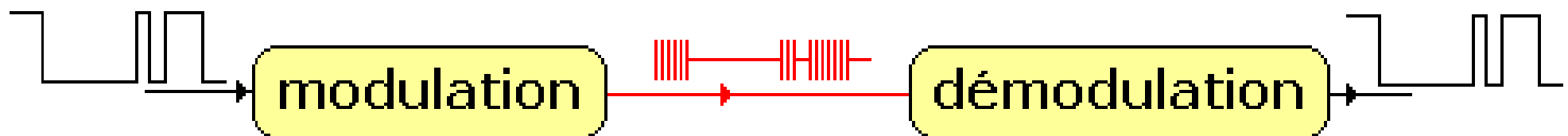


Divers procédés de modulation sont utilisés dans le domaine **hertzien** et dans le domaine **câblé** pour transporter les informations numériques

Ces techniques permettent la transmission sur de **grandes distances** et l'**augmentation du débit** par l'utilisation simultanée de plusieurs canaux sur un même support

La modulation consiste à transporter le **signal utile** à l'aide d'un autre signal appelé **porteuse** de fréquence plus élevée

La démodulation réceptionne le **signal utile** en le séparant de sa **porteuse**



D'autre part, le **transport de la voix** sur les réseaux modernes implique la transformation du signal analogique en numérique

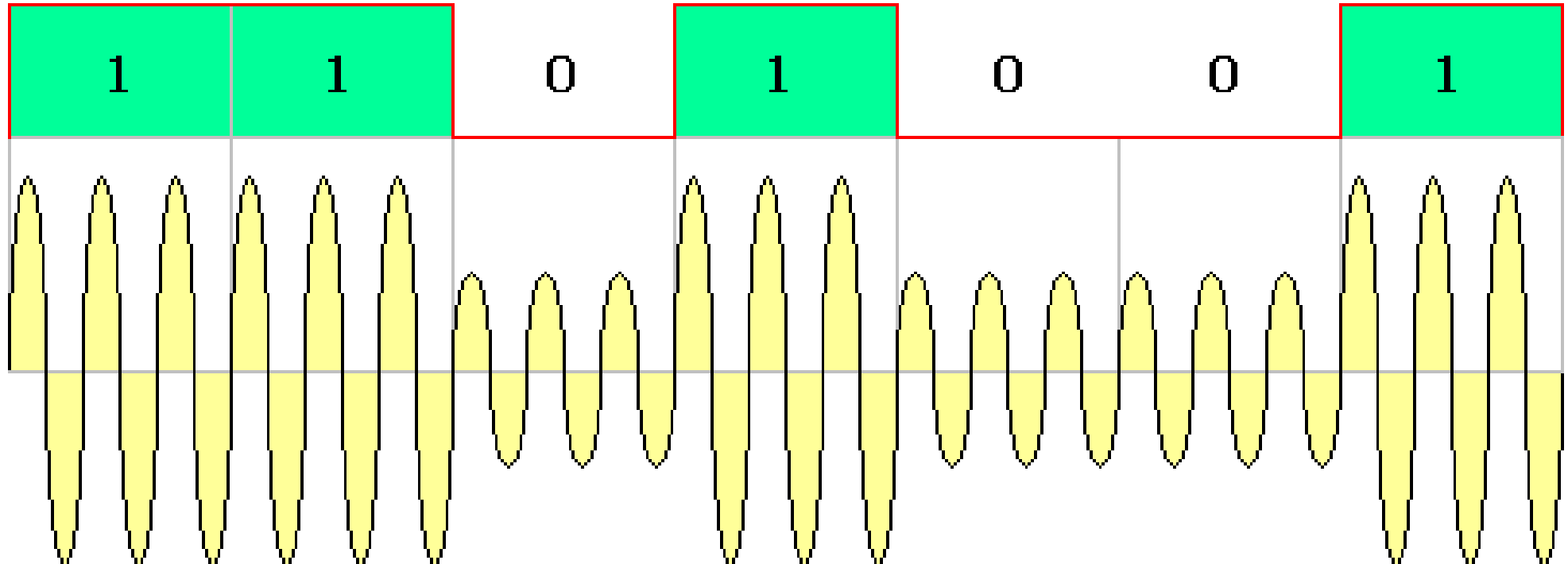
Le flux "voix" est ensuite découpé en fragments de taille réduite, compressé (**codecs**), puis transporté dans une **trame IP** (téléphonie IP)

La télévision par IP utilise les mêmes principes de compression et de transport

## Modulation d'amplitude

### ASK : Amplitude Shift Keying

Dans l'exemple ci-dessous  
la porteuse est multipliée par 1  
si le bit à transmettre est 1  
ou par 0,5 si le bit à transmettre est 0



## Modulation d'amplitude

### OOK : On Off Keying

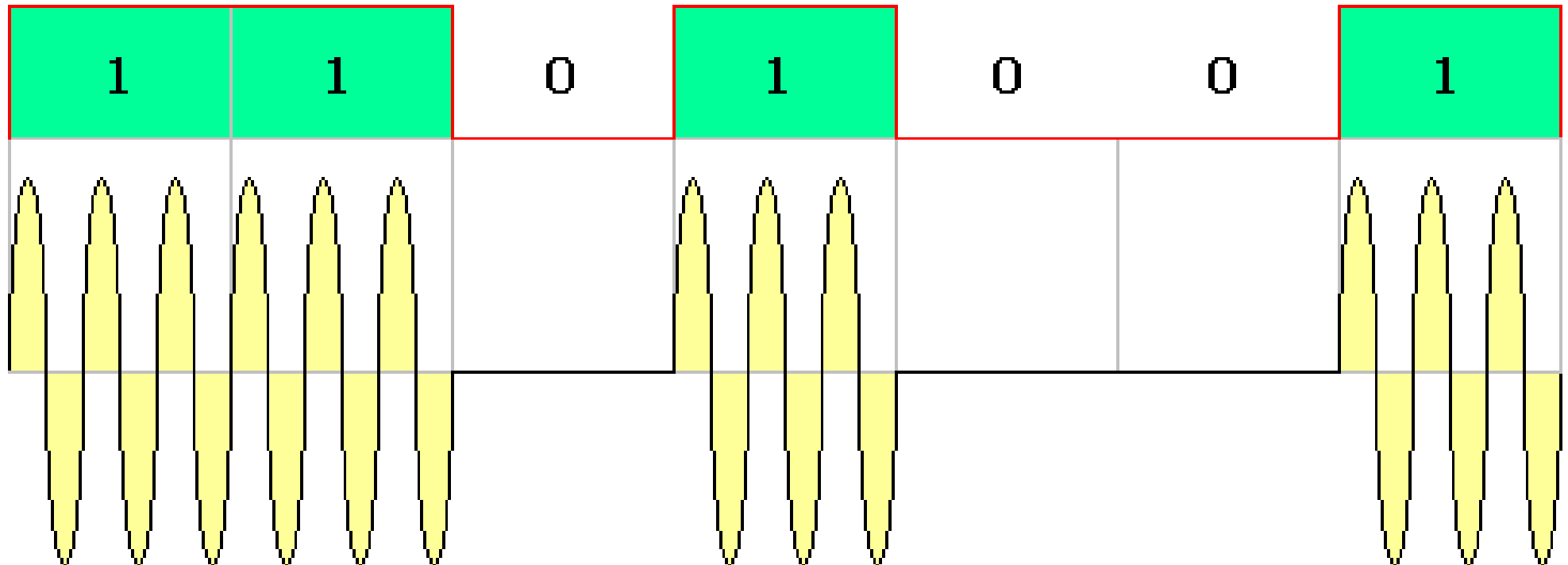
C'est une modulation tout ou rien

Dans l'exemple ci-dessous

la porteuse est multipliée par 1

si le bit à transmettre est 1

ou par 0 si le bit à transmettre est 0



## Modulation de phase

**PSK : Phase Shift Keying**

**BPSK : Binary Phase Shift Keying**

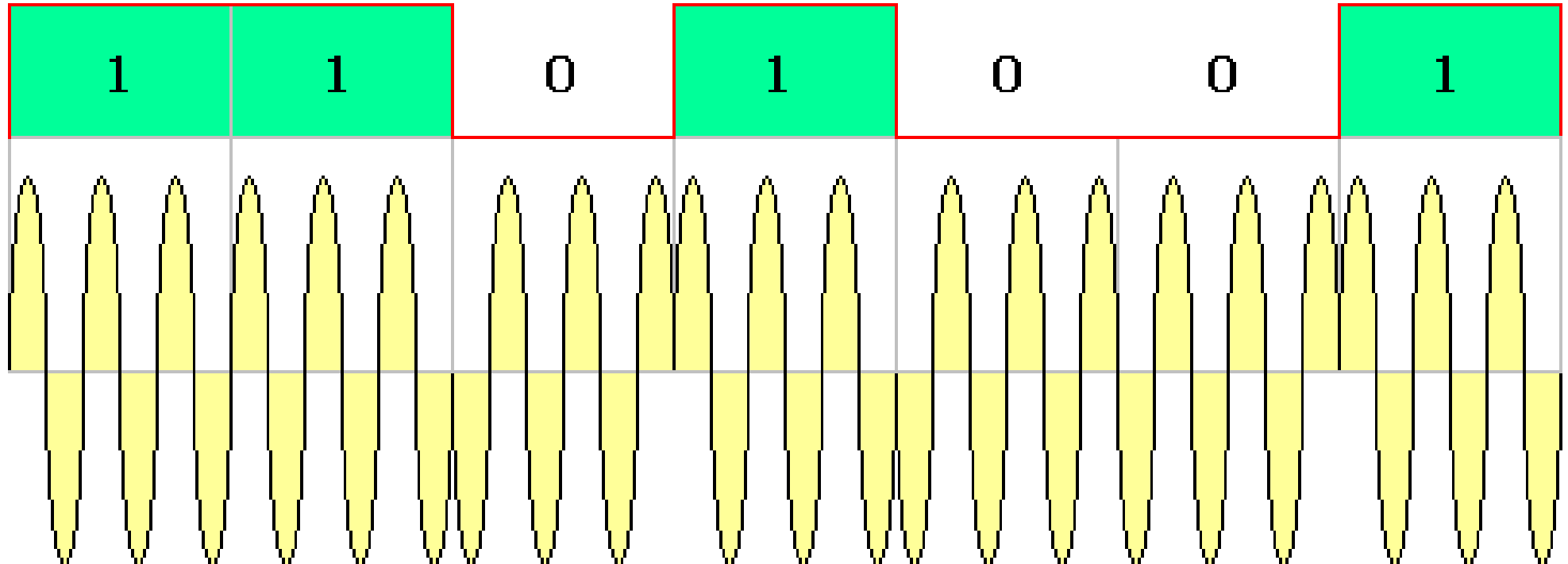
**Dans l'exemple ci-dessous**

**la porteuse est multipliée par 1**

**si le bit à transmettre est 1**

**ou par -1 si le bit à transmettre est 0**

**ce qui correspond à un déphasage de 180°**



## Modulation de fréquence

### FSK : Frequency Shift Keying

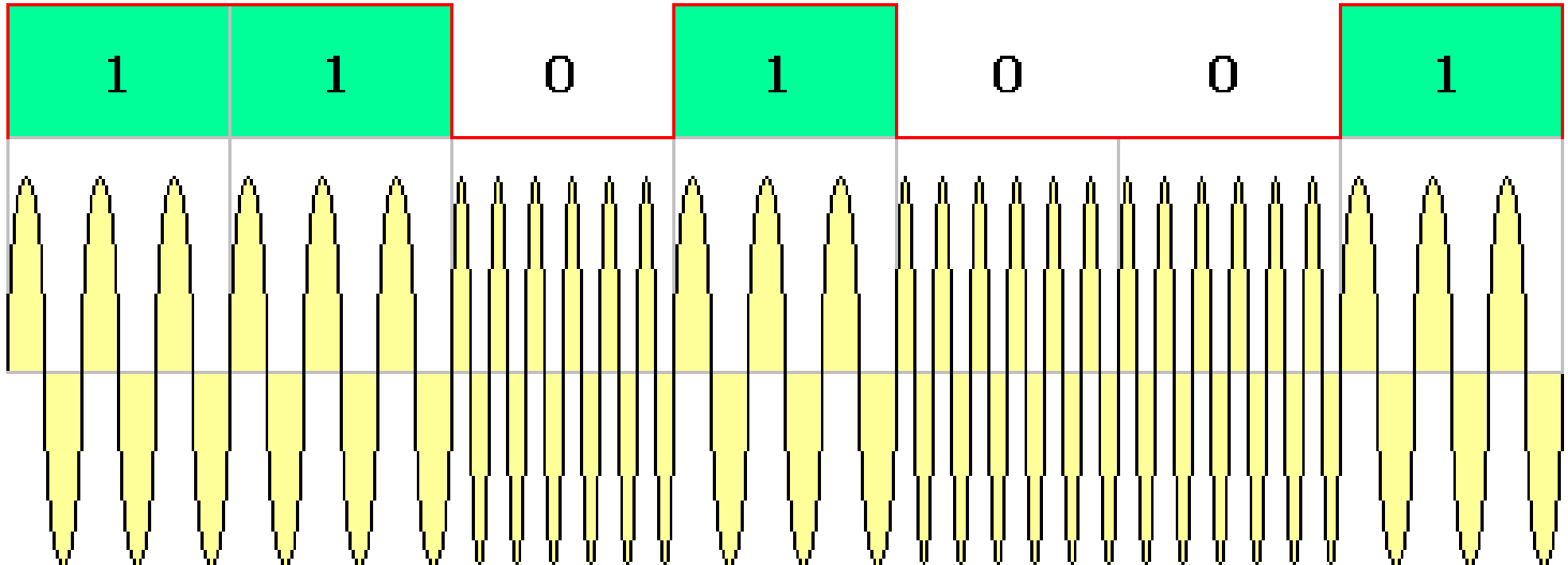
Dans l'exemple ci-contre

la porteuse a une fréquence  $F_1$

si le bit à transmettre est 1

et  $F_0 = 2 \times F_1$  si le bit à transmettre est 0

Dans le cas du Minitel (V23) :  $F_0 = 2100 \text{ Hz}$   $F_1 = 1300 \text{ Hz}$



## Modulation QAM

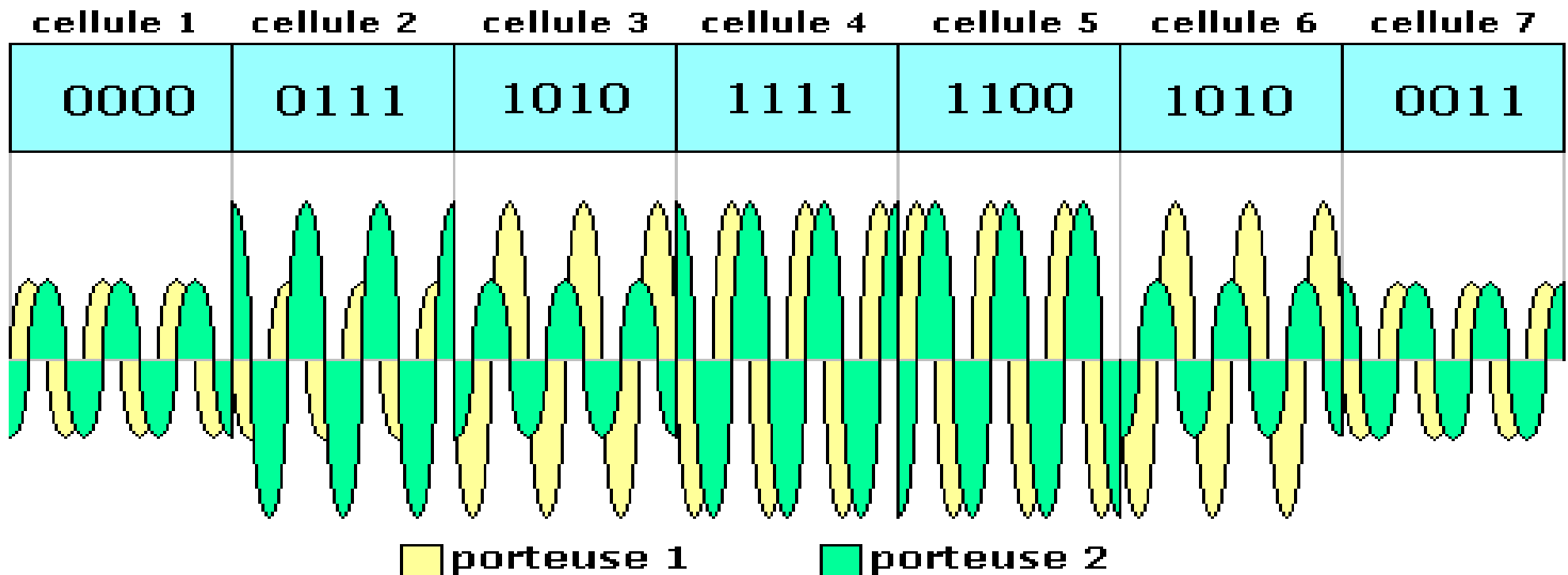
### QAM : Quadrature Amplitude Modulation

C'est l'association d'une modulation d'amplitude et de phase  
2 porteuses de même fréquence sont déphasées de  $90^\circ$

La modulation d'amplitude se fait sur 2 niveaux (par exemple 1 et 0,5)  
Chaque porteuse peut avoir un déphasage  $0^\circ$  ou  $180^\circ$

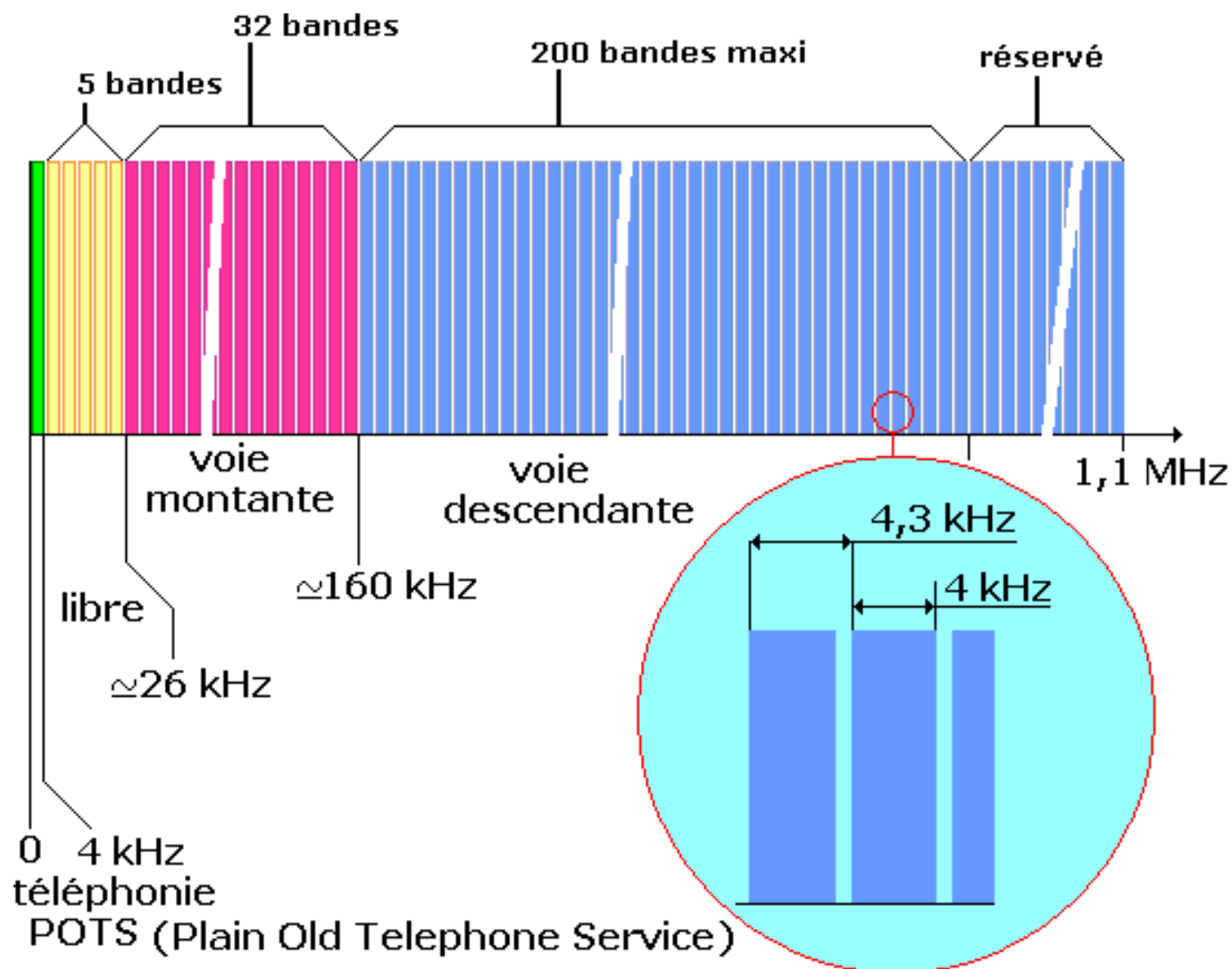
et peut transporter 4 informations différentes (soit 2 bits) par cellule

Les deux porteuses peuvent transporter 4 bits (16 informations différentes) par cellule d'où le nom de QAM 16 (QAM 64, QAM 128...)



## Modulation DTM

### DMT : Discrete Multi Tone



Dans la technologie ADSL la modulation divise la bande passante en 256 canaux (bandes) de 4 kHz espacés de 300 Hz

Chaque canal modulé par une méthode QAM transporte une partie du signal à transmettre

Le premier canal transporte la voix (POTS)

Une bande libre de 5 canaux permet la séparation des signaux voix et données par mise en place d'un filtre sur chaque prise téléphonique

Suivent ensuite les bandes d'émission (voie montante) et de réception (voie descendante)

## Modèle TCP/IP

**Le modèle TCP/IP comporte 4 couches qui peuvent chacune utiliser différents protocoles :**

- **accès réseau (Ethernet, PPP, Token ring...)**
- **Internet (IP, ARP...)**
- **transport (TCP, UDP...)**
- **application (SMTP, POP, FTP, HTTP, SIP...)**

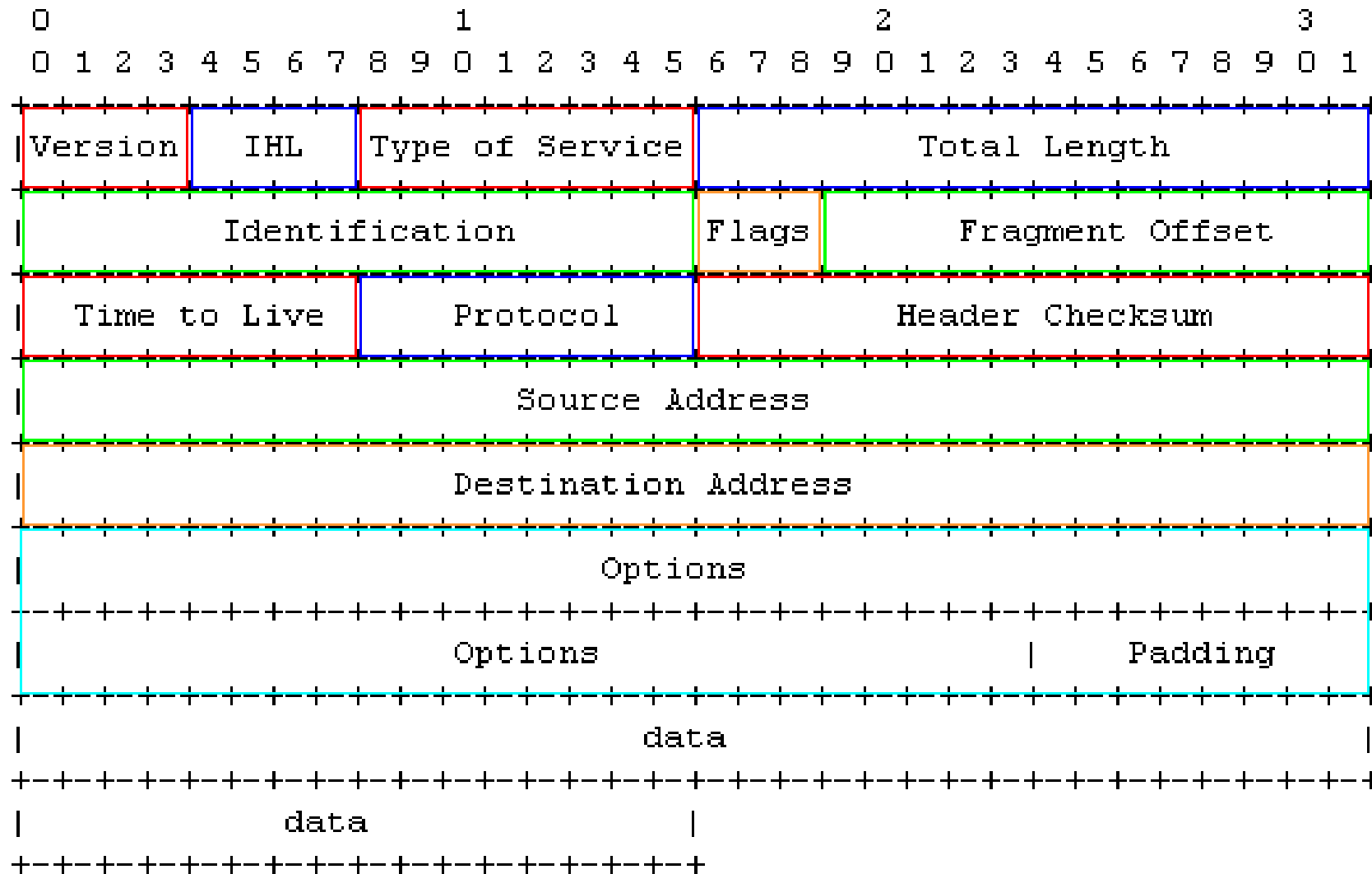
## Trame IP

Le protocole IP fait partie de la couche **Internet**  
Une **trame IP** est constituée d'un **entête** suivi des données (**data**)

Cette trame IP est ensuite encapsulée dans un protocole **transport** de plus haut niveau (TCP, UDP...) lui-même encapsulé dans un protocole **application** (SIP\* pour la téléphonie sur IP...)

\***SIP** (Session Initiation Protocol) est un protocole standard et ouvert de **VoIP** (Voice Over IP) indépendant du protocole de transport

## Détail d'une trame IP



## Formats audio et vidéo

Le transport du son et de l'image implique la compression des données par la machine émettrice

A la réception, les données sont décompressées sur l'hôte

C'est le rôle des **codecs** (codeur-décodeur) : ils encodent les flux pour la transmission, le stockage ou le cryptage et ils décodent ces flux pour l'édition ou le visionnage. Le but premier des codecs est de pouvoir traiter un maximum de données avec un minimum de ressources. Ils sont utilisés pour des applications comme la téléphonie ou la télévision

Exemple de codecs vidéo :

MPEG - DivX - XviD (libre) - Theora (libre)

Exemple de codecs audio :

MP3 - Vorbis (libre) - G711, G723, G726, G729

## Fonctionnement d'un codec audio

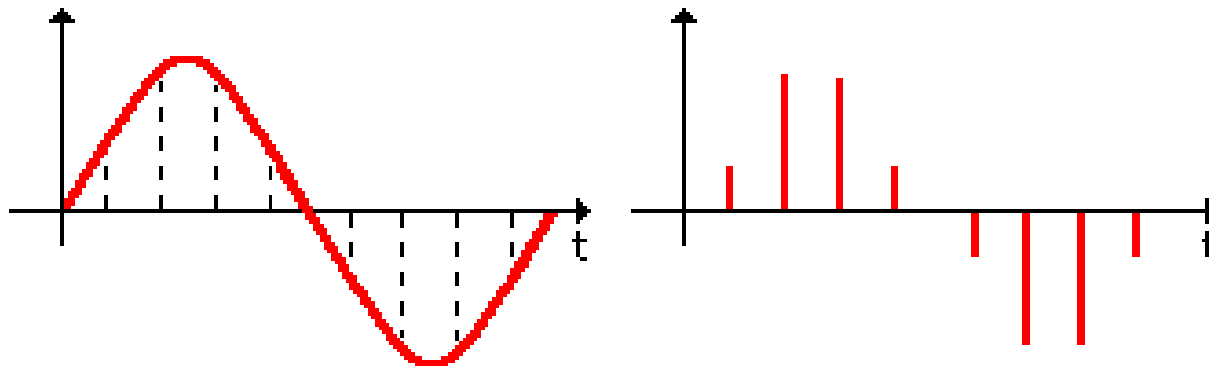
**G711** est une norme de compression audio de l' **UIT** (Union Internationale des Télécommunications)

Ce codec utilise la **MIC** (Modulation par Impulsions Codées) ou **PCM** (Pulse Coded Modulation)

### Quantification

La quantification est le processus qui permet d'associer des valeurs discrètes, aux amplitudes des échantillons obtenus dans le processus d'échantillonnage

Elle se fait sur **8 bits** dans le codec G711



## Fonctionnement d'un codec audio

La fréquence d'échantillonnage doit être d'au moins  $2 \times f$  soit 7 kHz (en téléphonie, la bande passante est limitée à 3500 Hz)

La fréquence d'échantillonnage est de **8 kHz** dans le codec G711

Dans le cas d'une quantification linéaire, on utilise un certain nombre de valeurs discrètes (256 valeurs, soit 8 bits pour le G711) pour représenter approximativement l'amplitude des échantillons

Le processus de quantification introduit donc nécessairement une erreur, d'autant plus grande relativement, que l'amplitude de l'échantillon est faible

Dans le cas d'une quantification non linéaire, les intervalles de valeurs discrètes sont d'autant plus larges que la valeur du signal est faible : c'est le cas du **codage logarithmique** utilisé dans le codec G711

## Codage logarithmique

Le codec **G711** utilise une loi de codage (**A-law**) de type logarithmique

Cette technique de codage a été développée car l'oreille fait la différence entre deux sons correspondant à 0,3V et 0,4V mais ne fait pas la différence entre deux sons correspondant à 4,3V et 4,4V

La loi A utilise 16 segments distribués comme ci-contre

