



OTN switching et SNCF transilien

Julien RAMSAMY

Ingénieur Avant-Vente



OTN switching

- ☐ **WDM, OTN, OTN transport, OTN switching.. Pardon ?**

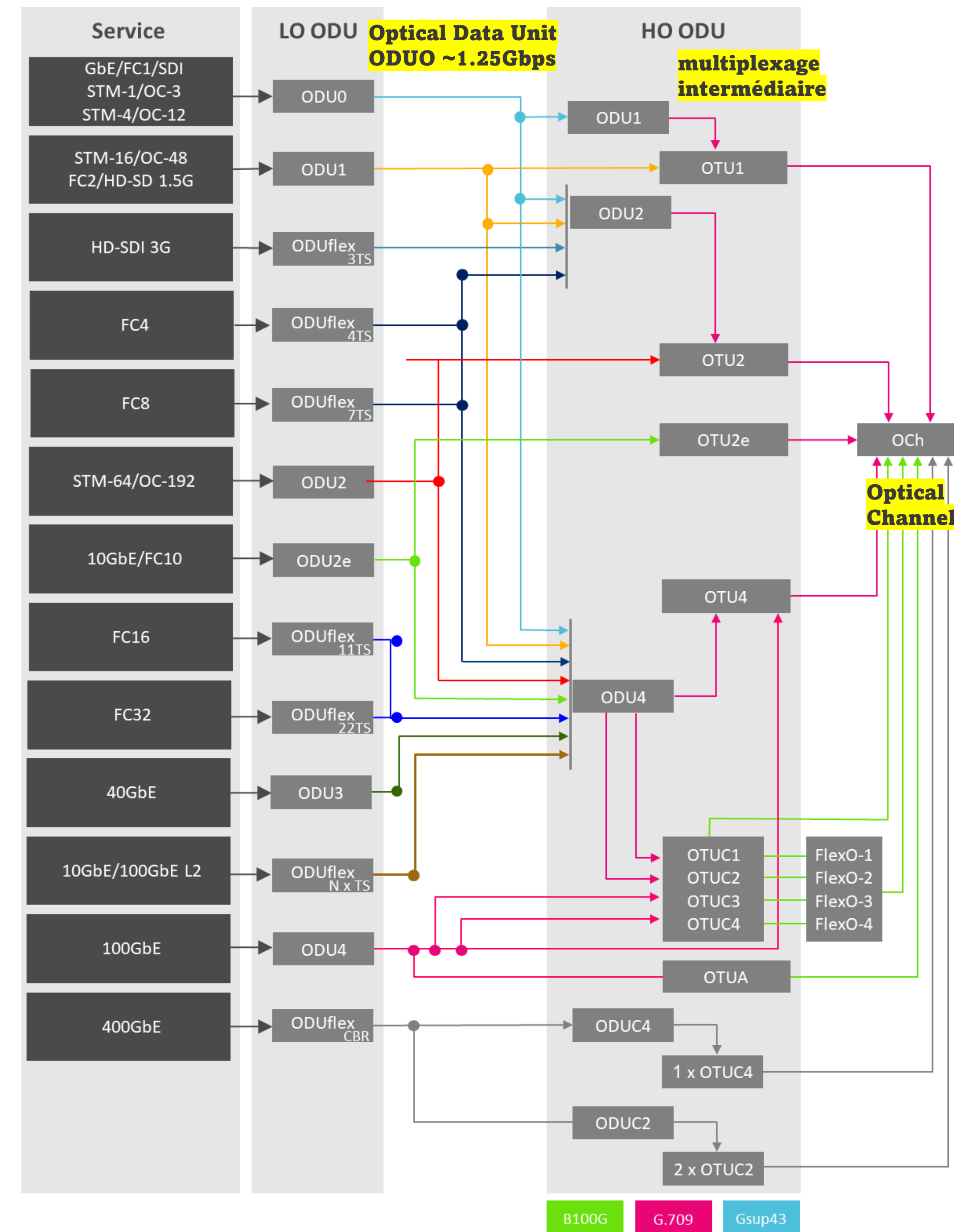
- ❑ **WDM** = multiplexage de longueurs d'ondes ;

- ❑ Ce traduit par un multiplexeur passif (FOADM) ou actif (ROADM).

- ❑ OTN = encapsulation des trames L2 ;

- ❑ La nomenclature de framing du monde optique est schématisée ci-contre.
- ❑ Chaque service « client » est encapsulé dans un ODU normalisé.
- ❑ Le plus petit contenant L1 est l'ODU0 (~1.25Gbps).
- ❑ Puis les ODU sont encapsulés dans des contenants plus grands (OTU).
- ❑ Cela afin de maximiser le remplissage de l'OCh (= longueur d'onde).
- ❑ Et enfin, tous les OCh sont multiplexés dans l'OMS.

- ✓ WDM : Wavelength Division Multiplexing
- ✓ F/ROADM : Fixed / Reconfigurable Optical Add Drop Multiplexer
- ✓ OTN : Optical Transport Network
- ✓ ODU : Optical Data Unit
- ✓ OTU : Optical Transport Unit
- ✓ OCh : Optical Channel
- ✓ OMS : Optical Multiplex Section



OTN switching

❑ OTN transport = service point à point statique ;

- ❑ Un couple de transponders / muxponders frame le service du site A au site B.
- ❑ Le service n'est pas régénéré entre A et B par défaut (sauf en cas d'architecture dédiée avec des cartes de regen).
- ❑ Il n'est pas dynamiquement basculé de chemin en cas de défaut (car le ROADM protège la longueur d'onde, pas le service individuel).
- ❑ Et une intervention sur site est nécessaire en cas de changement de topologie (pour re-brasser les jarretières clients<>cartes).

❑ OTN switching = service point à point dynamique ;

- ❑ Le contrôleur (NMS) configure les cross-connects entre les matrices de switching OTN / les switchponders du site A au site B.
- ❑ Le service est régénéré sur chaque site intermédiaire (en mode pass-through sur les matrices intermédiaires).
- ❑ Il est dynamiquement basculé de chemin en cas de défaut (mécanismes détaillés dans les slides suivantes).
- ❑ Et aucune intervention sur site n'est nécessaire en cas de changement de topologie (reconfiguration des cross-connects sur le contrôleur).



- ✓ OTN transport = la distribution des services est rigide.
- ✓ OTN switching = c'est beaucoup plus flexible.

OTN switching

❑ *Mais du coup.. Ca sert à quoi dans la vraie vie ?*

❑ **OTN transport** = très efficace en hauts débits ;

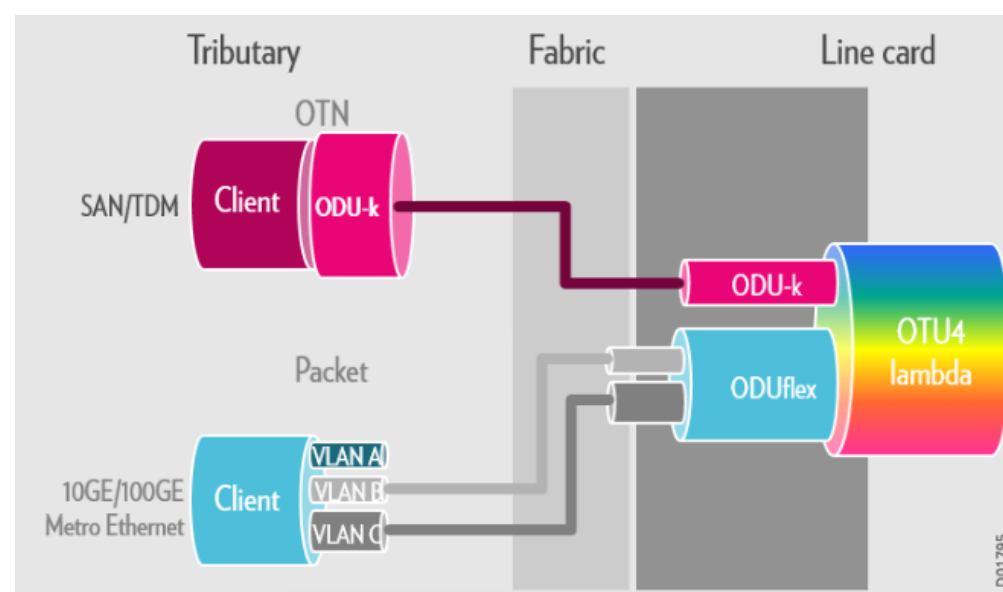
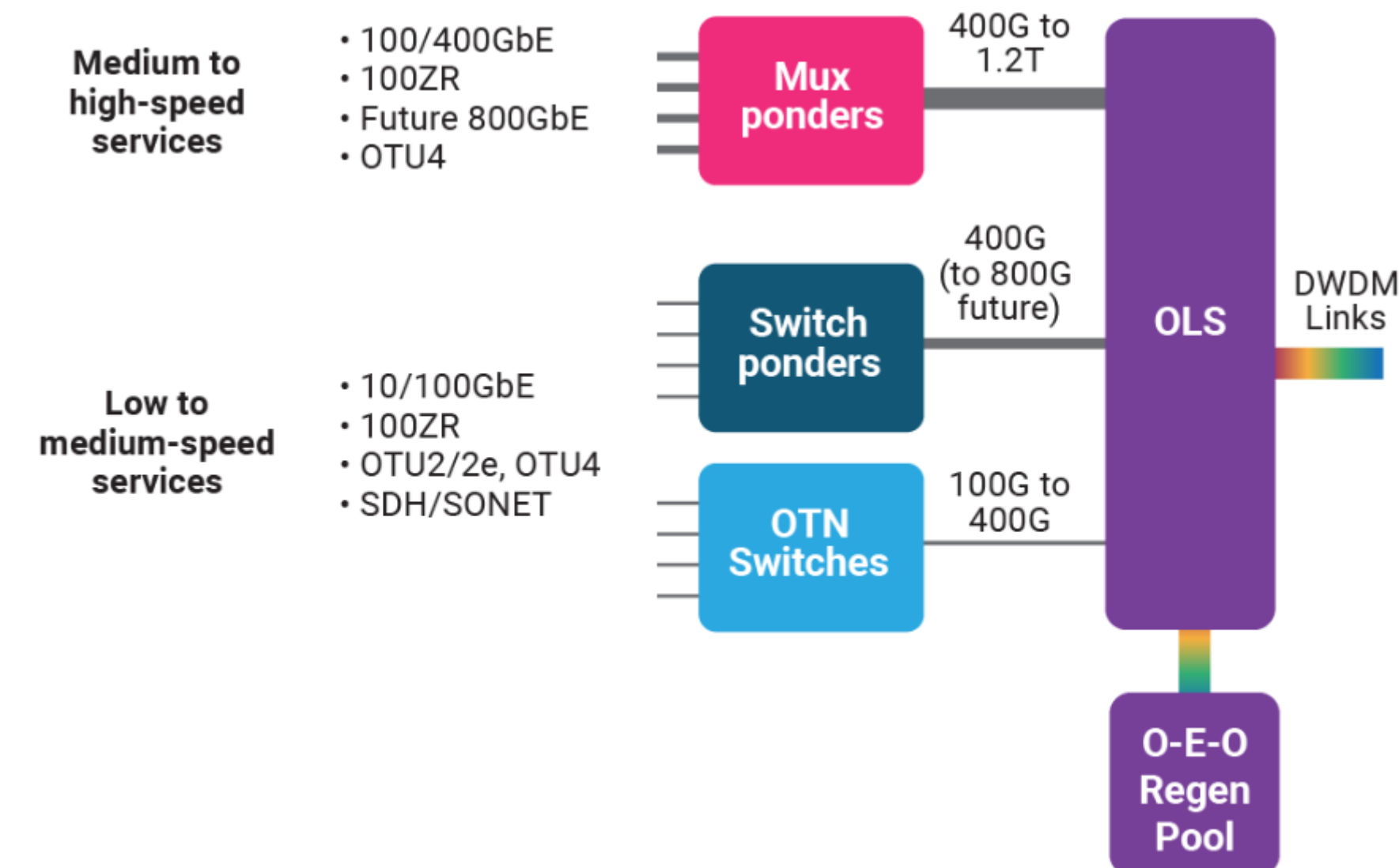
- ❑ Typiquement de 100GE à 800GE, et FC64.
- ❑ Pour ces débits, les métriques coût/énergie/densité sont meilleures.

❑ **OTN switching** = très efficient en médium-bas débits ;

- ❑ Typiquement de 1GE à 100GE, et de FC1 à FC32.
- ❑ Pour ces débits, les mêmes métriques sont ici meilleures.

❑ **Mais surtout,**

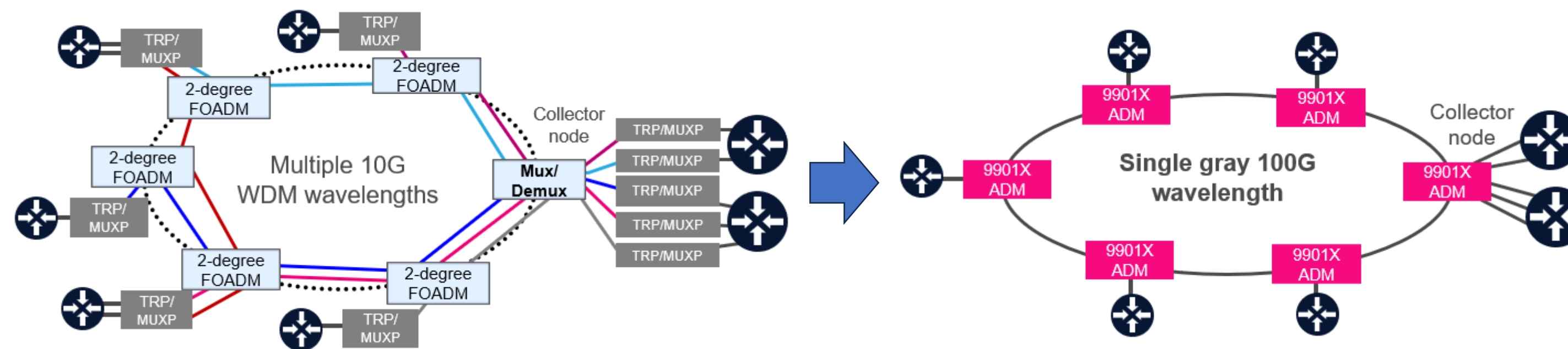
- ❑ La manipulation des frames L1 dans la matrice de switching OTN permet un remplissage maximisé de chaque lambda ;
- ❑ Par exemple : Un lambda à 400G peut n'être rempli que de deux 100GE, d'un 40GE, et de trois FC16.
→ Rentabilité réduite pour ce lambda utilisé à seulement ~70% !



OTN switching

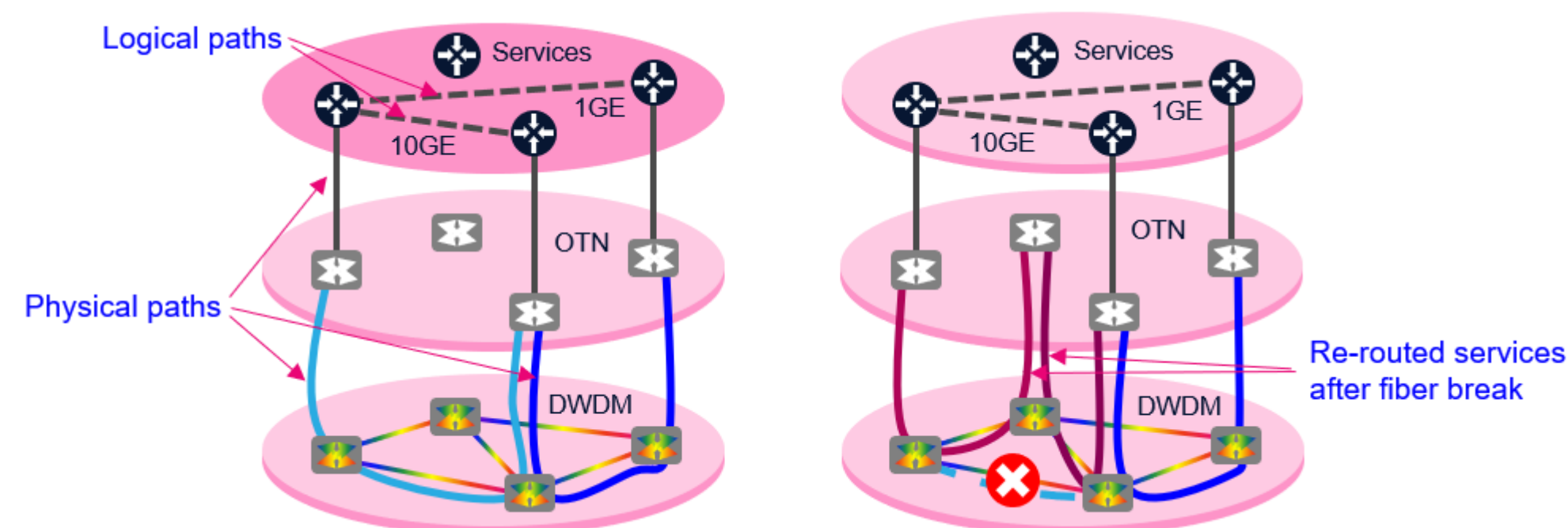
❑ Et également,

- ❑ La matrice de switching OTN apporte également une simplification des architectures pour des réseaux en anneau ou maillé (gris ou colorés) :



- ❑ Et elle ouvre la possibilité à des schémas de protection & restauration avancés ;
 - ❑ *SNCP = sélection du chemin East/West avec la meilleure performance par service.*
 - ❑ *ASON = restauration dynamique par service en cas de coupure sur le réseau.*
(vs. *WSON = restauration dynamique par longueur d'onde*)

← via un control plane GMPLS
avec une protection gold 1++



- ✓ SNCP : SubNetwork Connection Protection
- ✓ ASON : Automatically Switched Optical Network
- ✓ WSON : Wavelength Switched Optical Network
- ✓ GMPLS : Generalized Multi-Protocol Label Switching

SNCF TRANSILIEN

Réseau Optique Francilien



WDM/OTN designers @ www.layer1.fr



Carrier-class IP & Optical solution

Réseau Ferré

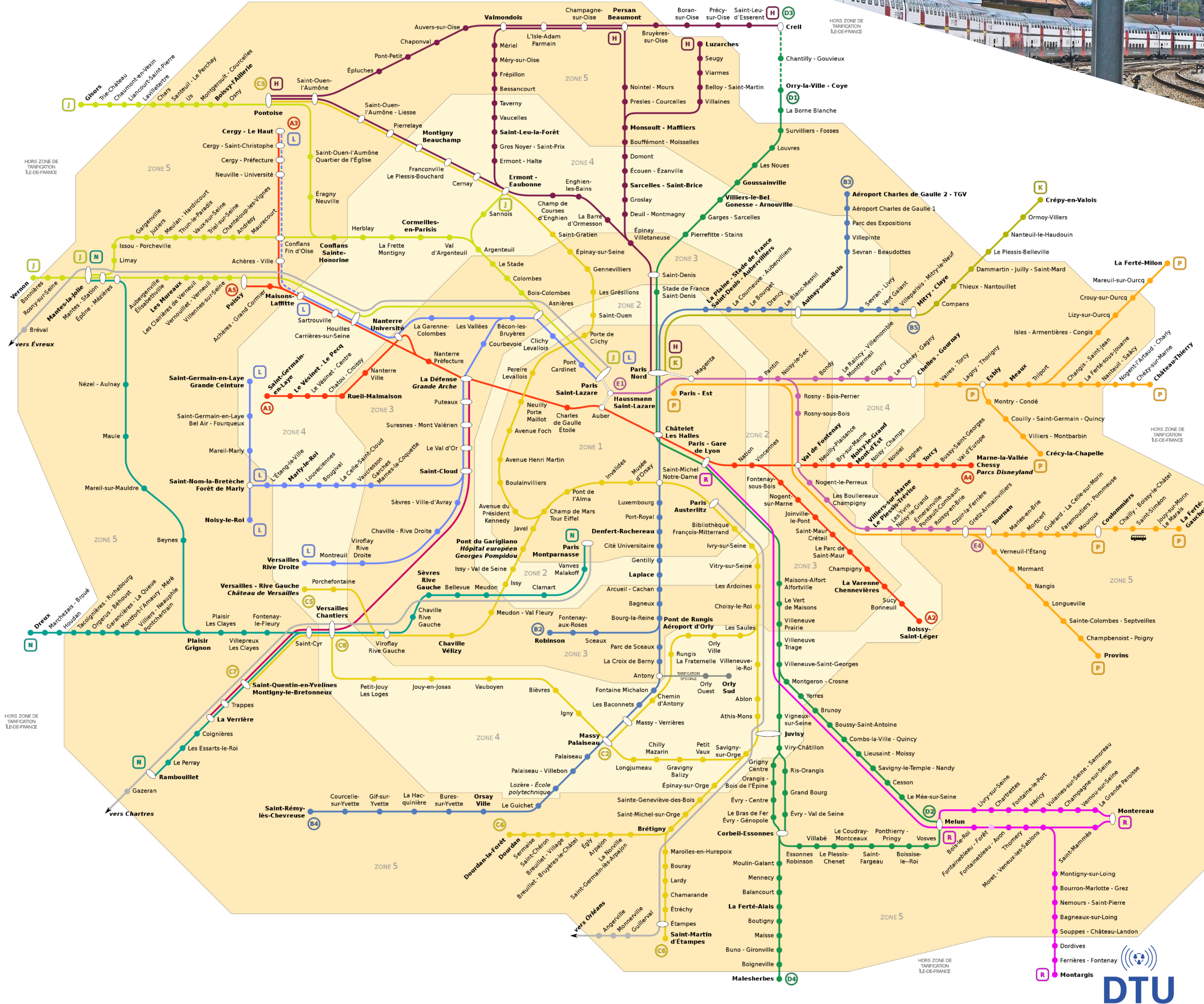
Trains de banlieue + tram-train.

Lignes RER,
A/B/C/D/E dont A/B co-gestion avec RATP.

Lignes Non-RER,
[H](#), [J](#), [K](#), [L](#), [N](#), [P](#), [R](#), [U](#), [V](#), [T4](#), [T11](#), [T12](#) et [T13](#).

+400 gares en IDF.

5 grandes gares parisiennes,
PSL/PN/PMP/PE/PSE.



Opérateurs de Transport : Ouverture à la concurrence en Île-de-France



« MEC » : « Mise En Concurrence »,
Désigne l'ouverture à la concurrence
des lignes TRANSILIEN.

PRESCRIPTEUR

Directive européenne,
appliquée par IDFM.

PRINCIPAUX IMPACTÉS



Mise en œuvre d'un modèle « fournisseurs de services numériques / bénéficiaires des services » :

FOURNISSEURS DES SERVICES



détiennent tous les services à proposer aux OT
(accès gares, sillons, IV, services numériques, ...)

Proposent des
services à ...



BENEFICIAIRES DES SERVICES (CLIENTS)



devront souscrire aux services pour pouvoir faire circuler leurs
trains et assurer leur production dans les meilleures conditions.



Accès aux gares, validation des
titres de transport.



Circulation des trains
(sillons).



Services de sûreté
(SUGE, COT, PCNS, etc).

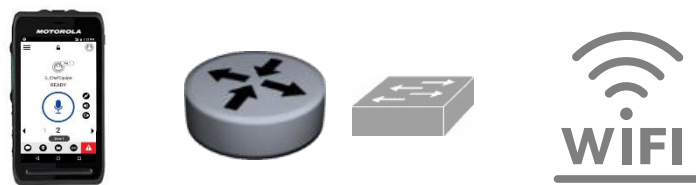


Diffusion d'Informations
Voyageurs (écrans, annonces).

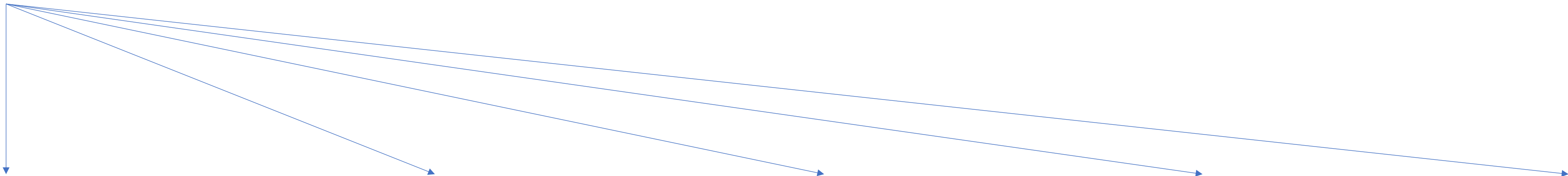


Services transverses
(IRIS, connectivité, Wi-Fi, etc).

Opérateurs de Transport : Quels services numériques en gare ?



Services transverses
(IRIS, **connectivité**, Wifi, ...).



 RÉSEAU GÉNÉRALISTE

Bureautique
Téléphonie
Info Voyageurs, BAU

 RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Vente, validation

 WIFI

Wifi grand public en
gare

 TÉLÉ-OPÉRATION

Portes automatiques,
escaliers mécaniques

 VIDÉOPROTECTION

Caméras, PO

- Fournir des services de connectivité ETH L1 fiable 1GE/10GE/100GE ;
 - SNCF Transilien.
 - OT : Opérateurs Transport.
- Solution pour configuration 2D Est/Ouest, dense, cost-effective, conso faible, AC/DC 1+1.
- Supervision de la fibre optique avec outil de métrologie évoluée intégré au NMS constructeur.
- Solution résistance à une PMD élevée sur certains tronçons.
- Supporte tronçons optiques jusqu'à +140kms (fermeture boucle pour sécurisation).
- Support du Dying Gasp (pour les gares non secourues en énergie).
- Solution intégrant OTDR/Chiffrement pour activation optionnelle sur certains tronçons/services clients.
- Sécurité renforcée (authentification, chiffrement, etc).

INFRASTRUCTURE

+400 sites.

**+ 2100 kms de FON,
Fibres internes + IRU & LOC (50/50).**

**80% des sites,
2D (Est/Ouest) et D < 10kms.**

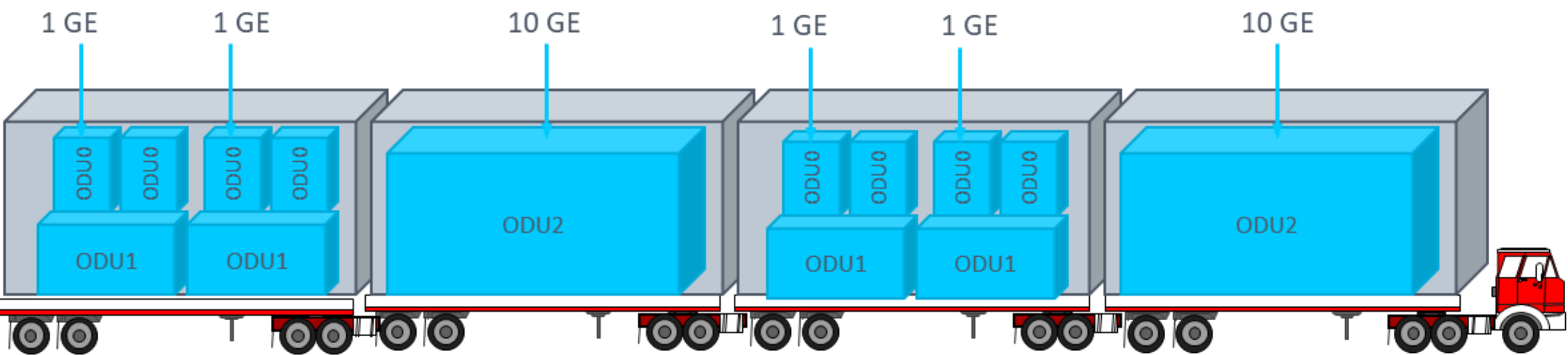
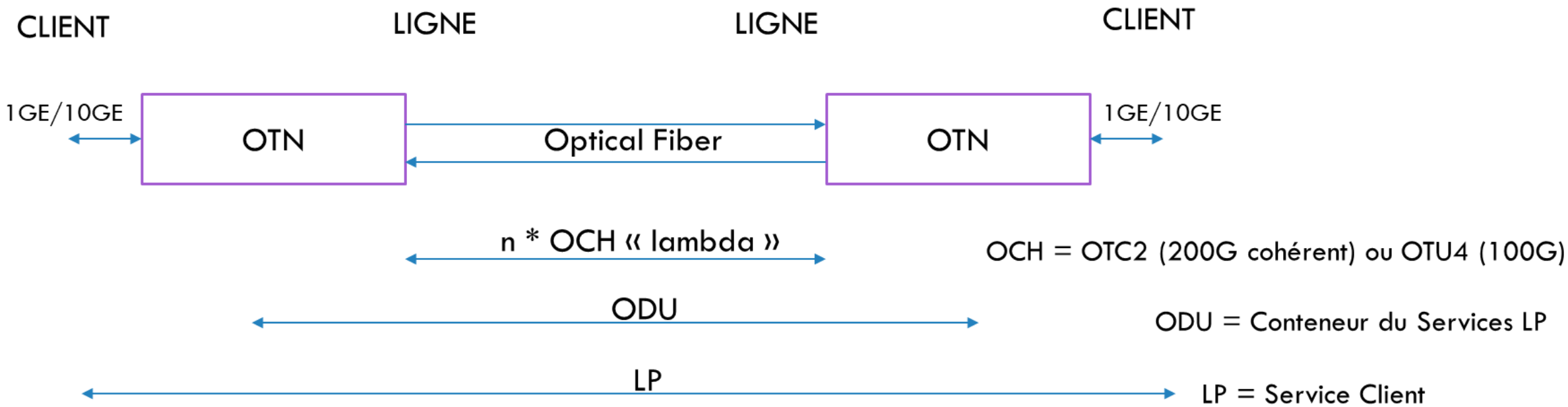
Réseau Optique Francilien : Solution OTN switching



- Coté ligne :
 - Interfaces 100GE/OTU4 « Dual Rate »,
 - LR4 10 kms.
 - ER4 40 kms.
 - ZR 1550nm pour D > 40kms, amplification possible.
 - Interface cohérente 200G/OTUC2 (cœur de réseau).

- Coté client :
 - GE/10GE SM LX/LR.

- Brassage OTN :
 - Brassage ligne <-> ligne pour le trafic Express et Accès <-> ligne pour le trafic A/D local.
 - Protection d'anneau ODU-k SNCP pour la protection des services 1GE/10GE avec temps de switch < 50ms.



OTU4/OTUC2

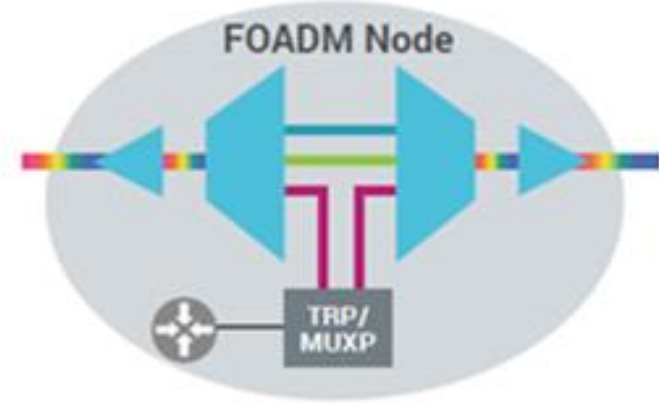
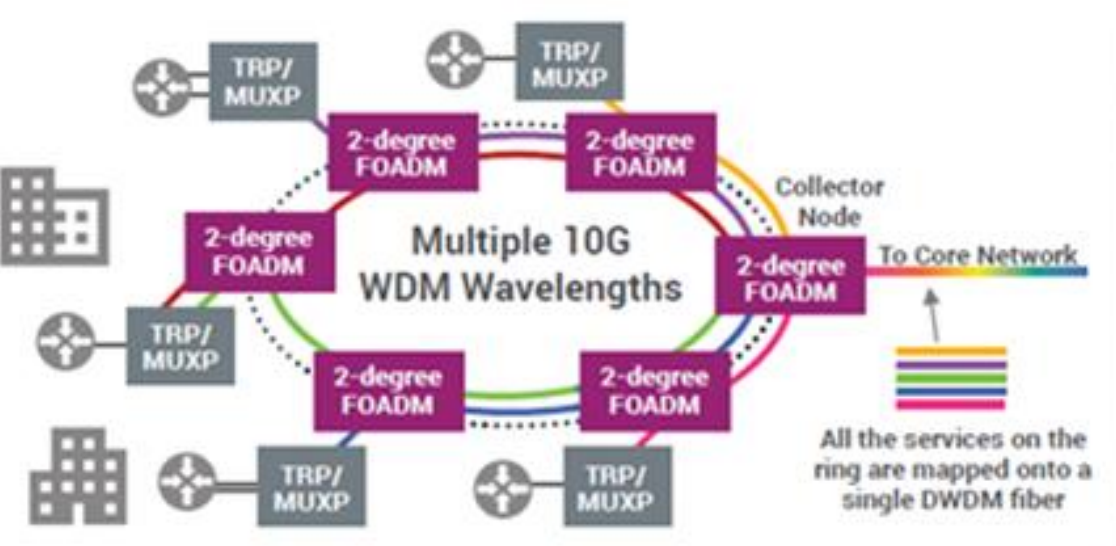
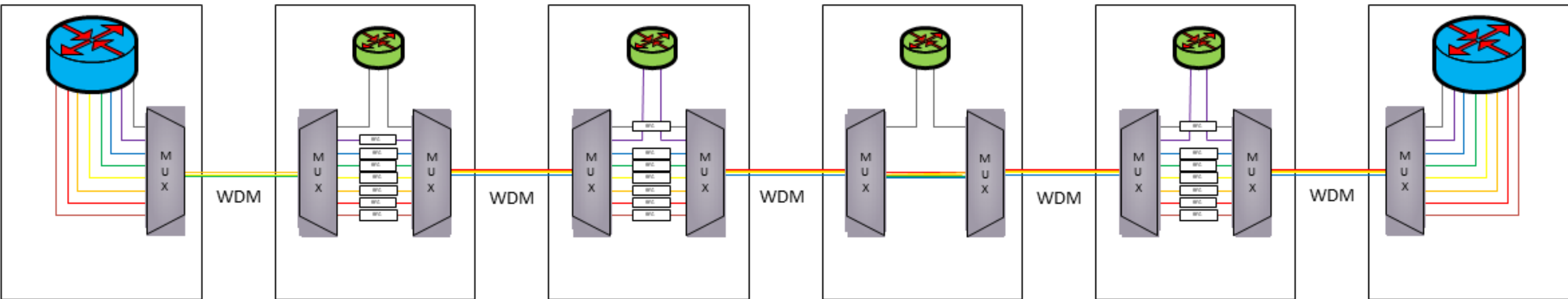
- Services Ethernet L1 1GE/10GE line-rate en OTN via liaison OTU4 et OTUC2 dans le cœur de réseau.
- NMS constructeur « user-friendly » incluant un outil de métrologie évoluée.
- Support de modules cohérents 100G/OTU4 ZR avec haute tolérance à la PMD (modules LR4/ER4 DR OOK -> NOK).
- Support natif de booster EDFA en form-factor XFP pour liaisons longues distance (100G-ZR + EDFA).
- Support natif de AC ou DC 1+1.
- Support du Dying Gasp [châssis 2D < 90W] (petite batterie intégrée au châssis juste suffisante pour envoyer trap si crash power).
- OTDR en form-factor XFP supporté.
- Chiffrement optionnel en AES-256.



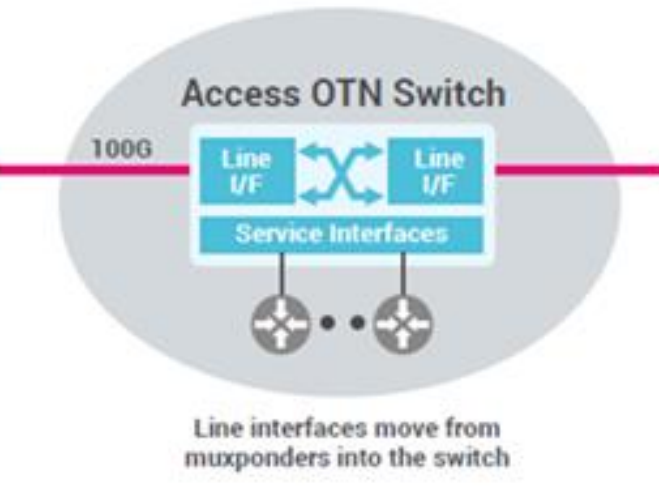
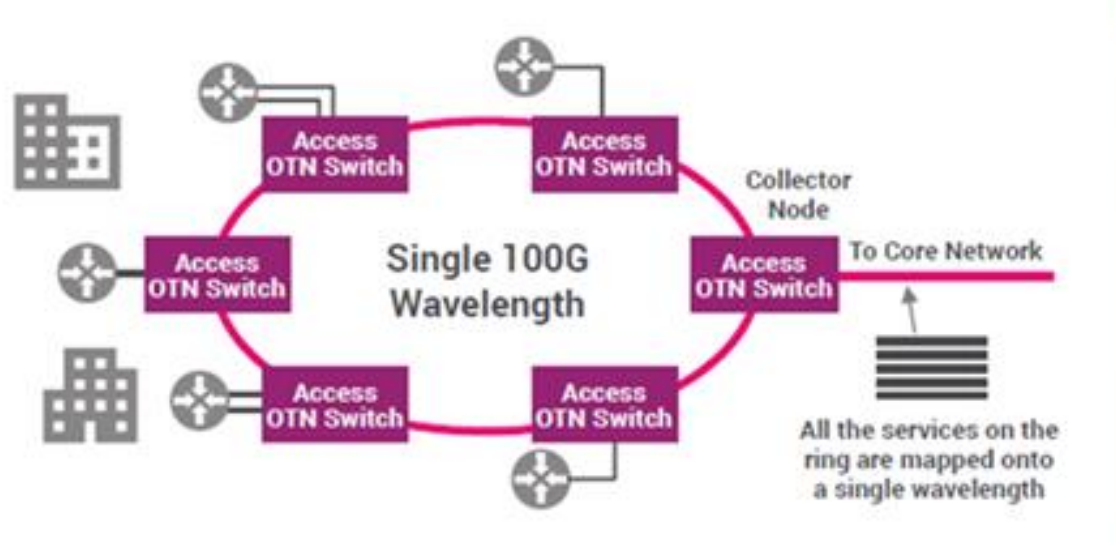
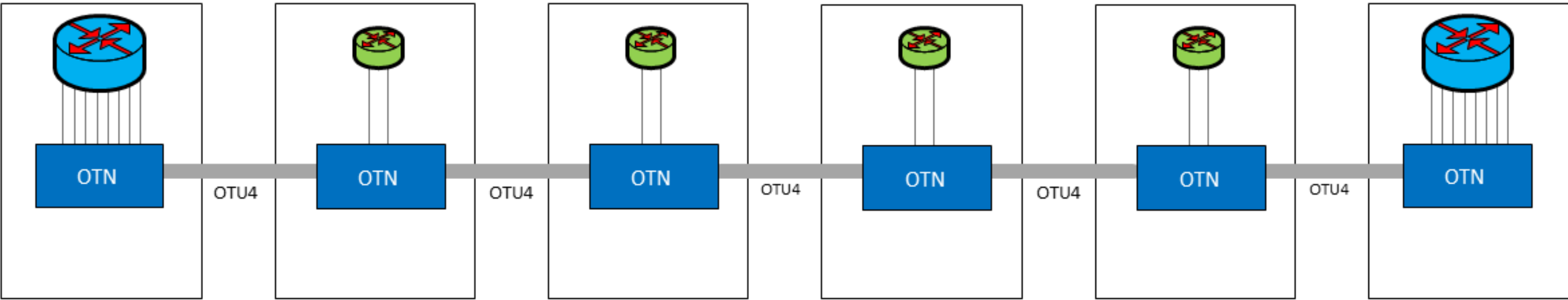
Réseau Optique Francilien : Architecture avant/après



AVANT

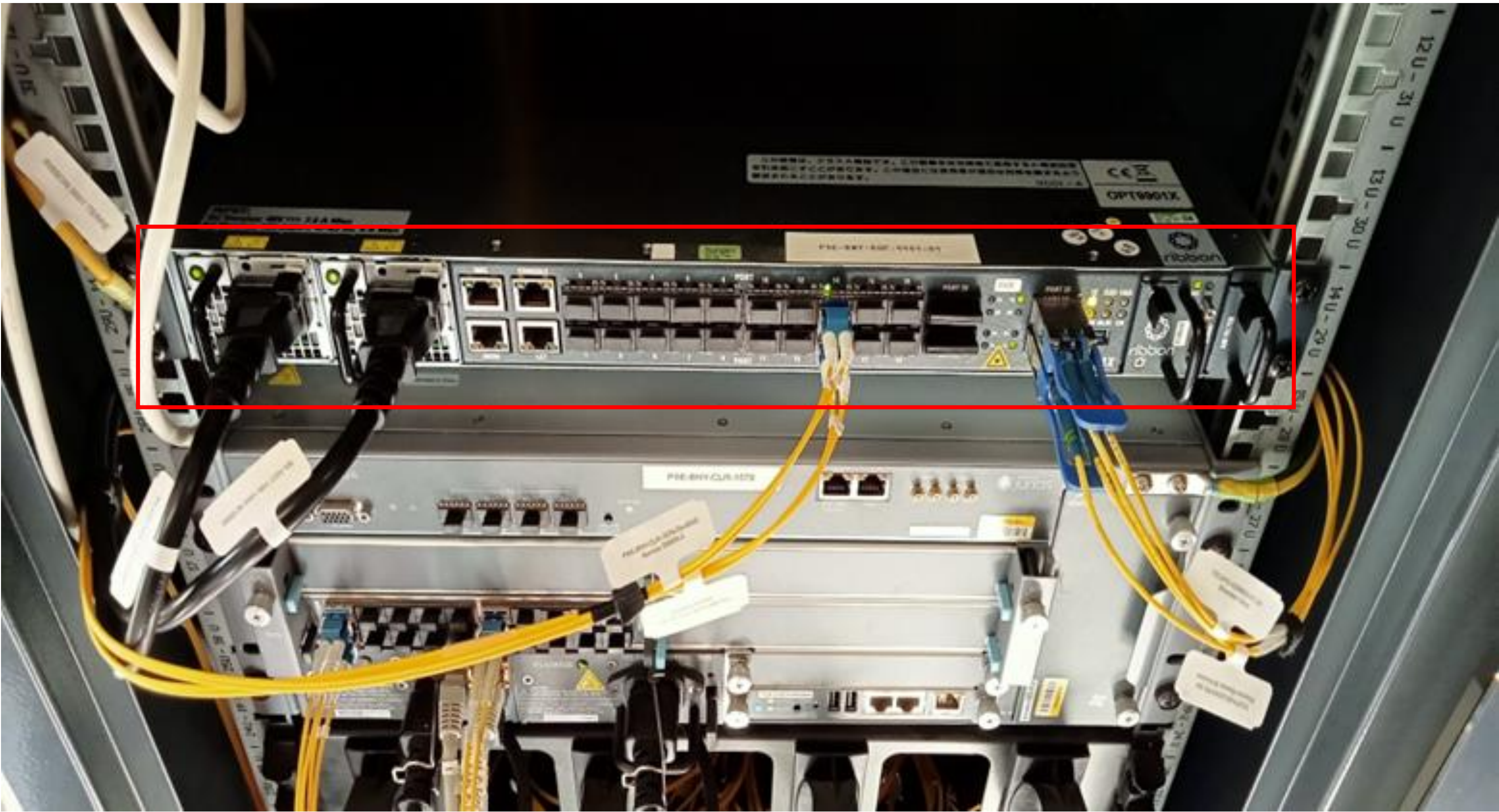


APRES



Réseau Optique Francilien : Illustration d'intégration

AVANT



APRES

Bonnes bières !

(avec modération)



FRnOG