**SYSTEMES DE TRANSMISSION SUR FIBRE OPTIQUE**

La grande majorité des liaisons sur fibre optiques est actuellement constituée de liaison numérique, bien que des transmissions analogiques soient encore utilisées en vidéo. Ces systèmes peuvent se classer sous plusieurs familles :

* **Familles des liaisons numériques**

 **1: Liaison point à point sans répéteur**

Il existe 4 catégories (4 grandes familles), correspondant aux fenêtres de longueurs d’onde utilisées, leurs portées sont limitées : d’une part par l’atténuation et d’autre part par la dispersion (modale ou chromatique).

1ère famille : transmission sur FO plastiques, à 0.67µm, pour les applications industrielles locales à très courte distance (câblage d’atelier, liaisons entre PC…) et à jusqu’à des débits de 100 à 200 Mbits/s, pour des raisons de sécurité électrique essentiellement, elle connait maintenant un fort développement dans les domaines de la domotique et de l’équipement automobile.

2ème famille : fonctionne à 0.85µm avec des DEL et des photodiodes PIN sur MMF, ces systèmes relativement peu coûteux sont très utilisés dans les domaines informatiques et industriels pour des distances de l’ordre du Km ; transmission courte distance, réseaux locaux, distribution locale.

Les avantages déterminants sont là encore la sécurité électrique et l’insensibilité aux parasites, mais aussi le gain de poids et d’encombrement que permet un câblage à FO.

3ème famille : exploite la fenêtre 1.3µm avec, pour l’essentiel, des DL et SMF, la faible atténuation à 1.3µm permet de faire des liaisons à haut débits urbaines et interurbaines jusqu'à environ 50Km, sans répéteur, mais le marché de cette fenêtre se concentre actuellement sur les réseaux métropolitain et locaux très haut débit (10Gbits/s).

4ème famille : est celle des liaisons à longues distance à 1.55µm qui nécessitent des diodes lasers monochromatiques de type (DFB), sans amplification, les distances limitées par l’atténuation sont de l’ordre de 150Km, à plusieurs Gbits/s.

Les fibres optiques monomodes standard (G652) sont utilisables avec éventuellement une compensation de dispersion chromatique.

Pour des liaisons à très longue distance (WAN), aussi bien terrestres que sous-marines, on doit utiliser des répéteurs à amplification optiques (G655).

 **2 : Liaisons à amplificateurs optiques**

Les progrès très rapides accomplis dans les années 1990 ont permis d’introduire l’amplification optique dans les systèmes de transmissions à grande distance, et de remplacer totalement les répéteurs-régénérateurs électriques.

Un des principaux avantages des amplificateurs optiques à fibre dopée est qu’ils fonctionnent indépendamment du débit supporté par le signal optique, et peuvent amplifier un grand nombre de longueurs d’onde, ce qui permet d’augmenter facilement le débit d’une liaison déjà posée, d’où une explosion des débits qui sont passés au moins de 10ans de 280Mbits/s à 640Gbits/s.

* ***Fonctionnement de l’EDFA***

Le principe de l’amplification optique repose sur une réaction chimique entre les ions d’Erbium et le signal lumineux.

La fibre optique est dopée en ions Erbium sur une certaine distance, un signal pompe d’une longueur spécifiques à l’excitation des ions d’Erbium va être introduit dans la fibre optique à l’aide d’un coupleur. Lorsque le signal est en contact avec les ions, une énergie photonique va être dégagée.

L’avantage de cet amplificateur est que l’énergie dégagée par cette réaction chimique va amplifier tous les canaux qui constituent la fibre optique.

 **3 : Liaisons multiplexées en longueur d’onde**

Bien que les systèmes à 40Gbits/s soient opérationnels, le débit de 10Gbits/s par longueur d’onde est le plus élevé qui soit généralisé dans les réseaux. L’augmentation du débit se fait facilement grâce au multiplexage en longueur d’onde (WDM, Wavelength Division Multiplexing) qui permet d’atteindre des centaines de Gbits.

Des liaisons multiplexées de 4 à 64 longueurs d’onde, modulées chacune à 10Gbits/s, sont opérationnelles dans les réseaux longues distance, et apparaissent maintenant dans les réseaux Métropolitains qui réclament des débits de plus en plus élevés.

* ***Principe du WDM***

Le WDM consiste à utiliser des longueurs d’ondes distinctes pour transmettre différents signaux dans la même FO. Cette technologie a permis d’élargir le débit de transmission dans les liens point à point.

Plusieurs signaux générés indépendamment dans le domaine électrique sont convertis dans le domaine optique en utilisant des diodes lasers de différentes longueurs d’onde.

Les signaux résultants sont ensuite multiplexées et coupler à une FO. Dans le récepteur, un démultiplexeur sépare les différentes longueurs d’onde qui sont ensuite reconverties vers le domaine électrique au moyen de photodiode.



La bande passante d’un système WDM peut s’élargir en accroissant soit le débit de chaque canal, soit le nombre de canaux.

Plutôt que de transmettre de l’information sur une seule longueur d’onde, on va utiliser plusieurs λf, et multiplier d’autant le débit de la liaison. De cette façon, on peut aisément augmenter le débit de transmission d’une FO sans avoir à la remplacer par une autre, il suffit simplement de disposer des émetteurs / récepteurs capables de distinguer les différentes longueurs d’onde utilisées.

L’union Internationale de Télécommunication (ITU), autorise l’utilisation de longueurs d’ondes comprises entre 1530 et 1565nm.

Le WDM est caractérisé par l’intervalle minimum entre longueurs d’ondes utilisable, cet intervalle peut être exprimé en nm ou en GHz.

Si cet intervalle est inférieur ou égale à 0.8nm, on parle de DWDM (Dense), des tests ont même été effectués avec des intervalles de 0.4 et 0.2 nm, où on parle alors de l’UDWDM (Ultra).

L’utilisation de 32 longueurs d’onde différentes sur une fibre optique à 10Gbits/s permet donc d’atteindre assez facilement un débit de 320Gbits/s.

Prochainement, lorsque 160λ pourront être utilisées, la même fibre à 10Gbits/s pourra fournir un débit de 1.6Tbits/s.

Il existe une autre forme de WDM, moins performante, le CWDM (Coarse), la norme IUT permet au CWDM d’utiliser des longueurs d’ondes comprises entre 1270-1610nm respectivement espacées de 20nm, 18canaux au maximum sont utilisables.

Chaque type du WDM nécessite des FO et des émetteurs  / Récepteurs de lumière.

Dans la pratique, le WDM s’applique principalement avec des SMF tandis que le CWDM aux MMF.