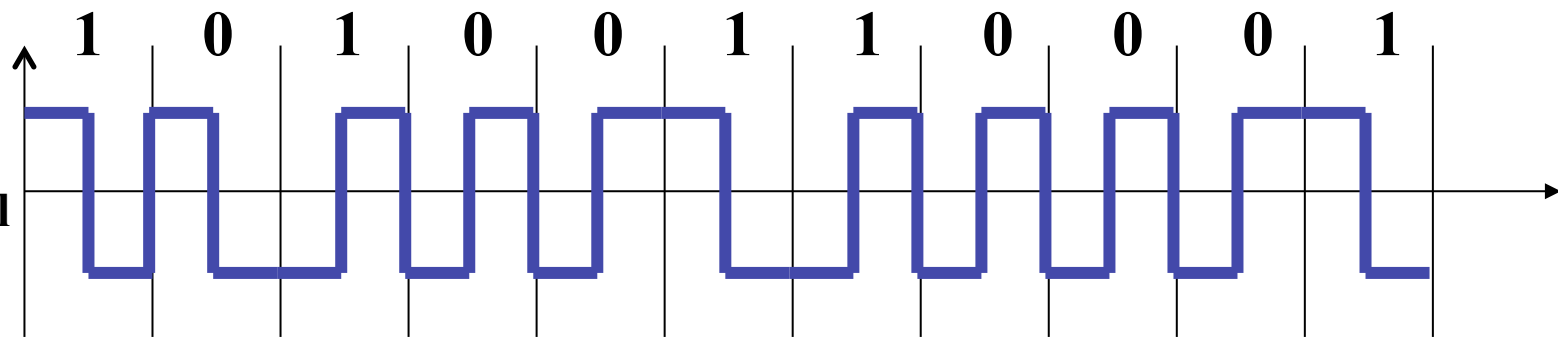
MLT3



Biphase

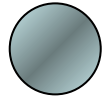


Biphase  
différentiel



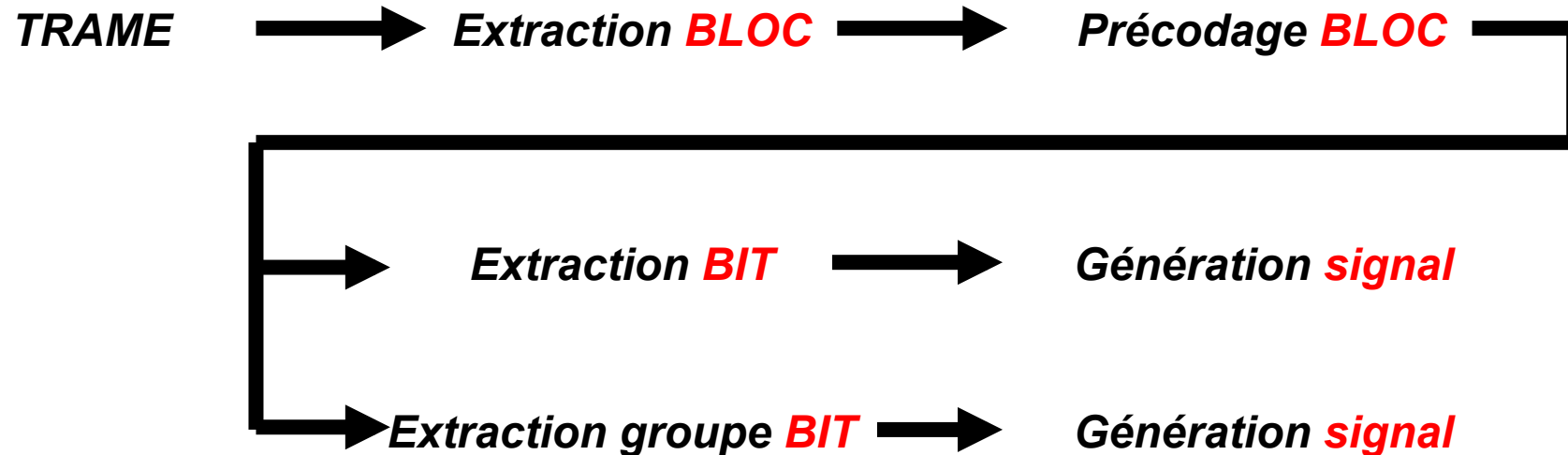


# Complexité du processus de codage



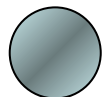
TRAME → Extraction **BIT** → Génération **signal**

TRAME → Extraction **BLOC** → Génération **signal**





# Précodage 4B/5B



- Principe de fonctionnement
  - Une séquence binaire de 4 bits est remplacée par une combinaison de 5 bits

| Donnée (Hexa) | Donnée binaire | Symbole 4B/5B | Donnée (Hexa) | Donnée binaire | Symbole 4B/5B |
|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| 0             | 0000           | 11110         | 8             | 1000           | 10010         |
| 1             | 0001           | 01001         | 9             | 1001           | 10011         |
| 2             | 0010           | 10100         | A             | 1010           | 10110         |
| 3             | 0011           | 10101         | B             | 1011           | 10111         |
| 4             | 0100           | 01010         | C             | 1100           | 11010         |
| 5             | 0101           | 01011         | D             | 1101           | 11011         |
| 6             | 0110           | 01110         | E             | 1110           | 11100         |
| 7             | 0111           | 01111         | F             | 1111           | 11101         |

Symboles de contrôle :

|      |       |   |       |
|------|-------|---|-------|
| Idle | 11111 |   |       |
| J    | 11000 | K | 10001 |
| T    | 01101 | R | 00111 |







# Codage 8B/6T

- Principe de fonctionnement
  - Association à chaque octet de 6 signaux ternaires

| DATA /Non DATA |
|----------------|
| Octet 0        |
| Octet 1        |
| Octet 2        |
| ....           |
| ....           |
| ....           |
| ....           |
| ....           |
| ....           |
| ....           |

| Valeur des signaux |                |                |                |                |                |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| S5                 | S4             | S3             | S2             | S1             | S0             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V1             | V1             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V1             | V2             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V1             | V3             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V2             | V1             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V2             | V2             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V2             | V3             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V3             | V1             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V3             | V2             |
| V1                 | V1             | V1             | V1             | V3             | V3             |
| ...                | ...            | ...            | ...            | ...            | ...            |
| 3 <sup>6</sup>     | 3 <sup>5</sup> | 3 <sup>4</sup> | 3 <sup>3</sup> | 3 <sup>2</sup> | 3 <sup>1</sup> |

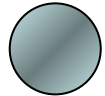
## Combinaisons possibles

|                |     |
|----------------|-----|
| 3 <sup>1</sup> | 3   |
| 3 <sup>2</sup> | 9   |
| 3 <sup>3</sup> | 27  |
| 3 <sup>4</sup> | 81  |
| 3 <sup>5</sup> | 243 |
| 3 <sup>6</sup> | 729 |





# Codage 8B/6T



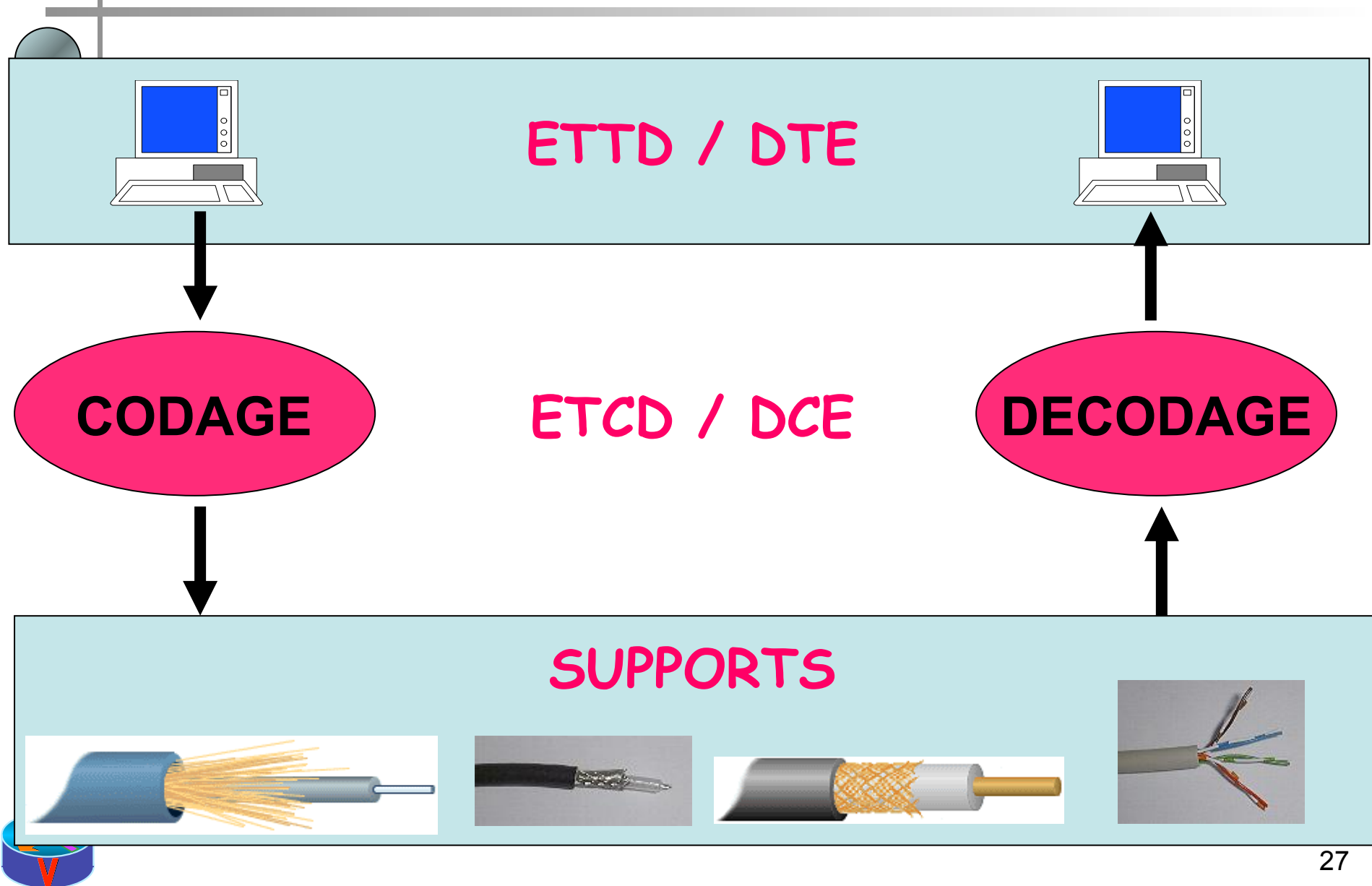
## Symboles ternaires associés aux octets

|           |               |      |        |           |               |           |                |
|-----------|---------------|------|--------|-----------|---------------|-----------|----------------|
| 00        | -+00-+        | 40   | -00+0+ | 80        | -00+-+        | C0        | -+0+-+         |
| <b>01</b> | <b>0-+-+0</b> | 41   | 0-00++ | 81        | 0-0-++        | C1        | 0-+-++         |
| 02        | 0-+0-+        | 42   | 0-0+0+ | 82        | 0-0+-+        | C2        | 0-++-+         |
| 03        | 0-++0-        | 43   | 0-0++0 | 83        | 0-0++-        | <b>C3</b> | <b>0-++++-</b> |
| 04        | -+0+0-        | 44   | -00++0 | 84        | -00++-        | C4        | -+0++-         |
| 05        | +0--+0        | 45   | 00-0++ | 85        | 00--++        | C5        | +0--++         |
| 06        | +0-0-+        | 46   | 00-+0+ | 86        | 00-+-+        | C6        | +0-+-+         |
| 07        | +0-+0-        | 47   | 00-++0 | 87        | 00-++-        | C7        | +0-++-         |
| 08        | -+00+-        | 48   | 00+000 | 88        | -000+0        | C8        | -+00+0         |
| 09        | 0-++-0        | 49   | ++-000 | 89        | 0-0+00        | C9        | 0-++00         |
| 0A        | 0-+0+-        | 4A   | +--000 | <b>8A</b> | <b>0-00+0</b> | CA        | 0-+0+0         |
| 0B        | 0-+-0+        | 4B   | -++000 | 8B        | 0-000+        | CB        | 0-+00+         |
| 0C        | -+0-0+        | 4C   | 0+-000 | 8C        | -0000+        | CC        | -+000+         |
| 0D        | +0-+-0        | 4D   | +0-000 | 8D        | 00-+00        | CD        | +0-+00         |
| 0E        | +0-0+-        | 4E   | 0-+000 | 8E        | 00-0+0        | CE        | +0-0+0         |
| ....      | .....         | .... | .....  | ....      | .....         | ....      | .....          |





# Comment transférer l'information ?





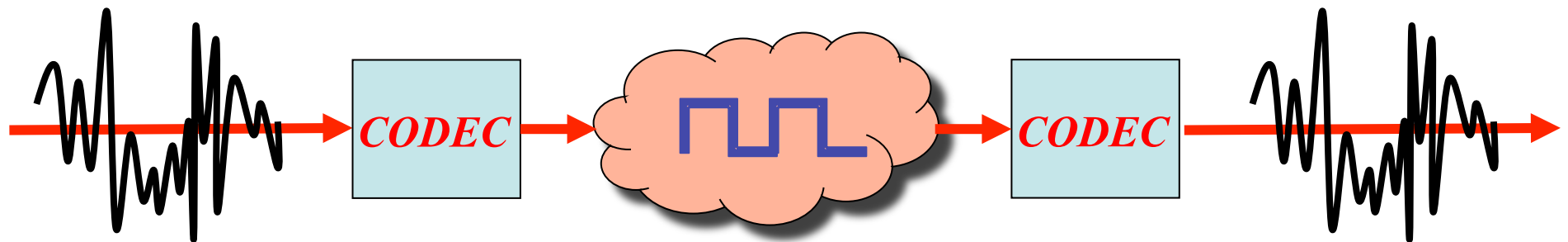
# Transférer des informations à distance



*SOURCE*

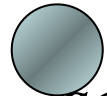
*TRANSPORT*

*PUITS*





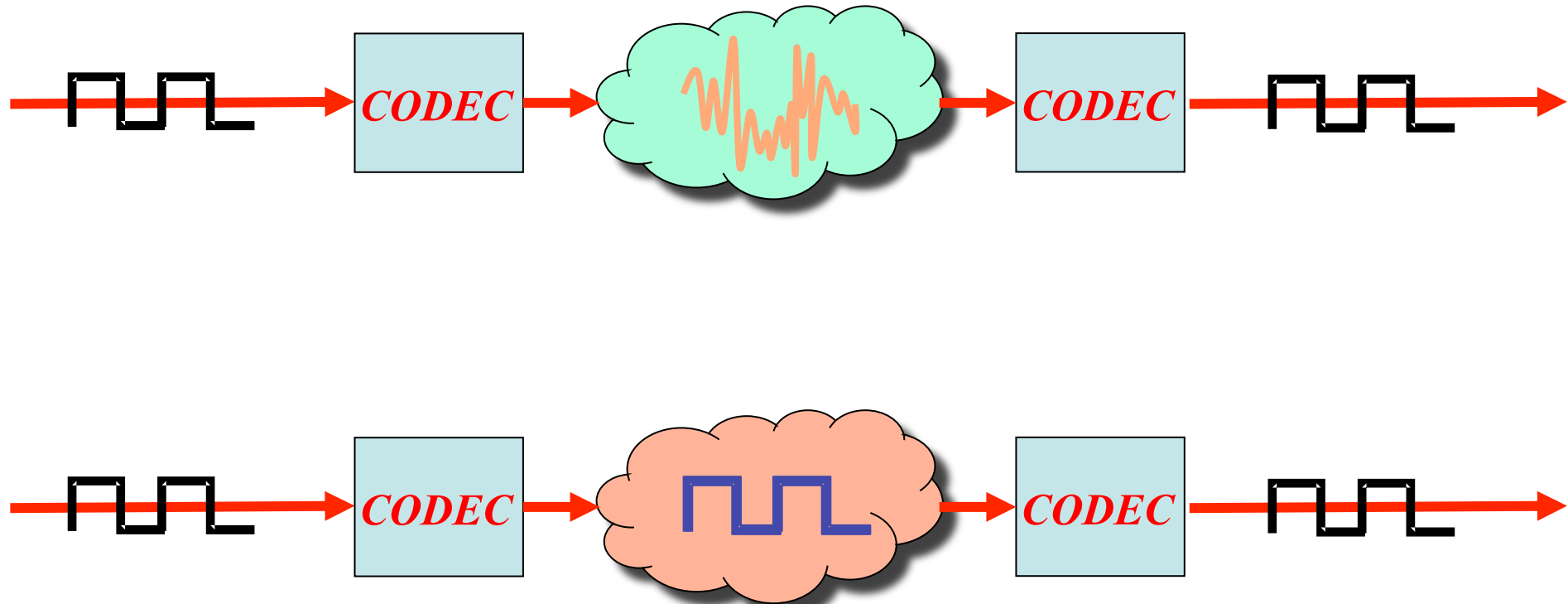
# Transférer des informations à distance



*SOURCE*

*TRANSPORT*

*PUITS*





# Exemple du réseau téléphonique (RTC)

