

# Communication Numérique

## Modulations Numériques avancées

Yoann Morel

<http://xymaths.free.fr/Signal/Communication-Numerique-cours-TP.php>

- 1 Les techniques xDSL
- 2 Multiplexage
- 3 Modulation DMT
- 4 Modulation DWMT

1 Les techniques xDSL

2 Multiplexage

3 Modulation DMT

4 Modulation DWMT

Les techniques xDSL sont nées de l'observation qu'une ligne téléphonique possède une bande passante de d'environ 1 MHz, tandis que seule une largeur de bande de 4 kHz est utilisée pour les communications téléphoniques.

Les techniques xDSL proposent donc d'utiliser cette large bande passante disponible ; son utilisation reposant sur un multiplexage fréquentiel.

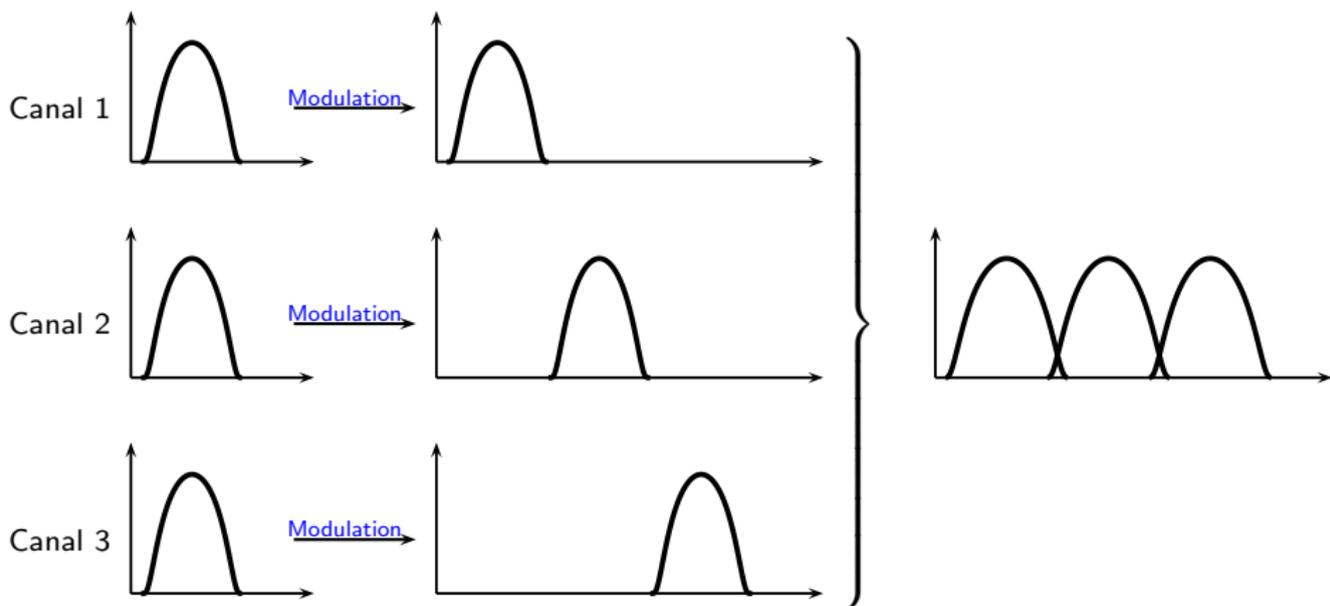
Plus généralement, les techniques xDSL (Digital Subscriber Line) ont pour objectif d'accroître le débit d'une ligne de transmission (en particulier sur paire torsadée dans les réseaux de télécommunications existants).

Désignation	Signification	Débit
DSL	Digital Subscriber Line	160 kbit/s
SDSL et HDSL	High data rate Digital Subscriber Line	1,544 Mbits/s à 2,048 Mbits/s
ADSL	Asymetric Digital Subscriber Line	1,5 à 9 Mbits/s descendant 16 à 640 kbits/s montant
VDSL	Very high data rate Digital Subscriber Line	13 à 52 Mbits/s descendant 1,5 à 2,3 Mbits/s montant

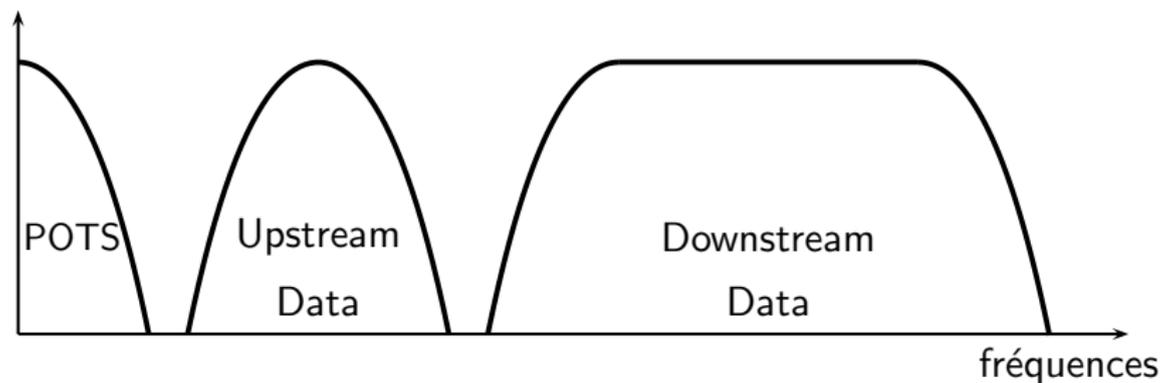
- 1 Les techniques xDSL
- 2 Multiplexage**
- 3 Modulation DMT
- 4 Modulation DWMT

Le multiplexage fréquentiel (**FDM**, *Frequency Division Multiplexing*) consiste à partager la bande de fréquence disponible en sous-canaux, ou sous-bandes, plus étroits.

Chaque canal peut alors être utilisé en permanence par un utilisateur ou un usage particulier.



## Multiplexage ADSL



POTS : Plain Old Telephone Service

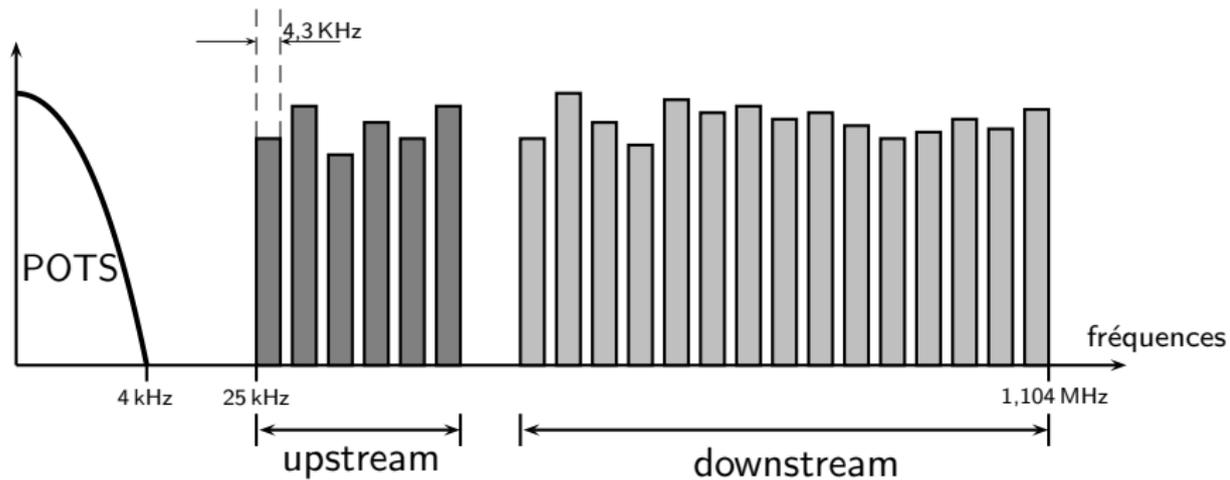
- 1 Les techniques xDSL
- 2 Multiplexage
- 3 Modulation DMT**
- 4 Modulation DWMT

La modulation **DMT** (*Discrete Multi-Tone modulation*) est la norme adoptée par l'ANSI (*American National Standard Institute*) et l'ETSI (*The European Telecommunications Standards Institute*) pour le développement de l'ADSL.

Elle spécifie l'utilisation de 256 canaux, chacun ayant une largeur de 4,3 KHz, soit une largeur de bande globale de 1,104 MHz.

Le 1<sup>er</sup> sous-canal est réservé au canal téléphonique, avec les canaux de 2 à 6 qui sont réservés à sa signalisation et servent de bande de garde.

Les 250 autres canaux sont utilisés pour transmettre le flux ADSL.

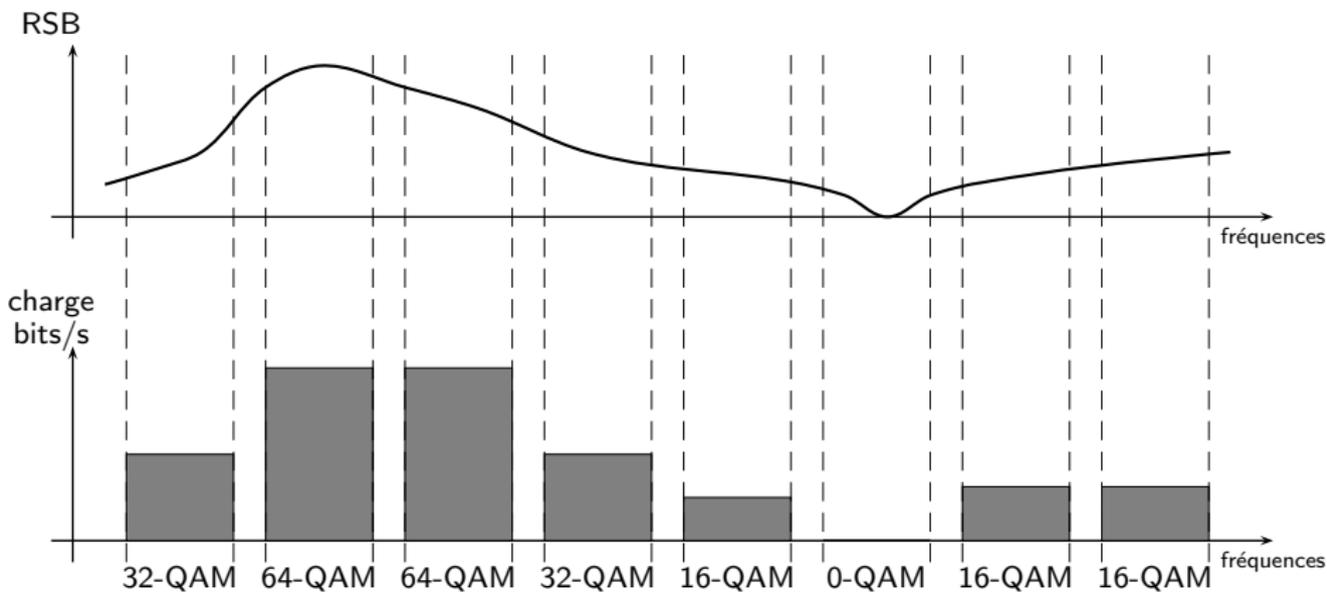


L'information à transmettre est répartie sur un nombre élevé de porteuses adjacentes ("*multiplexage fréquentiel massif*").

Ces porteuses ne sont pas issues de générateurs, ou oscillateurs, physiques, mais sont traitées numériquement par transformée de Fourier (plus précisément *FFT*).

DMT cherche à optimiser le débit de chaque sous-canal, en adaptant la transmission aux caractéristiques de la ligne.

La qualité de la ligne est évaluée en permanence, et la charge optimale est recalculée dynamiquement.



- 1 Les techniques xDSL
- 2 Multiplexage
- 3 Modulation DMT
- 4 Modulation DWMT**

DMT repose sur la FFT.

**DWMT**, *Discrete Wavelet MultiTone*, a un principe de fonctionnement similaire à DMT, mais repose sur une base mathématique différente : au lieu d'une transformée de Fourier, une transformée en ondelettes (*wavelet*) est utilisée. La modulation utilise alors une FWT, (*Fast Wavelet Transform*), et la démodulation une IFWT (*Inverse ...*)?

DWMT est encore en cours de développement pour des communications à très haut débit (*VDSL*).