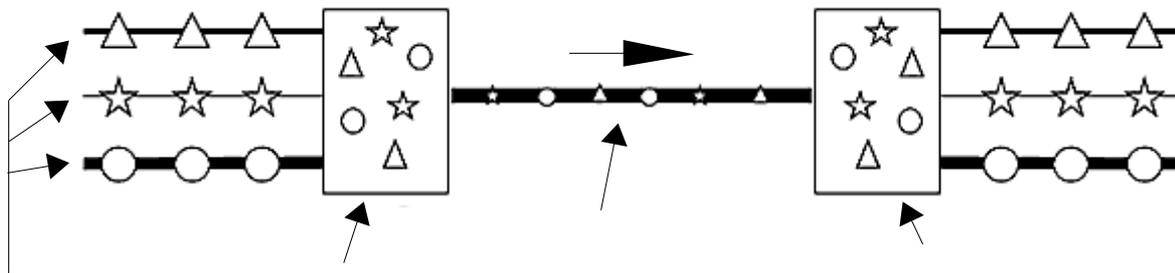


I) DÉFINITION - EXEMPLES

1. Définition

*Multiplexage est le terme générique pour désigner toute technique
visant à transmettre simultanément plusieurs informations indépendantes
sur un même support de transmission.*



2. Exemples

a. Connexion Internet en « Triple Play »

Les informations d'Internet, du téléphone et de la télévision passent toutes par la ligne **téléphonique**
Elles sont **multiplexées**
La « box » joue le rôle de **multiplexeur**
et de **démultiplexeur**



b. Le système RDS

Le RDS (Radio Data System) est
un système de transmission de données numériques
sur les ondes radios de la bande FM



Certaines informations sont destinées à l'affichage :

- **nom de la station**
- **heure**
- **du texte (titre du morceau diffusé)**

Le signal audio et les informations RDS sont **multiplexées**

Le poste de radio se charge de les **démultiplexer**

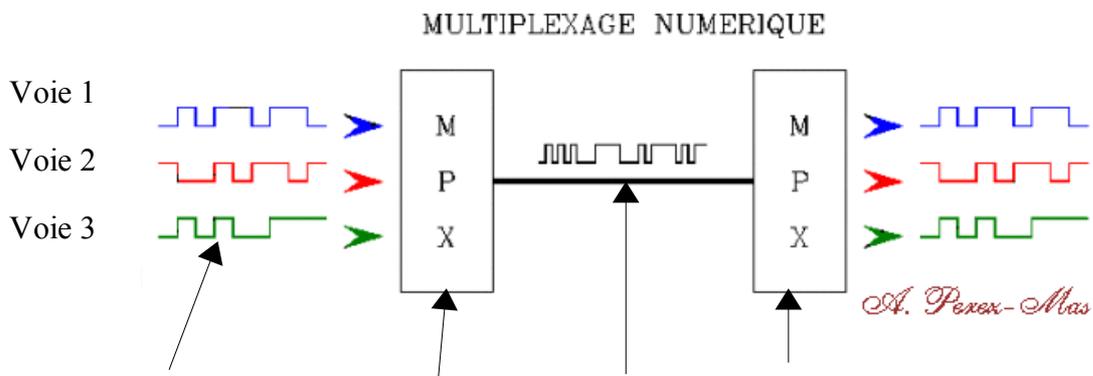
II) LES TECHNIQUES DE MULTIPLEXAGE

1. Multiplexage temporel

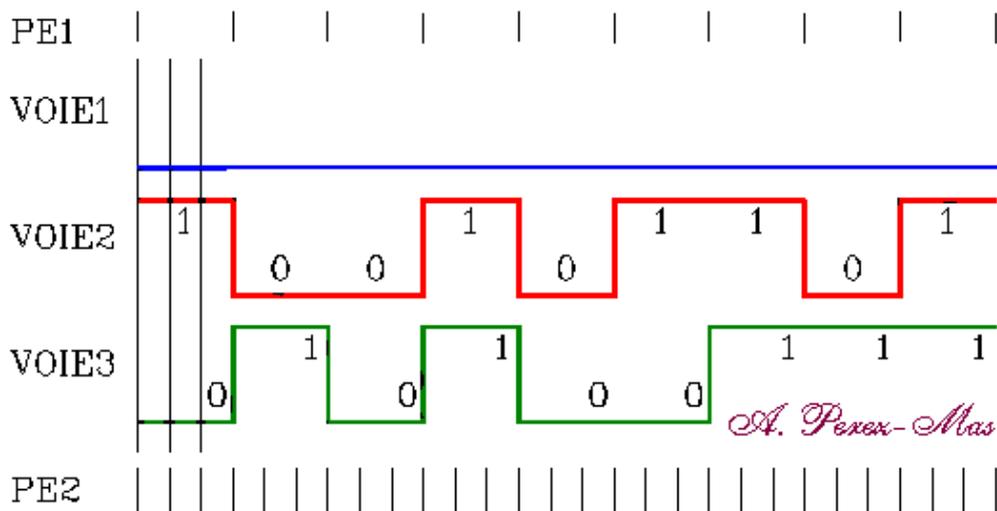
En anglais : TDM : **Time Division Multiplexing**

C'est un multiplexage parfaitement adapté aux informations numériques.
C'est pourquoi on l'appelle aussi « multiplexage **numérique**..... »

source : <http://pagesperso-orange.fr/arsene.perez-mas>



Exemple : la voie 1 est éteinte (toujours à 0)



MPX

En reprenant le principe de fonctionnement du multiplexage temporel, tracez le chronogramme de la voie haute vitesse MPX.

Le temps utilisé inutilement par la voie 1 pourrait profiter aux voies 2 et 3 ... C'est l'idée du **multiplexage statistique**.

Le multiplexage statistique consiste à partager la vitesse de la voie multiplexée en fonction des besoins des voies « basse vitesse ».

b. Multiplexage sur la TNT

Bandes de fréquences de la télévision terrestre																		
Fréq. (MHz)	30	47	68	87,5	108	174	223	230	310	470	614	862	950	2 150	2 400	2 483,5	3 000	
Bandes	bande VHF								bande UHF									
Canaux TV terrestres	bande I B 1-4 L 1-3		bande II		bande III B 5-11 L 5-10 radio DAB				bande IV C 21-38 TNT		bande V C 39-69							
Autres	radio FM			interbande				hyperbande			BIS		ISM					

source : wikipedia

La TNT occupe des canaux des bandes IV et V de la bande UHF .. UHF : **Ultra Haute Fréquence**

Sur un canal de la TNT, on trouve jusqu'à 6 chaînes de télévision multiplexées. En analogique, il n'y a (avait) qu'une chaîne de télévision par canal.

Accédez à la page www.digitalbitrate.com cliquez sur INFORMATION puis Multiplexage statistique.

Lisez attentivement la page qui s'affiche pour répondre aux questions de la page suivante.

Quelles sont les chaines que l'on trouve sur le canal de France TV ?

France2, France3, France4, France5, Arte, LCP

Pour avoir une bonne qualité de transmission, quel doit être le débit constant (CBR) pour une chaine ? *6 Mb/s*

Combien y a-t-il de chaines de télévision sur le multiplex « France TV » ? *6*.

Si toutes ces chaines étaient transmises en CBR, quel débit faudrait-il pour ce multiplex ? *6 x 6 Mb/s = 36 Mb/s*

En réalité, quel est le débit max de ce multiplex ? *24 Mb/s environ*

Peut-on transmettre toutes les chaines de ce multiplex en CBR ? *Non*

Pourquoi ? *Non car il faudrait 36Mb/s*

or nous ne disposons que de 24 Mb/s

Quelle solution a été choisie pour répondre à ce problème ?

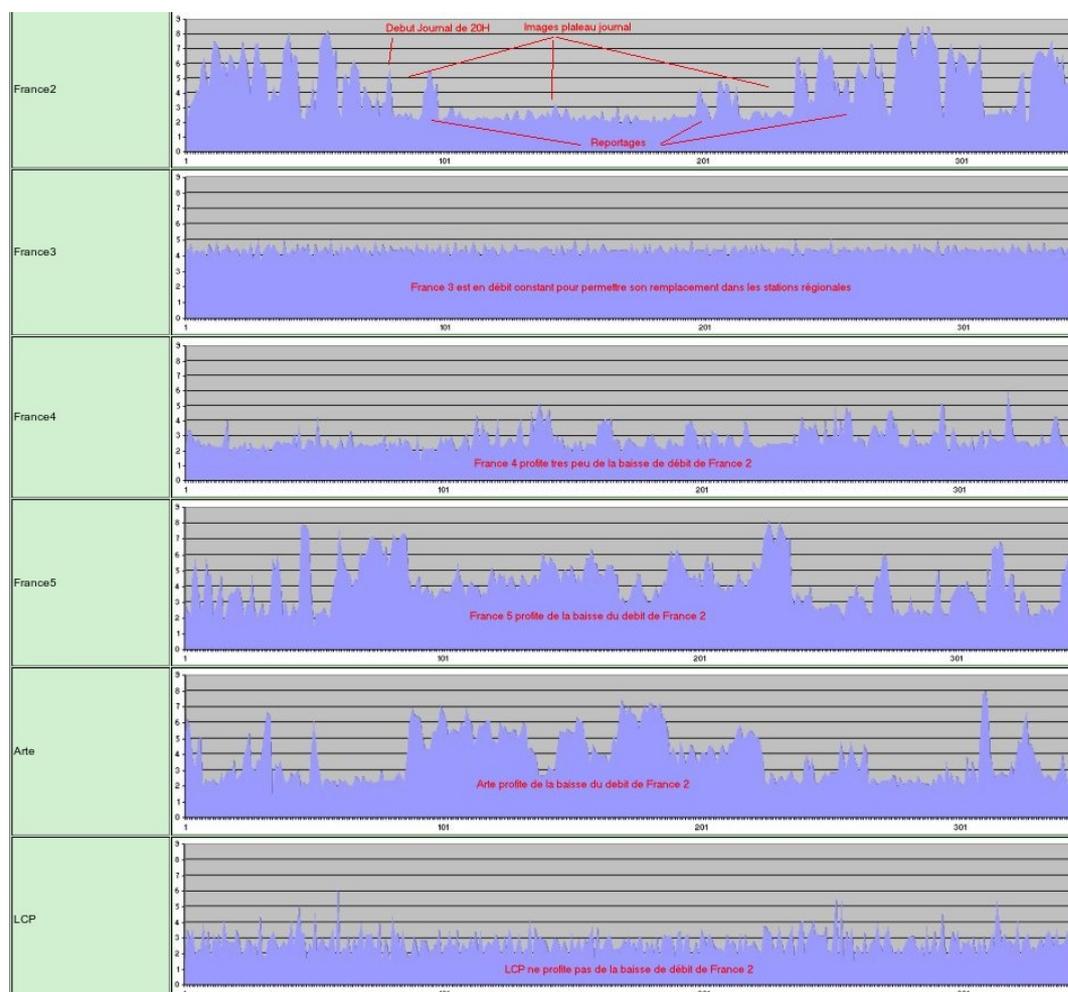
On transmet les chaines avec un débit variable (VBR)

selon la technique du multiplexage statistique

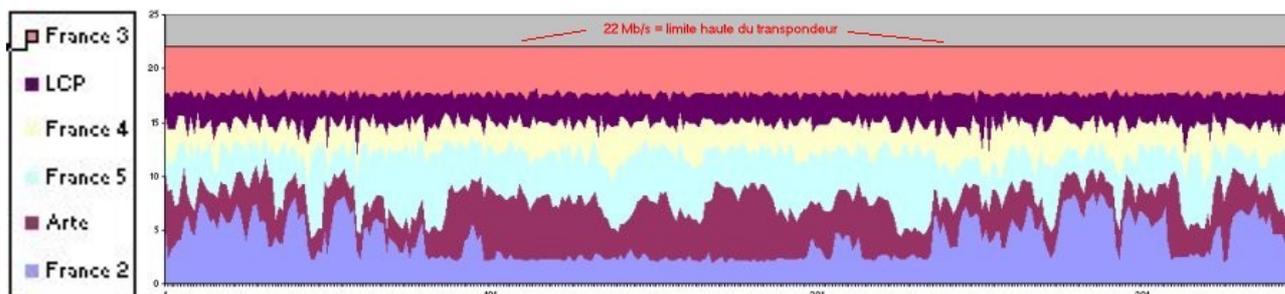
19h58

20h04

Débit des
chaines du
multiplex
France TV



Lorsqu'on fait la somme des débits de chaque chaîne, on trouve ce graphe :



Conclusion : la probabilité pour que les 6 chaînes aient simultanément besoin d'un gros débit étant faible, on peut faire passer confortablement ces 6 chaînes dans un multiplex de 24 Mb/s en VBR au lieu de 36 Mb/s en CBR.

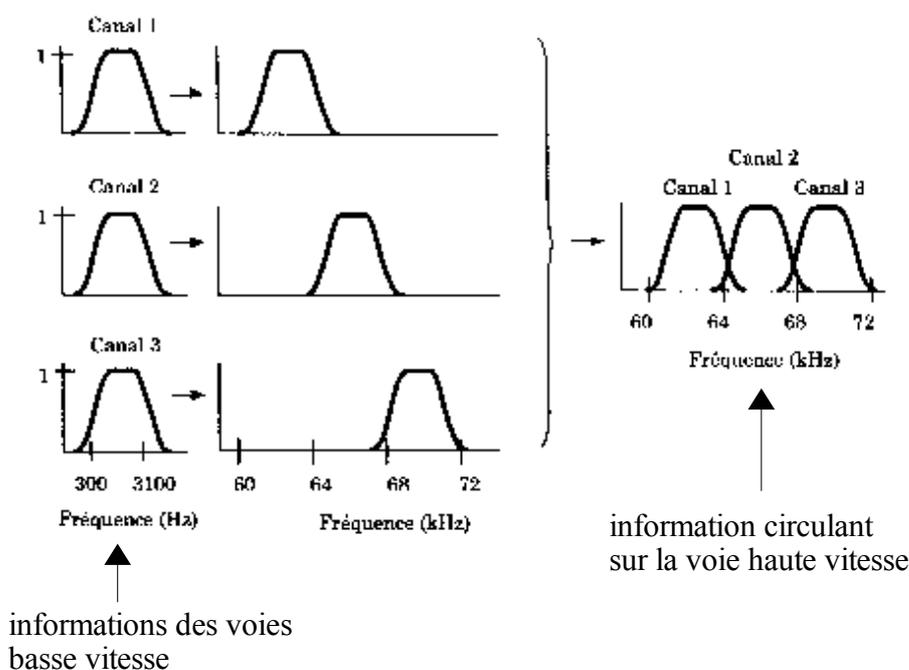
La technique du multiplexage statistique permet donc de faire passer **2** ... chaînes de plus dans le multiplex.

3. Multiplexage fréquentiel

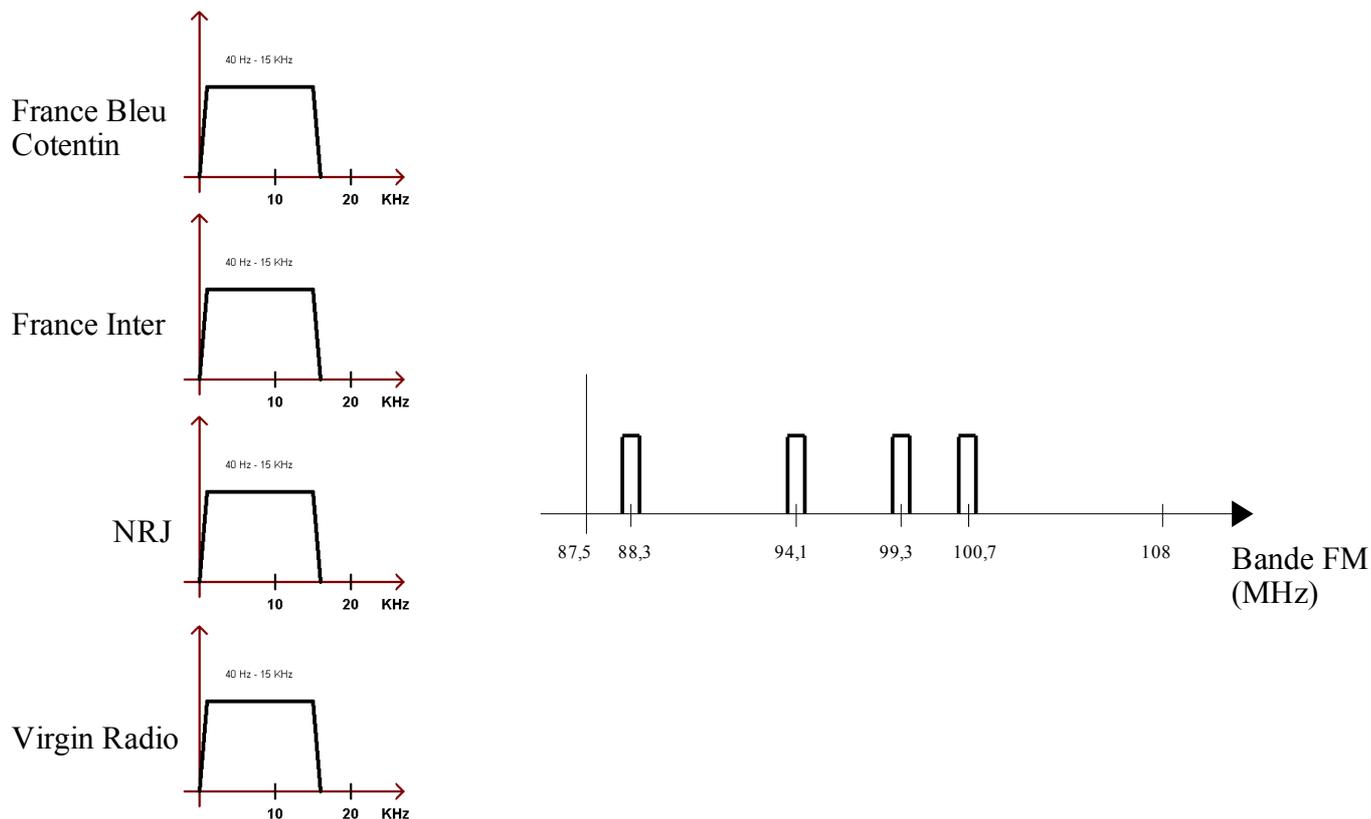
En anglais : FDM : *Frequency Division Multiplexing*

a. Définition

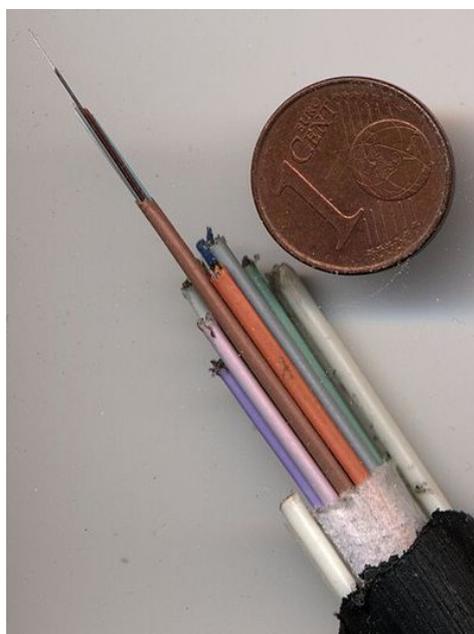
Le multiplexage fréquentiel consiste à partager la bande de
fréquences disponibles de la voie haute vitesse en canaux
et à affecter chacun de ces canaux à un utilisateur
ou à un usage exclusif



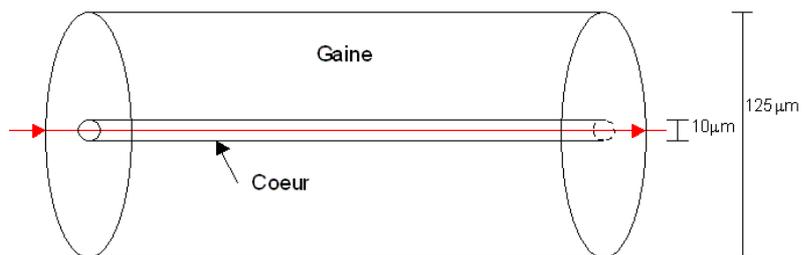
b. Exemple de la bande FM à Cherbourg



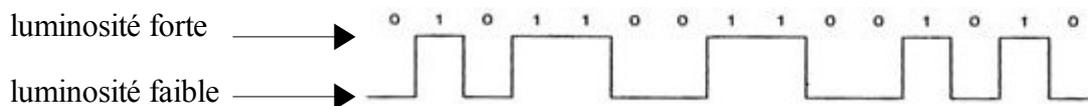
c. Exemple de la fibre optique



Définition : **une fibre optique**
est un fil de verre ou de plastique très fin
qui a la propriété de conduire la lumière
(wikipédia)



La fibre optique est bien adaptée aux transmissions numériques.



Chaque couleur de lumière a une fréquence mais on préfère utiliser la notion de **longueur d'onde** :

couleur	longueur d'onde (nm)	fréquence (THz)
Infrarouge	> 780	< 405
rouge	~ 625-740	~ 480-405
orange	~ 590-625	~ 510-480
jaune	~ 565-590	~ 530-510
vert	~ 520-565	~ 580-530
bleu	~ 446-520	~ 690-580
violet	~ 380-446	~ 790-690
ultraviolet	< 380	> 790

source : wikipedia

Passage de la longueur d'onde à la fréquence :

avec λ : longueur d'onde en mètres (m)

$\lambda =$

C :

.....

f :

exemple : **rouge à 680 nm**. Calculez la fréquence de cette couleur.

f =

remarque : plus la longueur d'onde augmente, plus la fréquence **diminue**

Pour transmettre de l'information, on utilise la longueur d'onde qui présente le moins de perte. Quelle est sa valeur ? **1550 nm**(source : wikipédia)

A quel couleur cela correspond t-il ? **C'est de l'infrarouge**

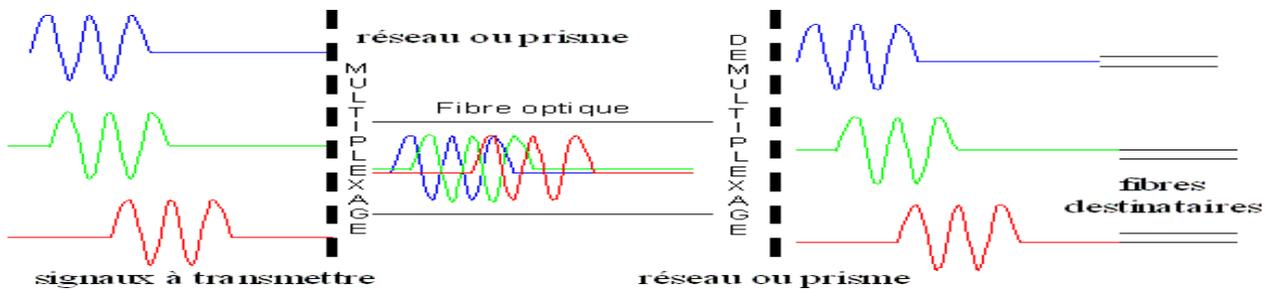
Le multiplexage WDM (voir § 3.1 de chrichri.org/fibre)

WDM : **Wavelength Division Multiplexing**

En français : **Multiplexage par séparation de longueurs d'onde**

C'est un multiplexage fréquentiel puisqu'à chaque longueur d'onde correspond une **fréquence**

Autour de 1550 nm, on peut avoir plusieurs centaines de canaux séparés chacun de **0,8** nm du canal voisin.

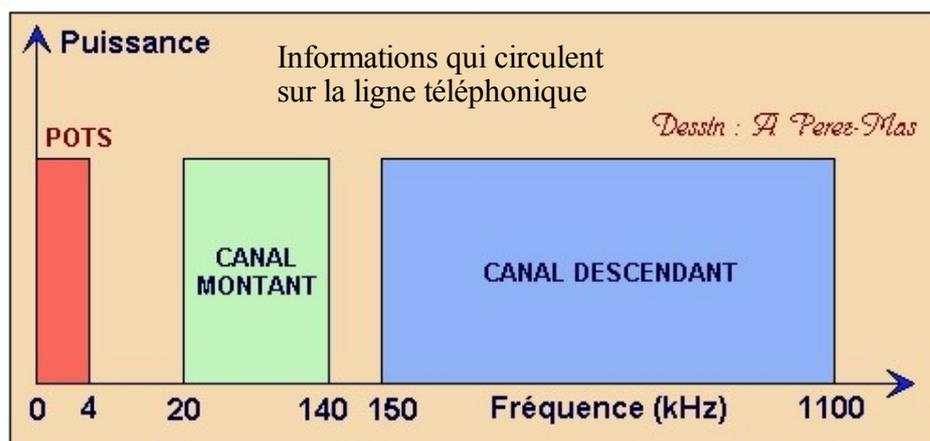
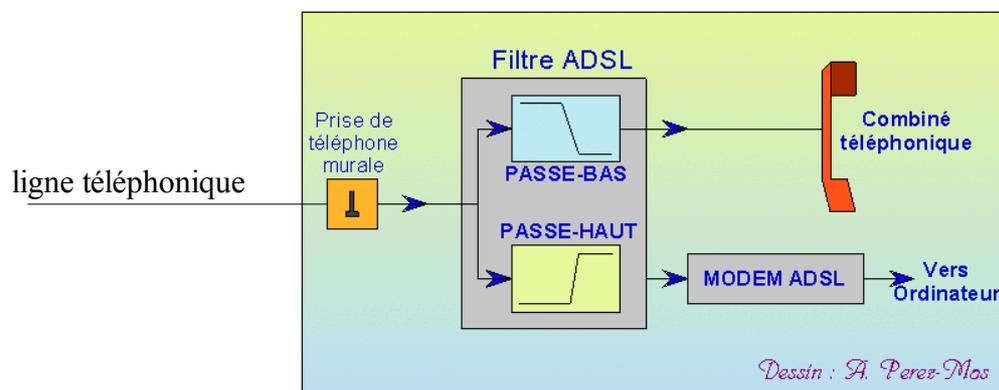


d. Exemple de l'ADSL

ADSL : **Asymmetric Digital Subscriber Line**

En français : **liaison numérique à débit asymétrique sur ligne d'abonné**

Définition : **technique de communication qui permet d'utiliser une ligne téléphonique pour transmettre et recevoir des données numériques.**



Canal descendant : Il y circule des informations qui vont de **Internet**

vers **l'ordinateur du client**

- pages web
- courriels à recevoir
- fichiers à télécharger

largeur de la bande passante (en kHz) : **1100 – 150 = 950 kHz**

Canal montant : Il y circule des informations qui vont de **l'ordinateur**

vers **Internet**

- requêtes de pages web
- courriels à envoyer
- fichiers à envoyer

largeur de la bande passante (en kHz) : **140 – 20 = 120 kHz**

POTS : **Plain Old Telephone Service**

En français : **Service de téléphonie analogique de base**

largeur de la bande passante (en kHz) :

Cette largeur permet de faire passer la **voix humaine**

Le débit binaire maximum est proportionnel à la bande passante. Si le débit max. descendant est égal à 2 Mb/s, calculez le débit max. montant :

$$950 \text{ kHz} / 120 \text{ kHz} = 8$$

Le canal descendant a un débit max. environ 8 fois supérieur au canal montant.

$$2 \text{ Mb/s} / 8 = 250 \text{ kb/s}$$

Le canal montant a un débit max. d'environ 250 kb/s

Le débit **descendant** est supérieur au débit **montant** car il y a plus d'informations qui descendent (pages web, programmes, vidéos, musique, etc) que d'informations qui montent (requêtes web, mails).

- On peut, en même temps :
- téléphoner ;
 - envoyer des mails ;
 - télécharger un programme.

Il y a donc bien multiplexage !

Rôle du filtre ADSL :

Il permet de séparer les fréquences des informations destinées au

téléphone de celles destinées à l'ordinateur (wikipédia)