

<i>Travaux pratiques de conception/exploitation de réseaux (2025)</i> TP02 – Backbone Traffic Loading Simulations		Classe T3-a,f
EIA-FR	Jacques Robadey, Amin Amini	V3.0

PLANIFICATION ET SIMULATION

DE LA CHARGE D'UN RÉSEAU

1. INTRODUCTION

Ce laboratoire permet d'apprendre les rudiments de planification pour un réseau complet. Le but est de trouver la topologie la plus adaptée pour le réseau backbone suisse : a) pour un trafic uniforme : équipotentiel entre les nœuds et b) pour un trafic provenant de 2 Datacenters qui génèrent tout le trafic TV et qui servent de Peering Point Internet.

Ce TP vous permet de comprendre les relations entre la topologie et la charge d'un réseau pour un routage classique. Il est composé de plusieurs parties. Dans la partie introductive vous aller choisir certains paramètres de planification par exemple le modèle de routeur, le routage, le type de lien, etc. Dans la deuxième partie, vous aller utiliser un outil de simulation « Matlab » pour différentes topologies. Dans la dernière phase vous aller analyser et interpréter les résultats des simulations afin de voir quelles sont les topologies les plus adaptées pour des trafics soit uniformes soit centrés sur des Datacenters.

2. OBJECTIFS

Dans ce laboratoire vous allez configurer un réseau backbone de 9 Routeurs pour plusieurs topologies. À la fin de ce travail pratique vous serez capable de :

- Connaître et utiliser les notions de base de la planification de réseau.
- Choisir les différents équipements pour un réseau backbone.
- Déterminer les topologies optimales pour chaque type de trafic.
- Simuler la charge d'un réseau avec une application Matlab.
- Comprendre la façon dont se charge un réseau backbone avec différentes variantes de routage OSPF. *Notez qu'en configuration de base, l'OSPF choisit le chemin le plus court et que lorsqu'il y a plusieurs chemins de longueur minimale, l'OSPF en choisit un. L'application **Matlab par contre a été programmée pour répartir uniformément le trafic sur tous les chemins les plus courts.** L'OSPF peut aussi être amélioré en pondérant différemment certains segments.*
- Expliquer les avantages et les inconvénients des topologies et des routages et donner des solutions pour neutraliser les inconvénients si cela est possible.
- Calculer le coût de la capacité (CHF/Gbs) pour chaque type de réseau.

Voici ci-dessous les trois topologies que vous allez étudier durant ce projet : Notez que les véritables formes de l'anneau et du double anneau sont différentes que celles affichées. En effet la ligne droite BE-GE passe en réalité par Yverdon et ne coupe pas la ligne LS-LUG.

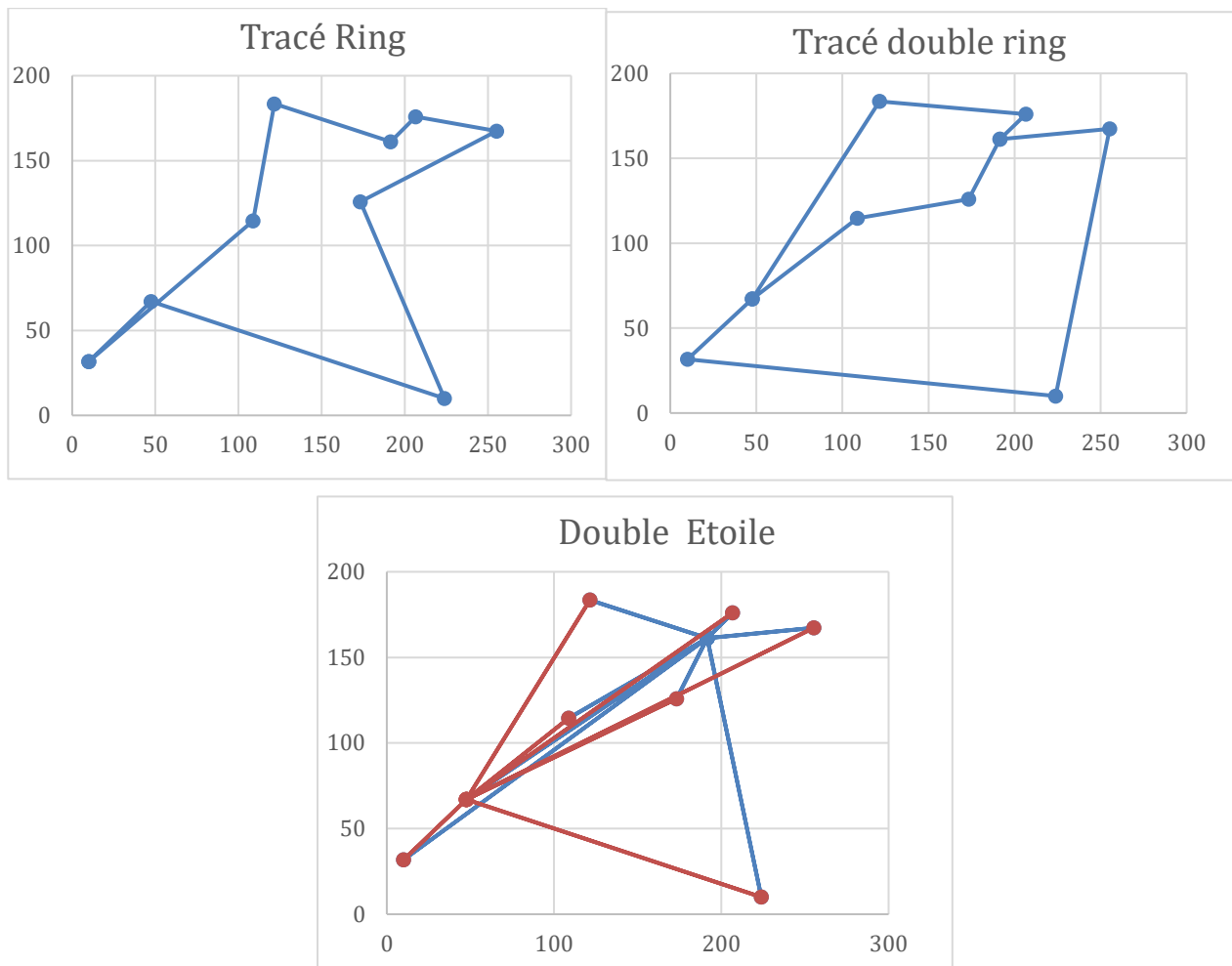
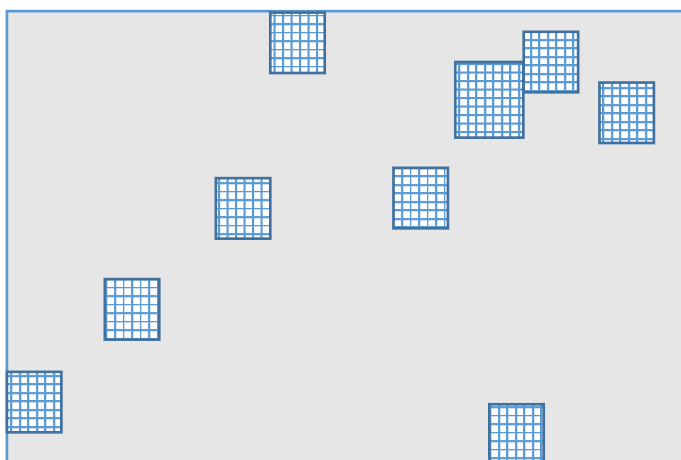


Figure 1 : Tracés pour différentes Topologies

3. BACKBONE SUISSE

La Suisse est très schématiquement modélisée comme un rectangle de 250 x 150 km. Dans cette surface 8 régions de 20 x 20 km et une de 25 x 25 km correspondent aux 9 principales agglomérations. Le reste du pays est considéré comme non habité : Montagnes, Campagnes, Lac. Les bâtiments sont répartis identiquement dans chaque région en suivant un plan en damier comme illustré dans la Figure 2.



Agglomération	habitants
Zürich	1 450 724
Genève	606 779
Basel	561 983
Bern	433 138
Lausanne	443 445
Luzern	243 520
St.Gallen	178 673
Winterthur	146 035
Lugano	151 863

Figure 2 : Le schéma global de la Suisse est donné ci-dessus à gauche avec les statistiques à droite.

P1 : Combien de connexions logiques unidirectionnelles (et bidirectionnelles) nœud_x - nœud_y y a-t-il en tout et expliquez pourquoi ?

P2 : Quel est le nombre de rebonds moyen ? (Téléinformatique 1 ou chapitre 3 de conception de réseaux fixes ou mobiles)

P3 : Combien de connexions logiques passent par un segment ? Dessiner un cercle et neuf nœuds et dessiner toutes les connexions passant par un segment.

P4 : La segment Winterthur-Saint-Gall est rompu. Quels sont le(s) segment(s) les plus négativement touchés au niveau de la bande passante disponible ? Pourquoi ce segment ?

P5 : Y-a-t-il des segments dont la charge a diminué et qui par conséquent, ont plus de bande passante disponible ? Si oui lesquels ? Pourquoi ?

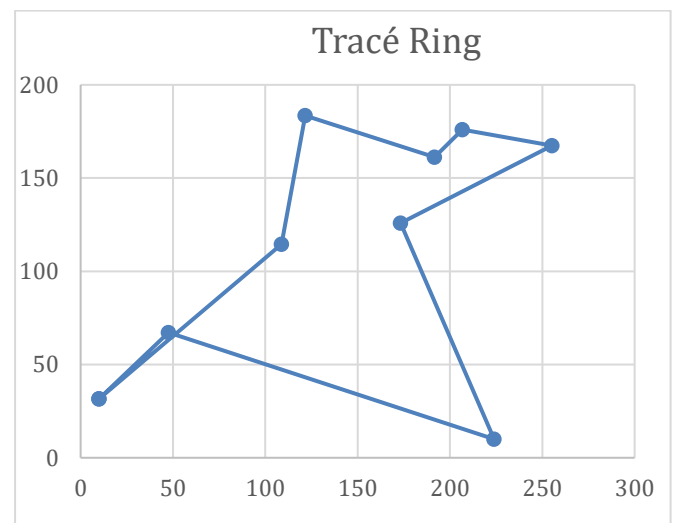


Figure 3 : exemple d'un anneau suisse à 9 nœuds

4. CHOIX DES ÉQUIPEMENTS

Afin d'être cohérent avec les situations réelles, effectuer des recherches sur Internet pour choisir les équipements. Choisissez les modèles des routeurs Cisco qu'on peut utiliser pour un réseau backbone actuel.

P6: Quelles sont les capacités totales de ces modèles (# interfaces * link capacity) et leur prix ?

P7: Quels types de liens sont utilisés entre les routeurs Backbone ? capacité, technologie, pour les 3 premières couches OSI.

5. SIMULATION RING

Il est important de se connecter sur les machines avec l'acompte suivant :

Username = . \isc Password = 1nfo\$ystemCom

1. Créer un répertoire Conception/TP02 sur le disque D du PC de labo. Aller sur moodle et importer les routines Matlab du TP02 et les charger sur le répertoire créé dans le PC de labo. Ouvrir Matlab en tant qu'administrateur. Cliquez sur le fichier Matlab batch.m.
2. Allez dans le code du batch et mettez en commentaire toutes les topologies avec le signe % :
▶ **%[G,XY] = getgraph**..... sauf **[G,XY] = getgraphRing(z)**. **z** désigne le nombre de nœuds. Cliquez sur run :
3. Sauvez la figure sur une clé usb ou sur votre ordinateur en format « enhanced metafile : *.emf ».
4. Enlever le lien entre les nœuds x et y (modifier le code de la routine : en ajoutant une ligne avec $G(x,y)=0$; $G(y,x)=0$) et cliquer sur run. Contrôler les réponses de la P4 et P5.
5. Changer ensuite le scénario en Double Ring, puis répéter le point 1 et changer le 2 en Double Ring afin de visualiser les différences des topologies. Vous pouvez changer le double Ring en enlevant un lien pour le mettre ailleurs : $G(x_{new},y_{new})=1$; $G(y_{new},x_{new})=1$
6. Faites un réseau maillé (correspondant en fait à 4 Rings) en ajoutant les nouveaux liens nécessaires avec $G(x_{new},y_{new})=1$; $G(y_{new},x_{new})=1$

Questions

- P8: Décrire la figure Matlab dans le cas d'une topologie Ring?
- P9: Expliquer le graphique obtenu par la simulation du scenario DoubleRing ?
Y a-t-il amélioration ou détérioration (par rapport au Ring)?
Dans le cas d'une détérioration avec un DoubleRing expliquez comment OSPF peut y remédier (pour Matlab $G(x,y)=1/\text{coût du lien}$).
- P10: Pour le Ring, le DoubleRing et le réseau maillé, quels sont les liens les plus chargés ? Trouver la formule qui vous permet de calculer la «capacité totale du réseau» sans congestion (comme présenté dans le cours au chapitre 3) et donnez les résultats pour le Ring, le doubleRing et de la topologie maillée. Calculez d'après les coûts trouvés au TP1 le coût par capacité (CHF/Gbps) pour les 3 topologies (les liens ont 100Gb/s).
- P11: Une autre topologie double-ring que celle que vous avez choisi pourrait-elle améliorer la charge des segments ?

6. SIMULATION DOUBLE ÉTOILE

Dans cette partie du TP nous allons implémenter une topologie logique double étoile sur une topologie Ring physique en utilisant WDM. Le multiplexage en longueur d'onde (Wavelength Division Multiplexing en anglais) est une technique utilisée en communications optiques qui permet de faire passer plusieurs signaux de longueur d'onde différentes sur une seule fibre optique, en les mélangeant à l'entrée à l'aide d'un multiplexeur (MUX), et en les séparant à la sortie au moyen d'un démultiplexeur (DEMUX).

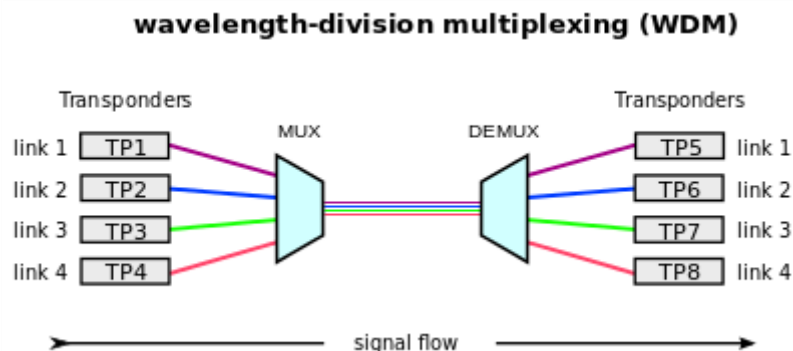


Figure 4 : Système de transmission WDM

Nous allons faire une simulation de double étoile avec Matlab pour les liens logiques. En réalité les liens physiques se trouvent sur une seule fibre. Choisissez la routine Double Star dans le batch.

- P12: Au niveau logique une double étoile peut-elle supporter plus de trafic qu'un ring ou un double ring ou un réseau maillé ? Pour répondre à la question basez-vous uniquement sur Matlab. Donnez le trafic maximal total sans congestion avec la double étoile.
- P13: Calculez le coût du Gb/s avec la double étoile. Pour les coûts de la double étoile prenez les 2 scénarios du TP1 : double étoile logique (avec WDM) et double étoile physique (sans WDM). Quel est le meilleur scénario en (CHF/Gbs) ?

7. TRAFIC PROVENANT DE DATACENTERS

Admettons que nous ne considérons pas la téléphonie (faible trafic).

Tout le trafic est donc un trafic TV provenant de 2 Datacenters (un à ZH et un à LS) et un trafic Internet partant et allant aux peering Points qui sont les mêmes Datacenters. Pour simplifier, nous ne considérons que le downstream, car l'upstream est négligeable. Il faut considérer comme pour le calcul de la capacité totale, que le trafic provient pour tous les nœuds à part égale de ZH et LS. Le trafic se résume donc aux liens donnés au Tableau 1 :

Tableau 1 : Liens où il y a du trafic provenant des Datacenters

Nœud de départ	Nœud de destination
ZH	WI
ZH	SG
ZH	BS
ZH	BE
LS	GE
LS	LUG
LS	LUZ
(ZH)	(ZH)
(LS)	(LS)

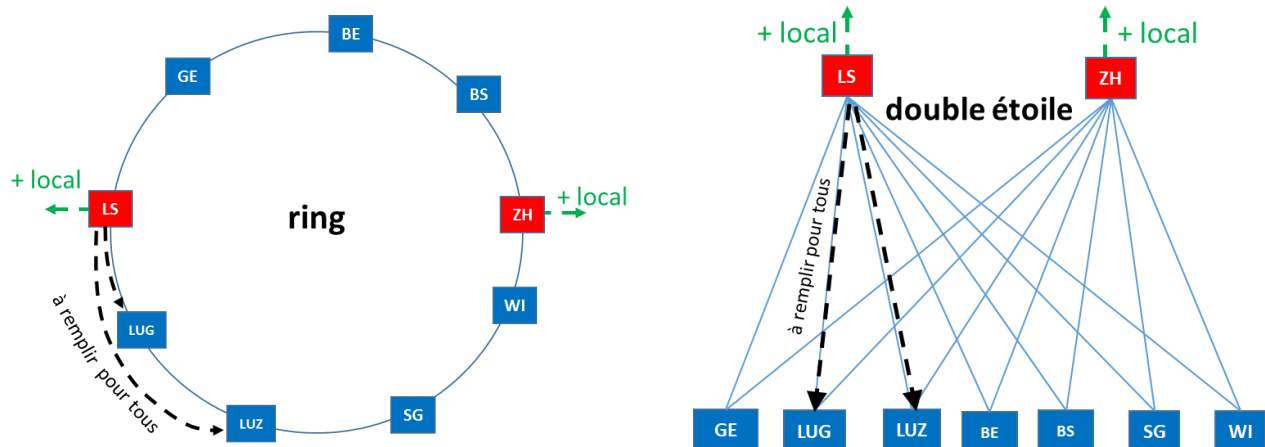


Figure 5 : Topologie anneau et double étoile pour un trafic Datacenter

- P14: Faites une simulation à la main en utilisant un dessin montrant le nombre de connexions DC-ville du Tableau 1 sur chaque segment (de ce que fait l'application Matlab) pour le ring et la double étoile (logique) sans connexion entre LS et ZH. Quels sont les trafics maximaux ? Vous pouvez additionner le trafic des 2 nœuds (LS + ZH) car il existe mais reste en local. Quel est le prix par Gb/s pour le ring et pour la double-étoile ? Dans le cas de la double étoile faites le calcul a) pour une double étoile **réelle** et b) construite par WDM sur un **(double) ring**.
- P15: Un Datacenter tombe en panne. Que se passe-t-il ? Refaites P14 et n'oubliez pas le trafic de LS et ZH

8. RÉFÉRENCES / DOCUMENTATIONS

- [1] Support de cours

9. TEMPS À DISPOSITION ET RAPPORT

La séance dure 4 périodes. Un rapport doit être rendu au plus tard 7 jours après le TP.

10. ANNEXE