



Déploiement d'infrastructures DWDM : retour d'expérience de RENATER

Emilie Camisard





Plan de la présentation

- La FON (Fibre Optique Noire) dans RENATER : les objectifs
- Élaboration d'une architecture réseau
 - FON, équipements WDM et topologies retenues dans RENATER
- Déploiement et opérations
 - Livraison des liaisons, recette optique et supervision des liens





RENATER et l'optique

- RENATER-4
 - Dans RENATER-3, il n'était pas possible d'allouer des ressources à 10 Gbit/s à de grands projets, pour des raisons de coûts
 - Acquisition d'expérience
- Île-de-France
 - Remplacement des liaisons louées par de la FON entre les quatre Nœuds RENATER centraux du réseau
 - Capacité quasi-illimitée
 - Possibilité de modifier le nombre de longueurs d'ondes de manière flexible





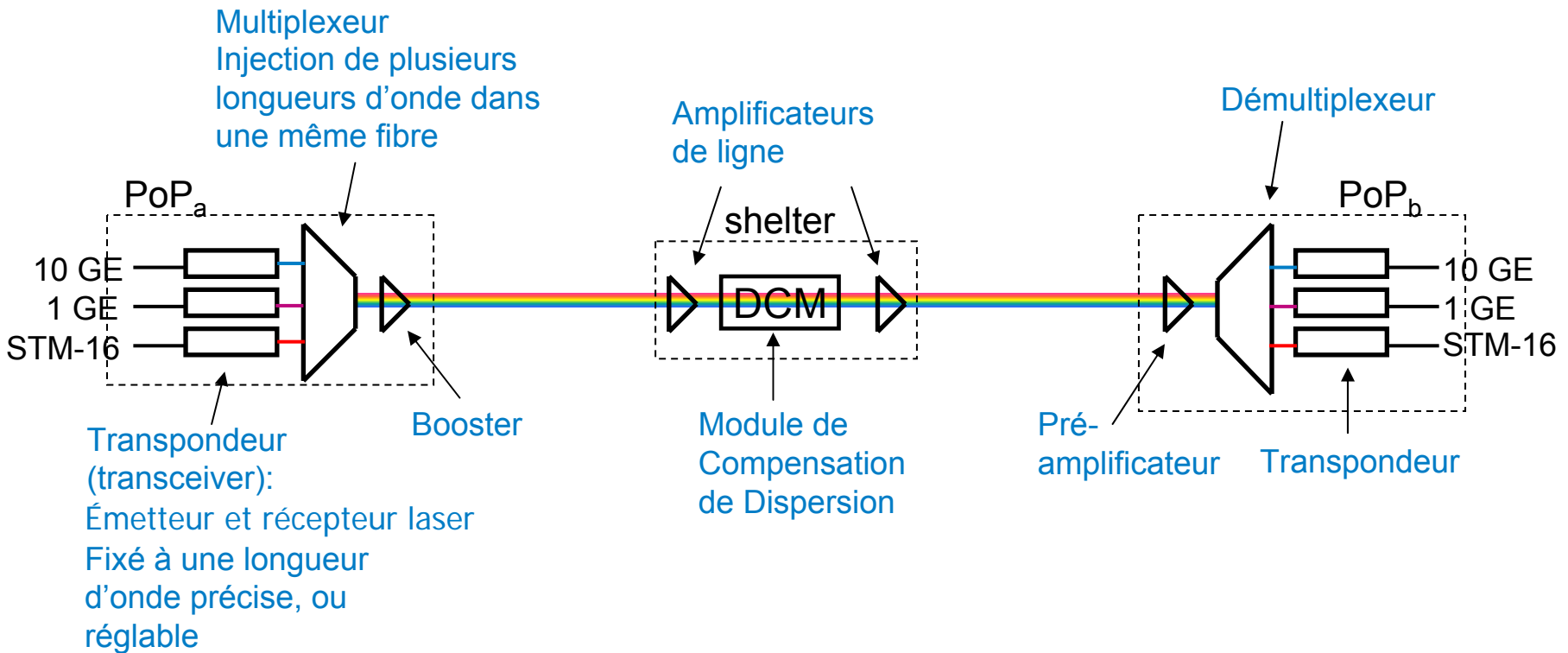
Quelques notions d'optique...





Éléments d'un lien optique

- La transmission est en général bidirectionnelle et sur deux fibres (un seul sens de trafic est représenté ci-dessous, de gauche à droite)

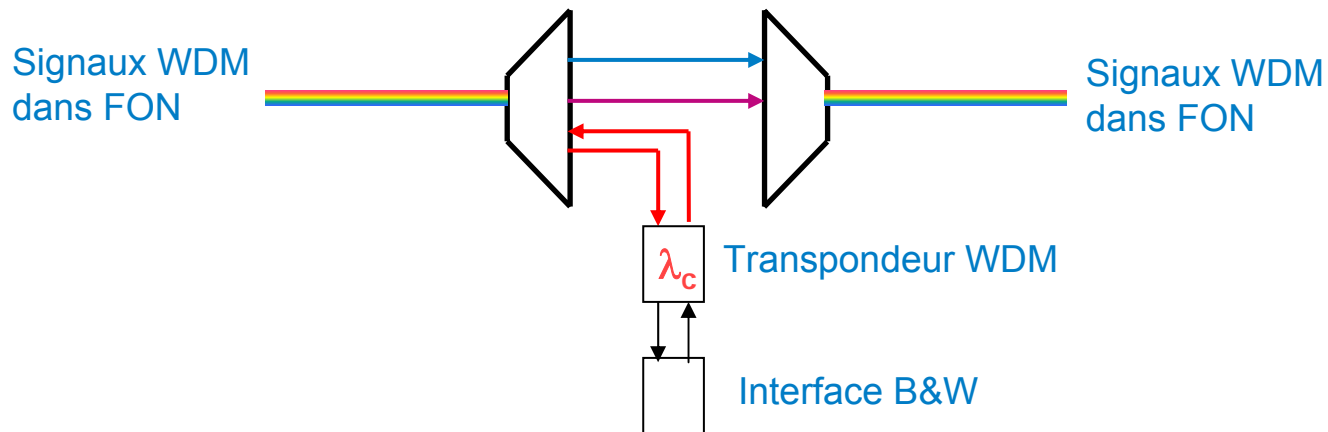


	Multiplex DWDM
	Liaison B&W
	Longueurs d'ondes DWDM
	DWDM



OADM (Optical Add and Drop Multiplexer)

- Permet d'insérer ou d'extraire des longueurs d'ondes
- Configuration statique
 - Une intervention sur place est nécessaire pour effectuer des modifications





Élaboration de l'architecture d'un réseau optique





Expression des besoins

- Identification des débits nécessaires aux usagers.
- Identification des points de présence.
- Évaluation du nombre de longueurs d'ondes amenées à circuler sur chaque liaison.





La fibre optique

- Les types de FON
 - Connaître les principales différences entre les fibres disponibles.
- Identification des chemins
 - Longueur des fibres.
 - Localisation d'éventuels tronçons communs.
- Points de ré-amplification ou régénération
 - Localisation des « shelters ».
- Points de terminaison de la FON
 - Génie civil parfois à prévoir entre le PoP du fournisseur de la fibre et le Nœud RENATER.
- Le budget optique (perte de puissance maximale autorisée sur la liaison)
 - A partir des caractéristiques physiques des fibres (atténuation, dispersion chromatique...), on détermine quels équipements optiques seront les mieux adaptés.

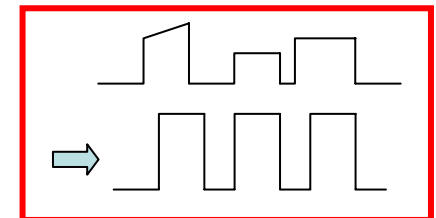
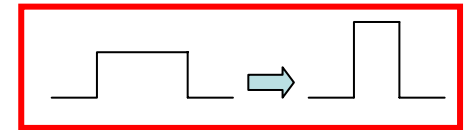


Les équipements WDM

- 2 principales technologies existent:
 - Le CWDM (Coarse WDM)
 - Peu coûteux, équipements simples
 - Adapté aux réseaux métropolitains, mais pas à la longue distance comme sur RENATER
 - 18 longueurs d'ondes maximum
 - Le DWDM (Dense WDM)
 - Plus coûteux, éléments plus complexes et précis
 - Réseaux métropolitains ou longue distance car il est possible de ré-amplifier le signal
 - Nombre de longueurs d'ondes exploitables plus important

Ré-amplification, régénération

- Les signaux lumineux subissent deux principaux phénomènes:
 - Une atténuation, provoquée par l'absorption des photons dans la silice de la fibre (atténuation de 0,20 dB/km)
 - Un étalement temporel (dispersion chromatique), causé par la différence de vitesse de circulation de photons de longueurs d'ondes non semblables.
- Il faut compenser ces effets tous les 80 à 120 km
 - Fonction 2R :
 - « Re-amplify » : ré-amplification des signaux
 - « Re-shape » : compensation de la dispersion chromatique
 - La mise en cascade d'amplificateurs le long d'une ligne provoque une accumulation de bruit. Quand le rapport signal-bruit est mauvais, on doit régénérer le signal.
 - Fonction 3R :
 - « Re-amplify, re-shape, re-time » : conversion optique-électrique-optique des signaux





Coût des évolutions

- Coût incrémental d'ajout d'un canal WDM
 - Dépend principalement de la solution de multiplexage retenue, du type d'amplification effectuée si nécessaire
- Paliers financiers induits par des ajouts d'équipements

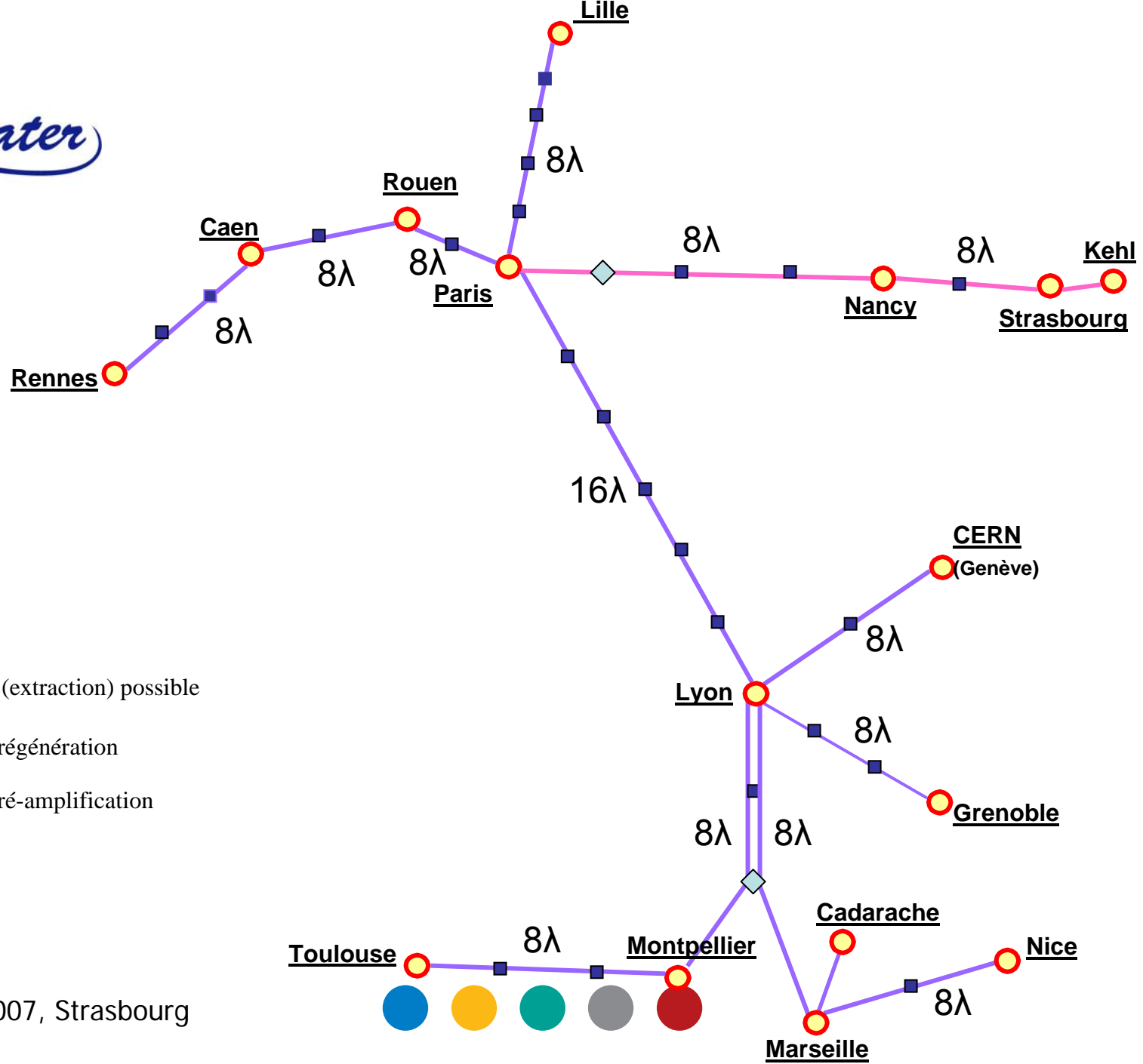




Topologies retenues 1/4

- Liaisons point-à-point
- Fonction d'insertion/extraction de longueurs d'ondes disponible dans certains NR
- Canaux DWDM de 10 Gbit/s, avec un espacement de 100 GHz (0,8 nm)





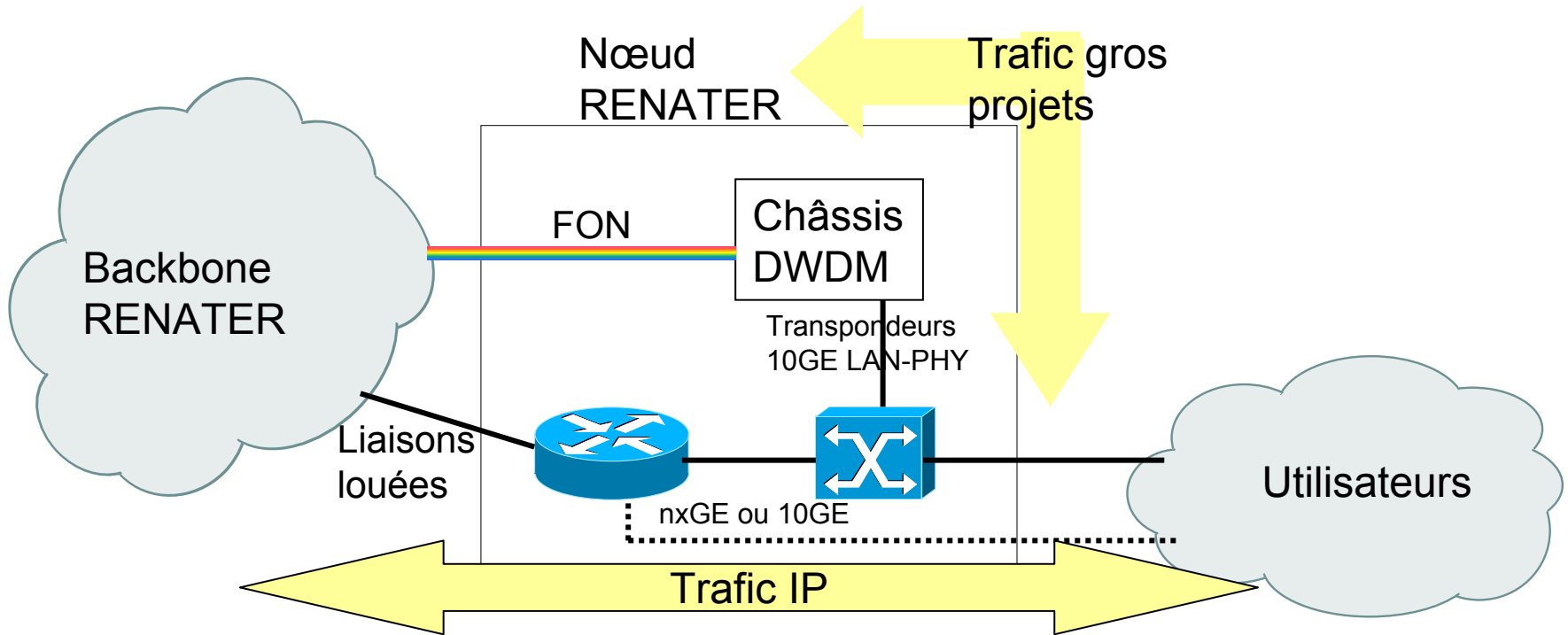
Légende

- = OADM (extraction) possible
- = Site de régénération
- = Site de ré-amplification
- = G.655
- = G.652



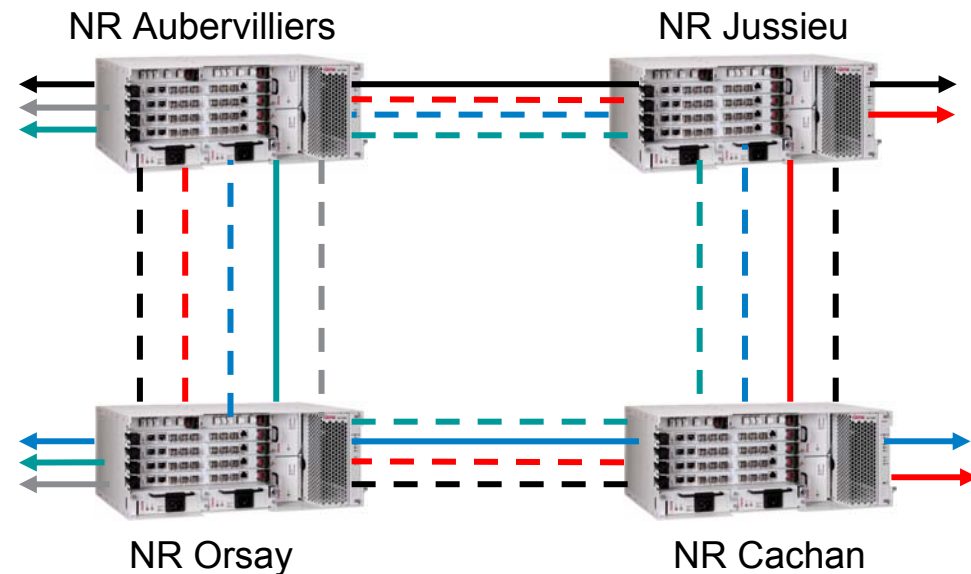
Topologies retenues 3/4

- Détail d'un nœud RENATER avec extraction de longueurs d'ondes



Topologies retenues 4/4

- En Île-de-France :
 - Interconnexion des quatre NR centraux en anneau de FON
 - Débit par canal de 10 Gbit/s
- Sécurisation des canaux DWDM de l'anneau :
 - canaux primaires entre deux NR adjacents
 - les canaux secondaires parcourent les $\frac{3}{4}$ restants de l'anneau
 - Commutation rapide des données d'un canal à l'autre





Déploiement et opérations





Déploiement des liaisons

- Livraison des FON et vérification de leurs caractéristiques physiques par réflectométrie
 - Longueur des liaisons
 - Atténuations par tronçon
 - Localisation de connecteurs, soudures ou défauts
- Livraison des équipements
 - Contre-valeurs
- La recette peut être validée après vérification du bilan optique





Supervision

- Utilisation de plates-formes de supervision
 - Propriétaires aux équipementiers
 - Peuvent intégrer des fonctionnalités standard comme SNMP
- Fournissent des informations sur les équipements et non pas sur l'état des circuits
- Récupération possible des données par deux biais
 - Solution In-Band : utilisation d'un canal de supervision circulant dans la FON
 - Solution Out-Of-Band : passage des informations par les liaisons louées ou un lien de secours



Conclusion

Besoins	Débits, nombre de longueurs d'ondes, identification des PoP
Fibre	Type, identification des chemins, points de ré-amplification, étude de la boucle locale, budget optique à calculer
Équipements	Quelle technologie WDM, quelle gamme d'équipements employer? Solutions de sécurisation, d'amplification à prévoir?
Topologie	Validation de la topologie à l'aide d'un scénario détaillé Livraison des FON et des équipements Recette des liaisons





Questions ?

Merci de votre attention !

