

Première partie : Etude du réseau d'accès optique en France

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

Vous effectuerez les recherches adéquates afin de pouvoir répondre aux questions. Au fur et à mesure, vous étendrez ainsi vos connaissances sur le sujet.

Il faut faire les questions dans l'ordre.

Certaines questions sont rapides, d'autres beaucoup moins.

Les copier-coller depuis Internet ou tout autre source ne sont pas admis : rédiger de manière à montrer que vous comprenez ce que vous écrivez.

En plus de votre réponse, il faudra toujours donner le lien vers la source sur laquelle vous vous êtes appuyés pour répondre, éventuellement la page : je dois pouvoir vérifier la source.

Il faut donner les liens au fur et à mesure.

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.

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

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

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

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.

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.

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 ?

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.

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).

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.

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.

13/ Dans quel type de situation la fibre multimode est-elle utilisée ?

Trouver également les différentes qualités de fibres multimodes qui existent.

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,

		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 diagramme 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.

17/ **Budget optique**

La situation la plus fréquente concernant le choix des débits est traitée en annexe A (p 32).

La table A.1 fournit les seuils min et max de puissance injectée au niveau de l'OLT et de l'ONU. Elle fournit également les seuils de sensibilité en réception ainsi que la puissance maximale admise par le récepteur.

De ce tableau résulte la table A.2 : pour les deux longueurs d'onde utilisées, la perte de puissance le long de la ligne entre l'OLT et l'ONU doit être supérieure à 13 dB et inférieure à 28 dB.

Justifier, à partir de la table A.1, pourquoi la perte de puissance ne doit pas dépasser 28 dB pour les deux situations correspondant aux deux longueurs d'onde.

Justifier, à partir de la table A.1, pourquoi la perte de puissance doit être d'au moins 13 dB pour les deux situations correspondant aux deux longueurs d'onde.

En pratique, un OTDR peut servir à tester une liaison de ce type et vérifier que son budget optique reste dans les limites permises.

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.