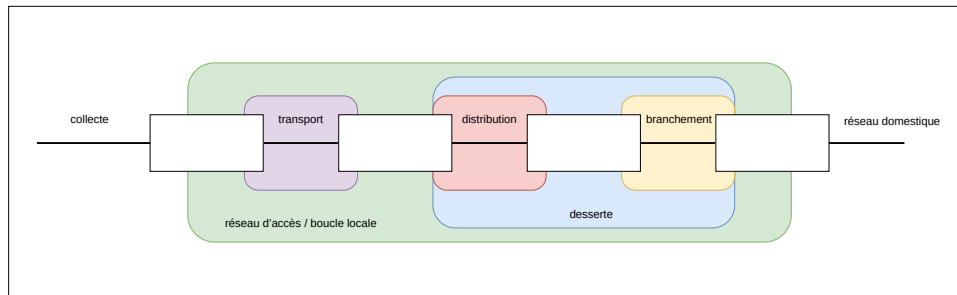


PREMIÈRE PARTIE : ETUDE DU RÉSEAU D'ACCÈS OPTIQUE EN FRANCE

Le but est d'acquérir une bonne connaissance du réseau d'accès fibre

I. ASPECTS STRUCTURELS

1/Question très générale pour commencer : faire les recherches adéquates afin de pouvoir faire un schéma faisant apparaître les différents segments du réseau de manière générale : collecte, transport, distribution, branchement, desserte, réseau domestique. Et indiquer sur votre schéma ce qu'on appelle réseau d'accès. Trouver l'autre nom du réseau d'accès.



Source (P8) : https://www.acome.com/sites/default/files/marches/ssmarch/-2019-07-15/Guide%20CREDO%202018_Technologies%20et%20composants%20du%20r%C3%A7seau%20d%27acc%C3%A7s.pdf

2/Rechercher les différents acronymes FTTxx et ce qu'ils signifient (jusqu'où arrive la fibre). Il n'est pas nécessaire d'être exhaustif.

Acronymes	Signification	Explication
FTTH	Fiber to the Home	Raccordement de l'abonné jusqu'au réseau opérateur
FTTLA	Fiber To The Last Amplifier	Sur les réseaux finissant par du câble coaxial, c'est la dernière portion en fibre
FTTB	Fiber To The Building	De même que pour le précédent mais cette fois-ci uniquement sur les réseaux fibre
FTTN	Fiber To The Node	Permet d'augmenter le débit en réduisant la taille du suivi en augmentant la proportion de fibre jusqu'au sous-répartiteur
FTTDP	Fiber To The Distribution Point	C'est un réseau fibre qui se termine par du cuivre
FTTO	Fiber To The Office	Permet à l'entreprise d'avoir une fibre dédiée

Source : <https://fibre.guide/deploiement/technologies>

3/Dans le cas de la fibre optique, expliquer ce qu'est une architecture point à point, et une architecture point multipoint.

Dans une architecture point à point chaque terminaison a une extrémité qui se relie directement sans dispositif intermédiaire.

Dans une architecture point multipoint les nœuds du réseau sont connectés à plusieurs terminaux.

Source : http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2007/ffraux_FTTH/solutions.html

4/Les boucles locales optiques sont mutualisées (BLOM) ou dédiées (BLOD). Expliquer. Dans la suite, on ne s'intéressera pas aux BLOD.

Les boucles locales optiques mutualisées (BLOM) sont des réseaux à plusieurs utilisateurs qui sont tous connectés à un seul nœud.

Les boucles locales optiques dédiées (BLOD) sont des réseaux fibre point à point directement reliés au backbone.

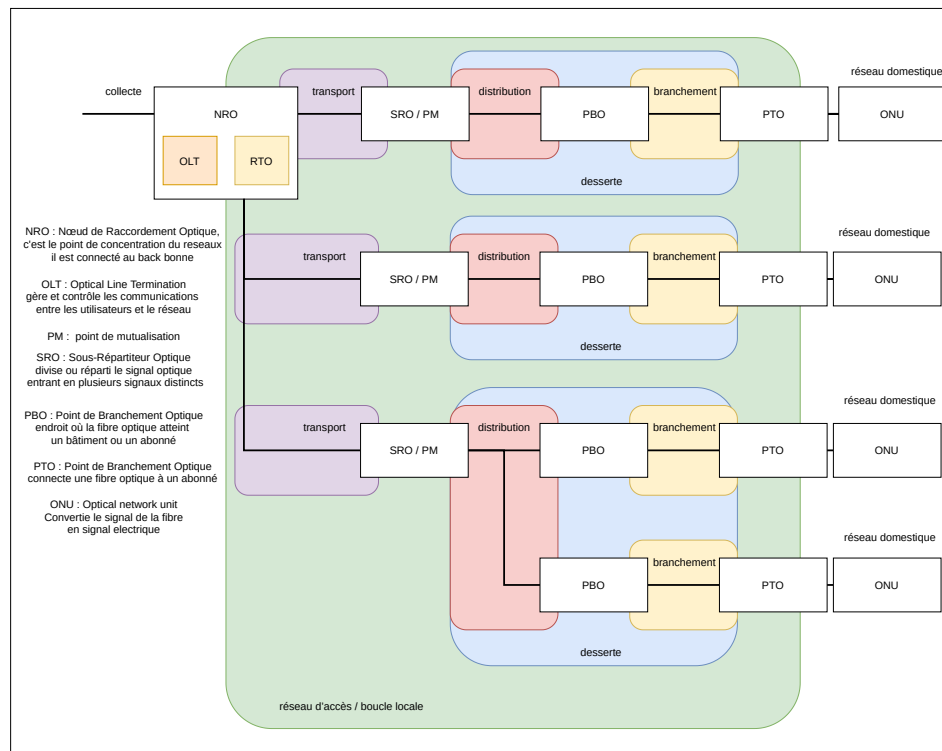
Source : <https://essonnenumerique.com/glossaire/blom-boucle-locale-optique-mutualisee/> & <https://wholesalefrance.orange.fr/fr/nos-reseaux/fibre-optique/>

5/On considère un réseau GPON. Que veut dire le sigle GPON ? Qu'est-ce qu'un réseau GPON ? Préciser quelle est la norme des réseaux GPON.

Un GPON c'est un réseau optique passif gigabit (Gigabit Passive Optical Network), c'est un réseau optique point multipoint. Il est passif, il utilise une fibre pour plusieurs utilisateurs. Il est défini par la norme internationale ITU-T G.984.

Source : <https://www.tp-link.com/fr/blog/289/qu-est-ce-que-gpon-et-pourquoi-le-choisir/> & <https://fr.wikipedia.org/wiki/GPON#:~:text=Le%20standard%20GPON%20succ%C3%A8s%20en,dans%20chaque%20sens%20de%20transmission.>

6/ Faire un schéma représentatif d'un réseau GPON avec : un NRO, plusieurs SRO, plusieurs PBO, plusieurs PTO, des clients. Le but est de visualiser l'architecture globale : un NRO peut-il être relié à un seul SRO ou plusieurs, etc. Les différents segments de réseau vus question 1 doivent apparaître. Pour chaque élément (NRO, SRO, PBO, PTO) donner une description rapide et significative pour vous. Trouver où se trouvent les PM (Points de mutualisation) sur le schéma et expliquer ce que cela signifie (pourquoi on les appelle ainsi). Chercher ensuite ce qu'est un OLT et préciser sur le schéma où il sera. Chercher aussi ce qu'est un ONU et préciser sur le schéma où il sera.



Source : https://lafibre.info/images/pon/202001_schema_blom_boucle_local_optique_mutualisee.pdf

7/Toujours dans le cas d'un réseau GPON, on considère une fibre qui arrive sur un SRO depuis le NRO. Quel est l'équipement qui va permettre à partir de cette fibre de desservir plusieurs PBO ?

C'est un splitter a fibre optique, il permet de diviser le faisceau lumineux en plusieurs fibres.

Source : <https://community.fs.com/fr/blog/what-is-a-fiber-optic-splitter-2.html>

8/On distingue les zones de déploiement très denses (ZTD) des zones de déploiement moins denses (ZMD). De plus, dans les ZTD sont définies des zones de basse densité, ZTD-BD. Trouver comment, en France, se répartit le nombre total de lignes entre les trois types de zones.

Les ZTD (ZONE TRÈS DENSE), partie du territoire définie par l'ARCEP, les opérateurs doivent développer son propre réseau (seul ou en collaboration), il doit amener la fibre depuis son NRO jusqu'au PM.

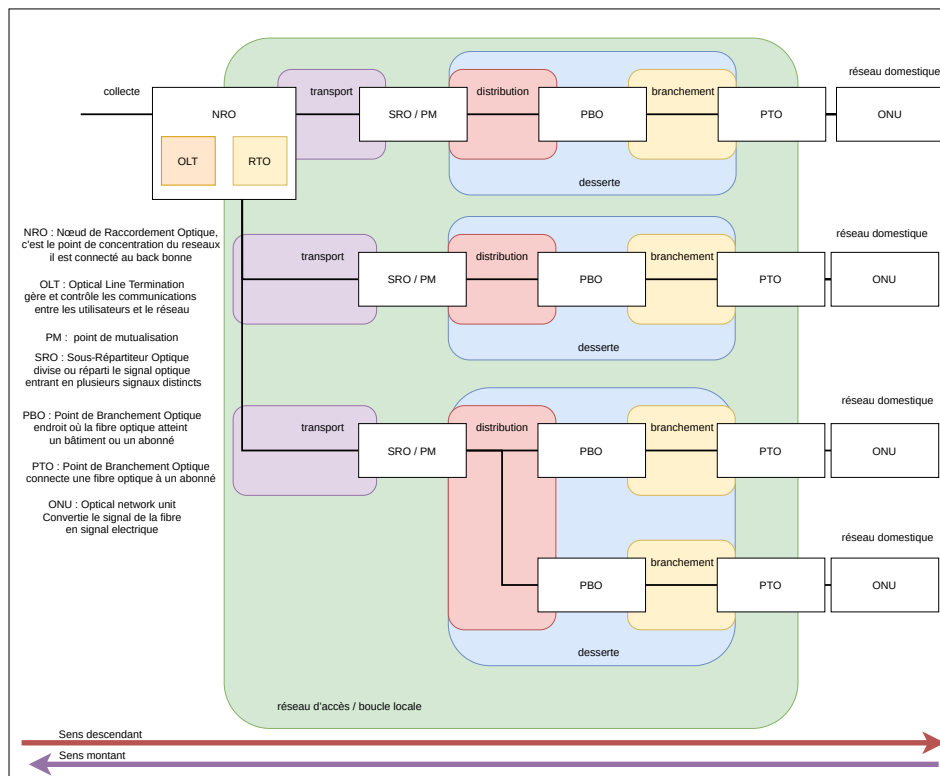
Les ZMD (ZONE MOINS DENSE), partie du territoire définie par l'ARCEP, partie du territoire où la population est moins dense, elle impose donc une mutualisation des réseaux.

Source : <https://fibre.guide/deploiement/zmd> & <https://fibre.guide/deploiement/ztd>

9/Ordres de grandeur : Un NRO peut desservir combien d'abonnés ? Le segment de fibre NRO-SRO peut faire jusqu'à quelle longueur en ZTD ? Et en ZMD ? Un PM peut desservir combien de lignes ?

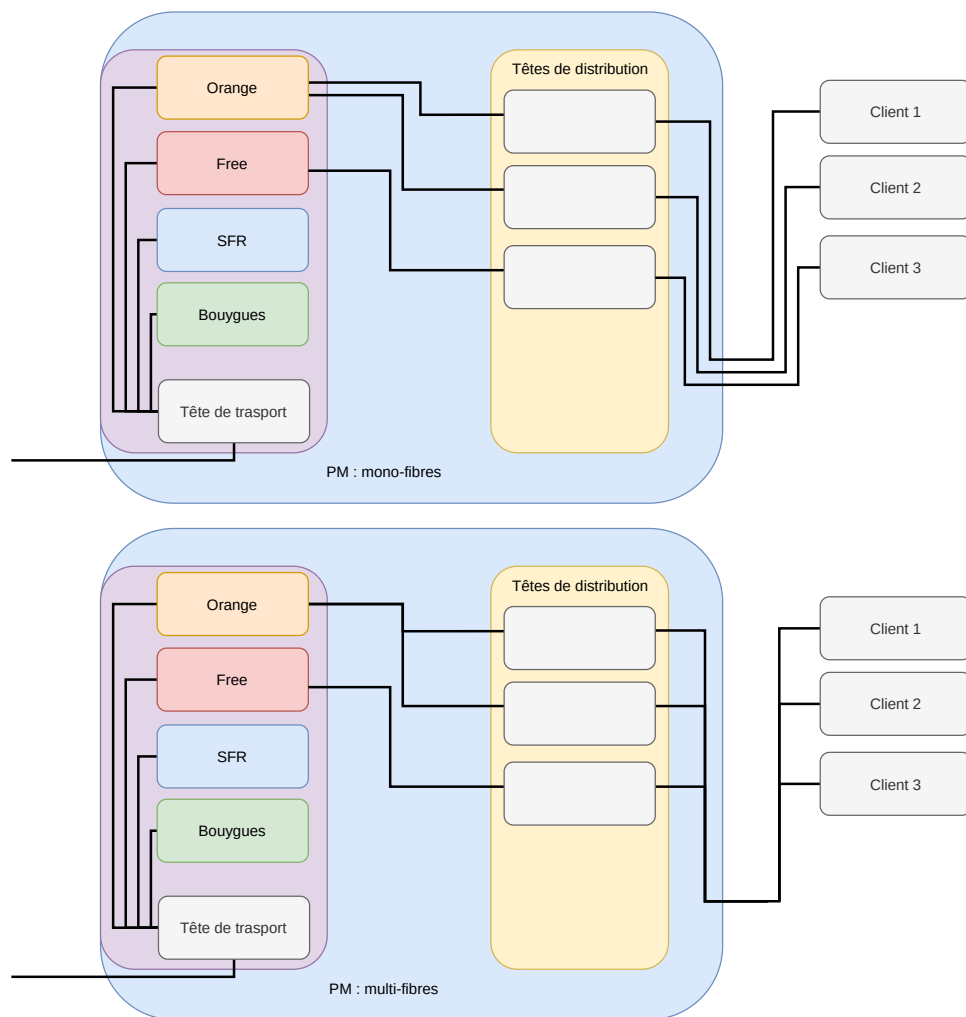
...

10/Expliciter ce que veulent dire le sens montant et le sens descendant (utiliser votre schéma pour être précis).



Source : <https://reseaux.orange.fr/questions/adsl-vdsl2/debit-montant-descendant>

11/En réseau FTTH, la desserte peut être mono-fibre (1 seule fibre est affectée par client) ou multi-fibres (pour chaque client, 1 fibre est dédiée à chaque opérateur). Faire un schéma au niveau du PM avec des fibres arrivant d'un côté, provenant de plusieurs opérateurs, et des fibres repartant de l'autre côté, vers plusieurs clients, lorsque la desserte est mono-fibre puis recommencer lorsque la desserte est multi-fibres. La desserte multi-fibres est intéressante lorsqu'un abonné change d'opérateur. Expliquer.



Elle est intéressante car elle demande une intervention moindre d'un technicien lors du changement de fournisseur.

Source : https://lafibre.info/images/pon/202001_schema_blom_boucle_local_optique_mutualisee.pdf

12/En réseau FTTH, il existe différentes situations réglementaires : En ZTD, cas des immeubles de plus de 12 logements En ZTD, cas général des immeubles de moins de 12 logements. En ZTD, cas particulier des immeubles isolés de moins de 12 logements. En ZTD, poches de basse densité. En ZMD. Pour chacune de ces 5 situations, trouver où sera situé le PM, ainsi que le PBO, combien de lignes le PM peut desservir, et si la desserte est mono-fibre ou multi-fibres. Pour les situations où la desserte est multi-fibres, trouver pourquoi.

Cas des immeubles de plus de 12 logements en ZTD :

- PM en pied d'immeuble, jusqu'à 4 fibres par logement.
- PBO jusqu'à 12 logements, distants de moins d'une centaine de mètres
- Multi-fibres (pour regrouper plus d'abonnés)

Cas général des immeubles de moins de 12 logements en ZTD :

- PM en armoire avec moins de 100 lignes en mono-fibre
- PBO jusqu'à 12 logements, distants de moins d'une centaine de mètres
- Multi-fibres (pour regrouper plus d'abonnés)

Cas particulier des immeubles isolés de moins de 12 logements en ZTD :

- PM installé en comble, en borne ou en façade
- PBO jusqu'à 12 logements, distants de moins d'une centaine de mètres

- Multi-fibres (pour regrouper plus d'aboner)

En ZTD, poches de basse densité :

- PM installer avec moins de 300 lignes en mono-fibre.
- PBO pour un seul local
- Mono-fibre (pas besion de multi fibre)

En ZMD :

- PM installer avec moins de 1000 lignes en mono-fibre.
- PBO qui desservent trois voire deux locaux
- Mono-fibre (pas besion de multi fibre)

Source (P22 & 23) : https://www.acome.com/sites/default/files/marches/ssmarch/-2019-07-15/Guide%20CREDO%202017_DC%CC%A7ploiement%20des%20rC%CC%A7seaux%20FTTH%20en%20ZMD.pdf

13/Dans quel type de situation la fibre multimode est-elle utilisée ? Trouver également les différentes qualités de fibres multimodes qui existent.

Les fibres multimode sont utiliser sur de courte distance, elle sont moins chere que les monomodes et permete d'avoir un plus grand debit. Exemple de fobres :

- Fibre multimode standard 50/125 : utilisée pour applications de courte distance,vitesses ~ 1 Gb/s.
- Fibre multimode à large bande (OM3) : vitesses plus élevées pour réseaux de données à grande vitesse (SAN).
- Fibre multimode à bande large à faible dispersion (OM4) : utilisée pour les applications à très haute vitesse et pour les réseaux de données de grande capacité.

Source : <https://community.fs.com/fr/blog/advantages-and-disadvantages-of-multimode-fiber.html>

II. SPÉCIFICATIONS TÉLÉCOMS DU RÉSEAU GPON

DANS CETTE PARTIE, VOUS VOUS APPUYEREZ SUR LA NORME ITU-T G.984.2 POUR LA PLUPART DES QUESTIONS. PRÉCISER ALORS LE NUMÉRO DE LA PAGE. TOUTES LES QUESTIONS DE CETTE PARTIE FONT RÉFÉRENCE AU RÉSEAU GPON

1/Quels sont les débits nominaux possibles dans le sens descendant ? Dans le sens montant ?

...

2/En vous appuyant sur la question précédente, donner un exemple de transmission symétrique et de transmission asymétrique.

...

3/Quelle est la situation la plus fréquemment rencontrée ?

...

4/Quelles sont les deux méthodes possibles pour transmettre dans les deux sens ?

...

5/Quelle est la méthode de codage des bits ? Qu'est-ce que cela signifie en termes de signal ?

...

6/Quelle est la plage de longueurs d'onde réservée au sens descendant ? Donner aussi la valeur médiane. Calculer la bande de fréquences correspondante (en prenant un indice égal à 1).

...

7/Quelle est la plage de longueurs d'onde réservée au sens montant ? Donner aussi la valeur médiane. Donner la bande de fréquences correspondante (en prenant un indice égal à 1).

...

8/Citer la norme qui définit les fibres qui peuvent être utilisées dans un réseau GPON (d'après la norme ITU-T G.984.2).

...

9/Ces fibres peuvent être du type SM, MM ou les deux ?

...

10/Dans la norme ITU-T G.984.2 on lit qu'en sortie de l'OLT, dans le sens descendant, l'ORL doit être d'au moins 32 dB. Expliquer ce que cela veut dire. Soyez précis. Traduire le nombre en pourcentage de puissances.

...

11/Quelle est la distance couverte maximale dans un réseau GPON ?

...

12/Il existe 3 classes d'atténuation, les classes A, B et C. Selon la classe, la plage d'atténuation n'est pas la même. Noter les valeurs et expliquer ce qu'elles veulent dire.

...

13/ Dans la norme ITU-T G.984.2 on lit par exemple les spécifications suivantes : en sortie de l'OLT, dans le sens descendant, et pour un débit de 1 244 Mbits/s,

<i>I</i>	<i>I</i>	A	B	C
Mean launched power MIN	dBm	-4	+1	+5
Mean launched power MAX	dBm	+1	+6	+9

Interpréter ce que ces données veulent dire (il n'est pas nécessaire de convertir en W)

...

14/Toujours dans le sens descendant et pour un débit de 1 244 Mbits/s, lorsqu'on lit que la sensibilité minimum du récepteur (au niveau de l'ONU) est de -25 dBm, qu'est-ce que cela veut dire ? Ici la conversion dans l'unité adéquate est demandée

...

15/Définir le "Bit error ratio" (ne pas confondre avec le Bit error rate). Comment doit-il être pour respecter la norme ? Donner une réponse claire si vous avez compris.

...

16/Vous avez ici un cas pratique d'utilisation du diagramme de l'oeil. Dans la norme ITU-T G.984.2, sont spécifiés des masques de conformité pour chaque débit et chaque sens de transmission. Ce sont les figures 2 et 3. En vous servant des données figure 3, reproduire sur le même système d'axes et avec une échelle bien choisie les masques de deux diagrammes de l'oeil pour deux débits différents (155,52 Mbits/s et 1244,16 Mbits/s) afin de pouvoir les comparer. Vous pouvez tracer les courbes sur papier et en prendre une photo. En vous servant de vos connaissances en R305, interpréter alors votre figure.

...

18/Coupleurs optiques Quelle est la fonction d'un coupleur optique ? On considère un coupleur 1 x 2 symétrique. Quelle est la perte de puissance en dB due à la division du signal ? En considérant la situation précédente pour laquelle la perte maximale est de 28 dB, et en négligeant toutes les autres sources de pertes, combien de coupleurs 1 x 2 pourraient être utilisés successivement (en cascade) ? En imaginant mettre autant de coupleurs que nécessaire, combien d'utilisateurs pourront alors être reliés à partir d'une seule fibre issue de l'OLT ? Dans ce cas, combien de coupleurs 1 x 2 faut-il ? Donner un autre exemple de coupleurs qui permettrait de relier le même nombre d'utilisateurs à partir d'une seule fibre. Vous pouvez accompagner vos réponses de schémas.

...

19/Existe-t-il des coupleurs non symétriques (par exemple 20 % / 80 %) ? Si oui, chercher dans quelle situation cela peut servir et expliquer.

...

20/Quelle est la technique utilisée pour pouvoir combiner les transmissions de plusieurs utilisateurs sur une même fibre ? Expliquer son principe. Quel impact cela a-t-il sur le débit ? Donner un exemple précis.

...

21/L'ONU d'un utilisateur reçoit-il les données destinées aux autres utilisateurs ? Si oui dans ce cas qu'est-ce qu'il utilise pour sélectionner seulement les informations qui lui sont destinées ?

...

22/Quelle est la technique qui permet de combiner le flux montant et le flux descendant sur la même fibre ?

...

III. PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION

On attend ici une petite étude des futurs réseaux GPON : première génération NG-PON1 (XG-PON), deuxième génération NG-PON2 (TWDM-PON), troisième génération NG-PON3 (WDM-PON). Notamment : le nom de la norme qui en définit toutes les spécifications (lorsque c'est possible), les débits, les longueurs d'onde, les techniques de multiplexage, sachant que le but de l'évolution est de faire toujours plus et mieux pour l'utilisateur.