

Retour d'expérience sur le premier bâtiment universitaire câblé en fibre optique

Gabriel Moreau, Olivier De-Marchi

Laboratoire LEGI - UMR5519 - CNRS / UJF / Grenoble-INP - France

17 novembre 2015

Cette présentation est sous : LICENCE ART LIBRE

<http://artlibre.org/>



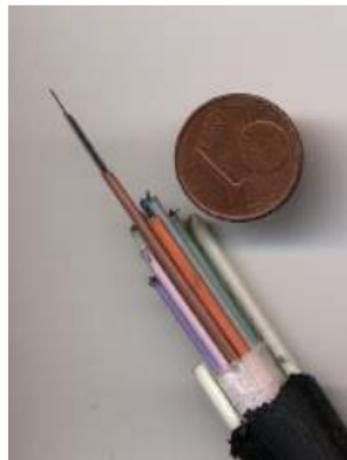
Quelques éléments de langage...

Histoire

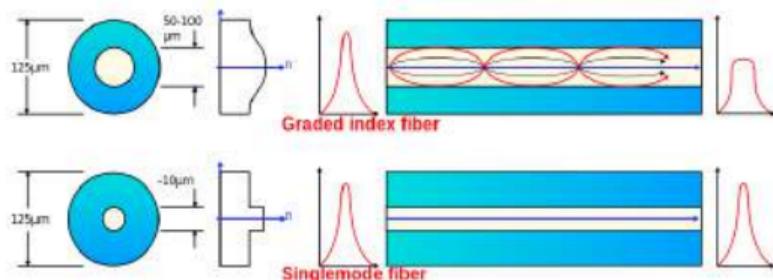
- 1977 : Première liaison en fibre optique à Chicago
- 2012 : Record de débit (laboratoire) : 1 petabit/s sur 52,4 km

FFTO

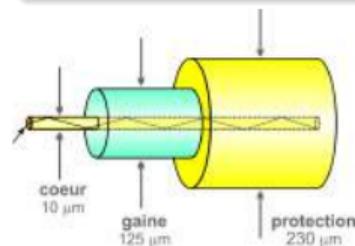
- Fiber To The Office (Voir FFTH...)
- Objectif : amener la fibre jusque dans le bureau
- Pose d'un câble fibre optique vers des boîtiers de dérivation
- Jarretière fibre entre le boîtier et le bureau
- Micro-commutateur dans la goulotte
- Connexion poste de travail par câble RJ45 classique



Quelques éléments de langage...



Deux types de fibre aujourd'hui



- **Multimode** (50/125 μm) - laser 850 nm (rouge). Fibre à gradient d'indice réservé pour les courtes longueurs ayant un gros coeur. Fibre chère (OM3, OM4) si besoin de performance (10Gb/s > 100m ou 40Gb/s) !
- **Monomode** (9/125 μm) - laser 1310 nm et/ou 1550 nm. Fibre à saut d'indice à petit coeur, pas chère, multiplexage de longueurs d'onde, bidirectionnel, grande distance (> 10km), débit *illimité* si ce n'est des extrémités (transceivers)...



Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels

Laboratoire de recherche publique en mécanique des fluides

- Environ 150 personnes (moitié permanent, moitié temporaire)
- Deux bâtiments datant du début des années 70 dont un hangar
- Un fort historique expérimental (développement de la houille blanche)
- Des liens forts avec les centres de calcul nationaux (IDRIS, CINES...)

Une unité mixte de recherche : UMR5519

- Fonctionnement avec plusieurs tutelles
- Fonctionnement à la fois simple mais incompréhensible de l'extérieur
- Fonctionnement par projet peu compatible avec le long terme et de l'argent très fléché
- Fonctionnement interne assez autonome (avec le peu qui reste)



Les anciens locaux

- Un bâtiment A de bureau
- Un immense hangar double GH ayant aussi des bureaux



Des nouveaux locaux

- Une très ancienne demande CPER
- Bâtiments rectorats délégués à Grenoble-INP
- Un nouveau bâtiment K de bureau (K'fet, Amphi)
- Une partie utilisée pour rénover un sous ensemble du G

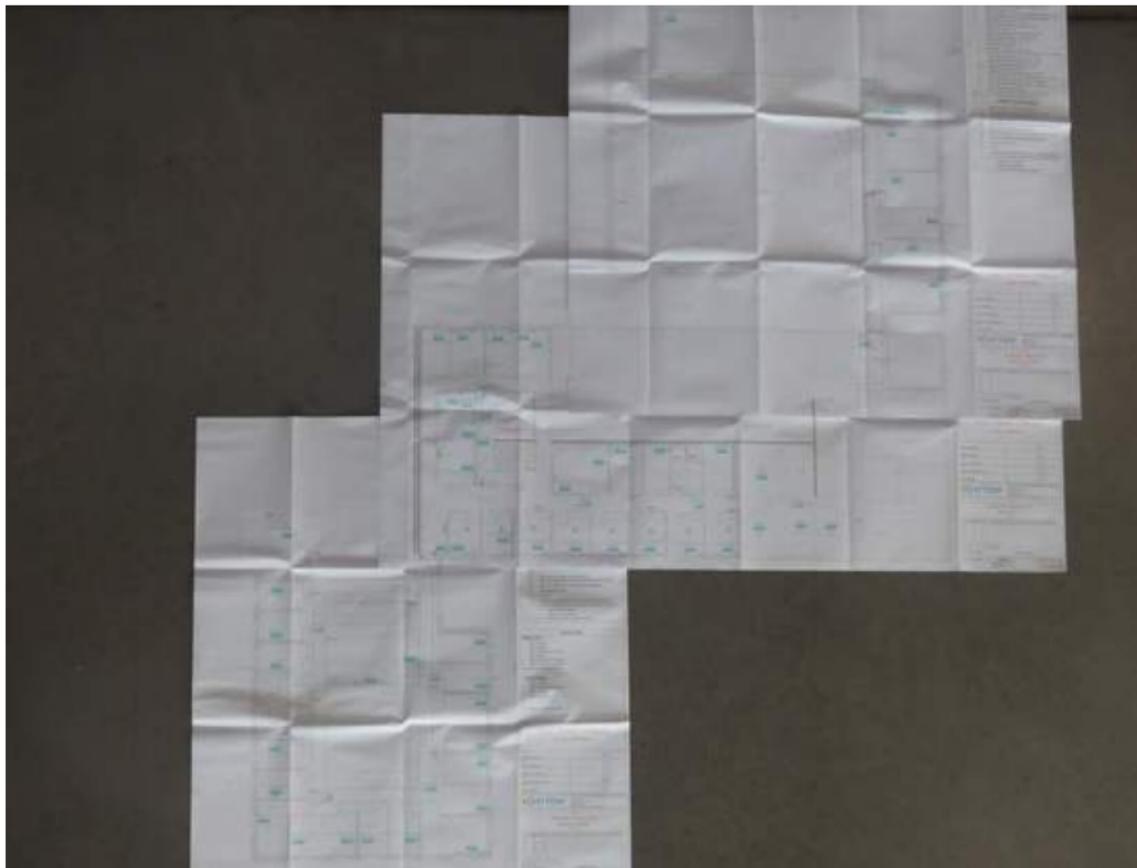


Une nouvelle plaque tournante Coriolis II

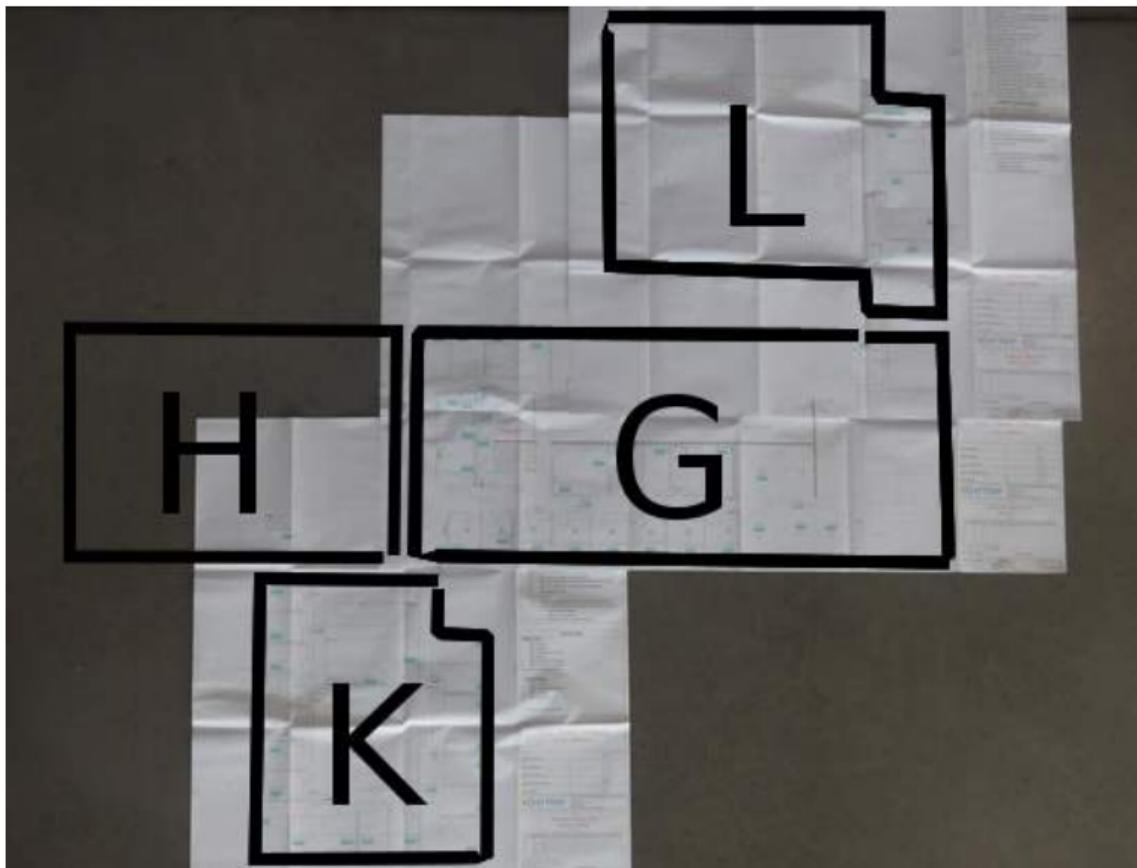
- Problème d'alignement entre Coriolis I et le nouveau tramway. . .
- Reconstruction sur le campus - bâtiment L
- Financement exceptionnel (retard du projet campus)



Plan



Plan



Des expérimentations d'exceptions

- Un canal à houle de 36m
- Une soufflerie
- Une plaque tournante Coriolis II de 13m
- Un tunnel hydrodynamique
- ...



Du numérique depuis plus de 30 ans

- Clusters de calcul en local (640 coeurs)
- Baies de stockage (environ 550To)
- Simulation dans les centres régionaux et nationaux (calcul jusqu'à 16000 coeurs par exemple)
- ...



Mettre les données au coeur du projet

- Acquisition des données de plus en plus volumineuses (par caméra rapide par exemple 30000fps)
- Transfert direct vers les baies centrales (pas de cascade de commutateur, du point à point au maximum)
- Traitement en parallèle des images sur le cluster du laboratoire

Opportunité

- Profiter du neuf pour améliorer le vieux petit à petit
- Avoir un système modulaire où ajouter une prise est une opération localisée entre le bureau et le boîtier de dérivation

Mettre les données au coeur du projet

- Une et une seule salle serveur au centre des bâtiments (dans la partie rénovée du G).
Aucun sous local technique
- Un **réseau point à point direct** vers toutes les expérimentations et certains postes de travail pouvant aller à 10Gb/s ou plus à terme (40Gb/s, 100Gb/s)
- Avoir une arrivée 10Gb/s sur la plaque tournante Coriolis II (distante de plus de 75m de la salle serveur)

Limitations

- Tout n'est pas possible
- Budget de départ fixe ! Pas de rallonge possible.
- Officiellement rien pour la rénovation. . .
- Le laboratoire n'est pas le maître d'oeuvre, il n'a pas d'existence légale. Pilotage par une université donc plus de personnes dans la boucle et pas forcément les futurs utilisateurs. . .
- . . .

Double boucle

- Boucle multimode par précaution financière (transceiver) avant **abandon** (inutile)
- Boucle tout monomode

2 boucles + 1

- Boucle K
- Boucle GL
- Boucle H

- Pose très rapide
- Fixe sur la tranche
- Très léger



Double boucle

- Boucle multimode par précaution financière (transceiver) avant **abandon** (inutile)
- Boucle tout monomode

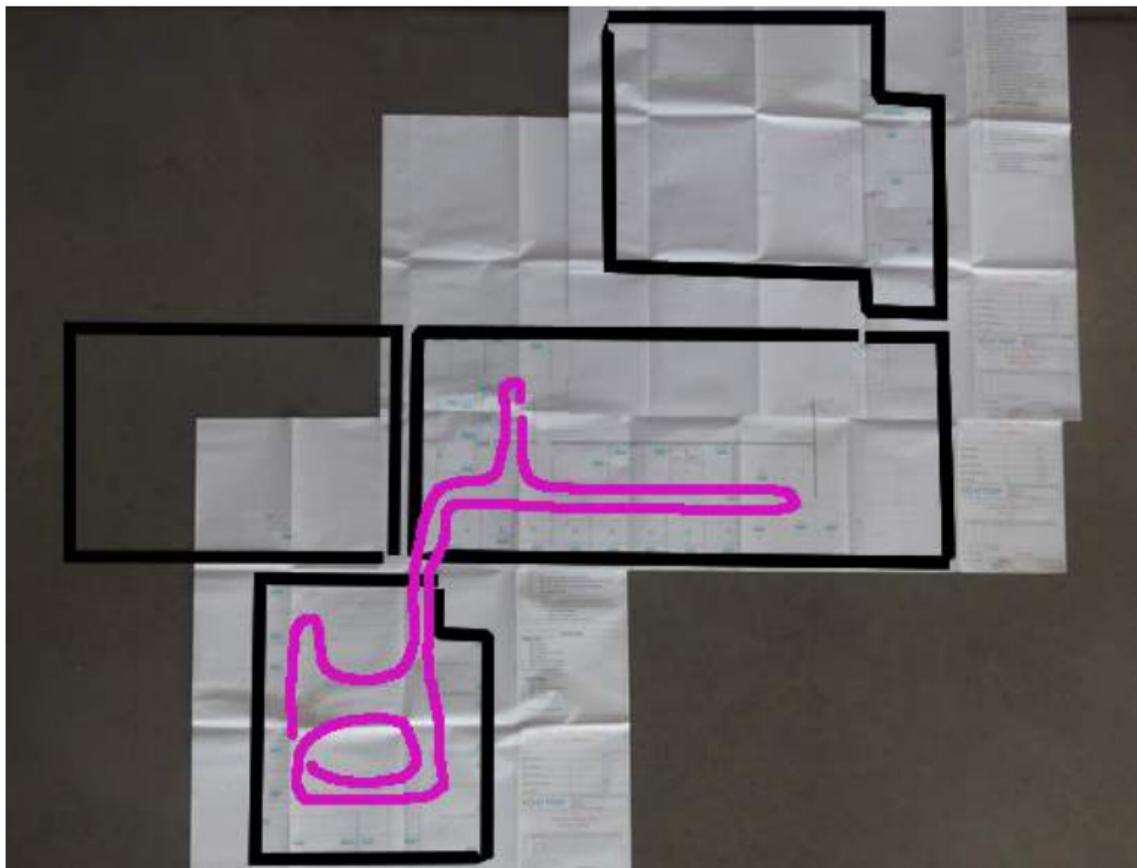
2 boucles + 1

- Boucle K
- Boucle GL
- Boucle H

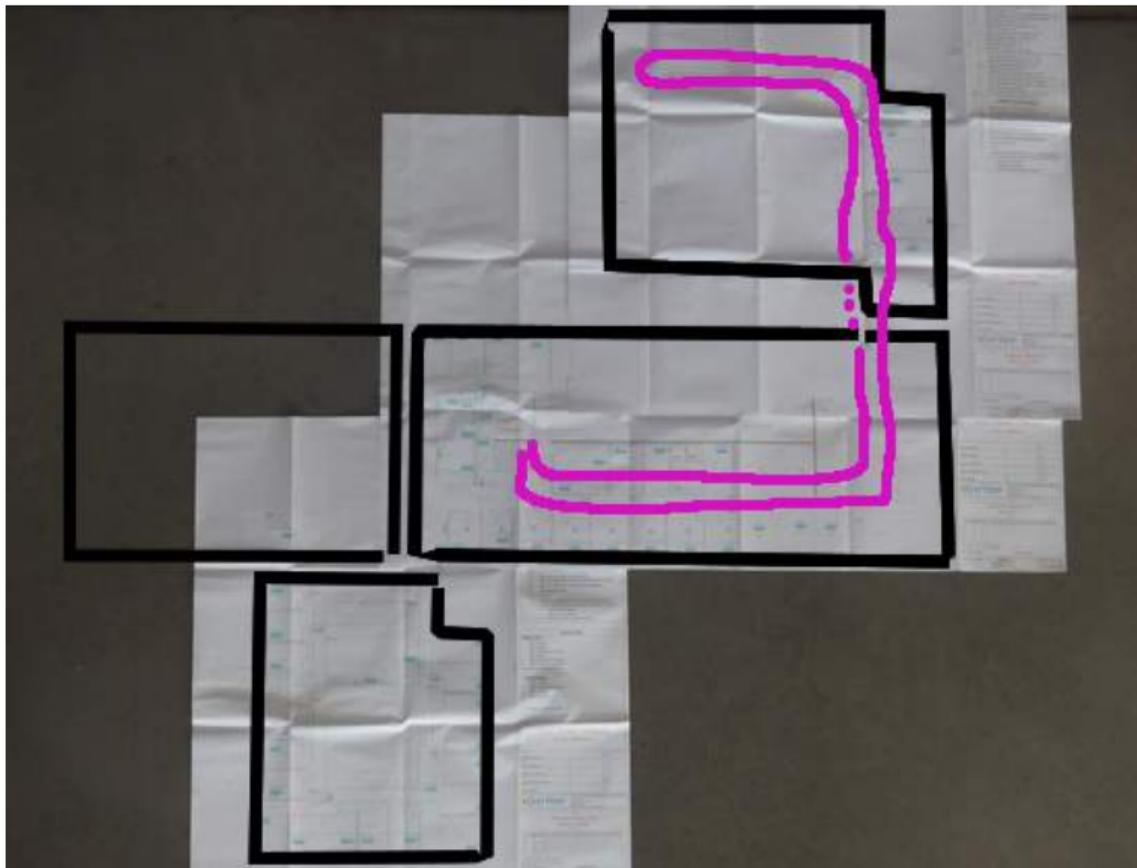
- Deux extrémités
- Tout pré-connectés en LC
- Redondance / Haute disponibilité



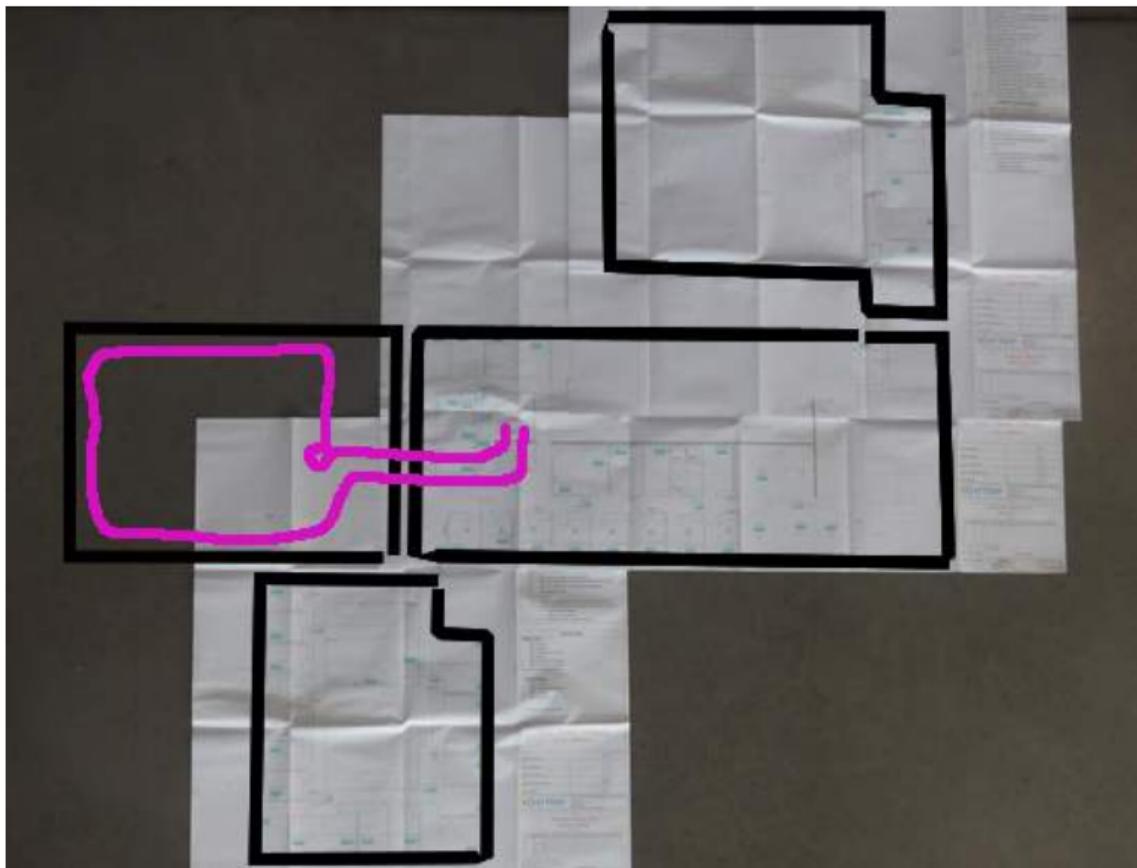
Boucle 1



Boucle 2



Boucle 3



Brassage centralisé

- **Ultra simplifié**, division par 4 du nombre de port (micro-commutateur 6 ports)
- Câblage par défaut en duplex sur deux brins (transceiver moins cher)
- Passage en simplex (bidi) si problème sur un brin le temps de réparer !



Brassage centralisé

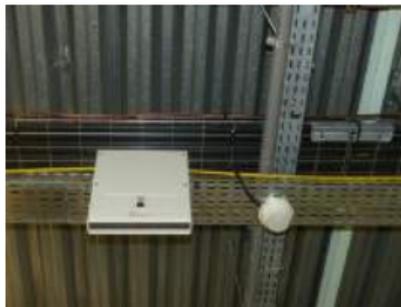
- 4 commutateurs HP Comware A5500 24 ports SFP (ex H3C) 2 modules 2 ports 10Gb/s
- Fusion des commutateurs via IRF sur 10Gb/s CX4
- Prendre des commutateurs acceptant les **transceivers génériques**
- Attention au prix sur les transceivers 1Gb/s (problème si prix de vente > 100€)



Boîtier de dérivation

Deux solutions techniques :

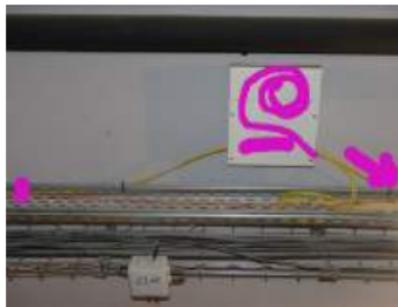
- Couper un des tubes du câble à deux mètres à droite ou à gauche du boîtier et extraire les fibres de ce tube dans le boîtier. Le tube peut être réutilisé dans l'autre sens sur un autre boîtier ;
- Enlever la gaine sur 50cm du câble et mettre tous les tubes dans des cassettes puis couper un tube afin de brancher ses fibres des deux cotés.



Boîtier de dérivation

Deux solutions techniques :

- Couper un des tubes du câble à deux mètres à droite ou à gauche du boîtier et extraire les fibres de ce tube dans le boîtier. Le tube peut être réutilisé dans l'autre sens sur un autre boîtier ;
- Enlever la gaine sur 50cm du câble et mettre tous les tubes dans des cassettes puis couper un tube afin de brancher ses fibres des deux cotés.



Boîtier de dérivation

- Pensez à laisser du **mou** lors de la pose du câble...
- Fusion directe des jarretières venant des micro-commutateurs
- Ou pose de pigtaills et de prises LC-LC au niveau du boîtier (préférable car plus souple)



Boîtier de dérivation

- Boîtier Nexans en tôle robuste pouvant accueillir des cassettes
- 2x12 connecteurs LC
- LC à gauche part à gauche
- LC à droite part à droite
- Possibilité de brancher un micro-commutateur (double port fibre) sur les deux cotés de la boucle - redondance critique

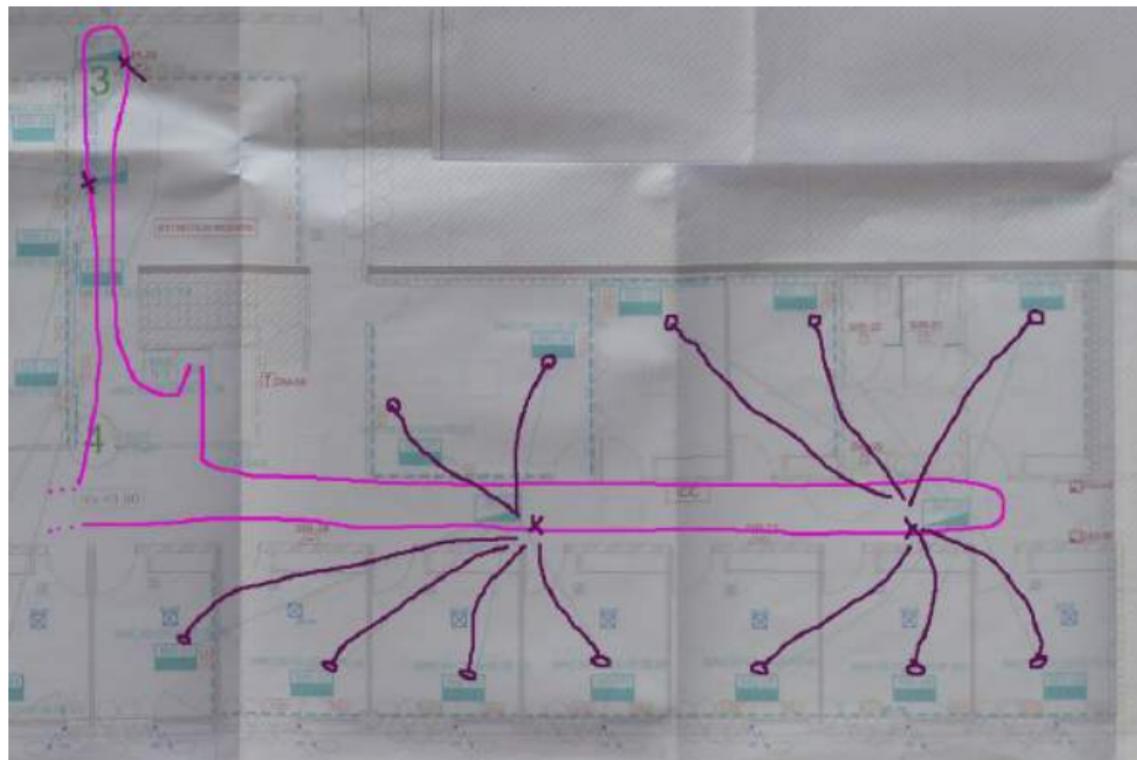


Du boîtier de dérivation au micro-commutateur



- Positionnement des boîtiers de dérivation
- Distribution locale de la fibre

Du boîtier de dérivation au micro-commutateur



- Positionnement des boîtiers de dérivation
- Distribution locale de la fibre

Micro-commutateur - Positionnement / Rattachement

- En position horizontale
- En position verticale
- En boîtier technique 4 ports RJ45 externes,
- 2 ports internes (SFP et/ou RJ45 à la commande), double attachement du commutateur possible (redondance - non utilisé au LEGI)



- Alimentation locale par transformateur 48V dans la goulotte connecté au 220V via la prise la plus proche (ondulée ou non)
- Alimentation 48V par zone possible (non réalisé chez nous) ou globale (attention aux barres de cuivre nécessaire)
- Connexion des PC via un câble standard RJ45
- Connexion de bornes Wifi en PoE (ou PoE+)
- Connexion des téléphones IP en PoE
- Isolation électrique des bureaux et du coeur de réseau
- Décentralisation du PoE+ au plus proche de son utilisation



Micro-commutateur - Interface / P erennit 

- Micro commutateur Nexans GigaSwitch V3 TP SFP-I 48V ES3
- Interface Web fluide, interface SSH, interface SNMP
- Autre marque : Microsens

NEXANS

Advanced Networking Solutions

Switch Management

Description: GigaSwitch V3 TP SFP-I 48V ES3 | Name: swG31-esp-B2 | Location: not defined | Contact: not defined

| Port State | Spanning Tree State | PoE State | Switch Setup | VLAN Table | Local Accounts | Name Setup | Prioritisation/Limiter | Cable Diagnostic | Local Log | Device Info | LOGOUT |

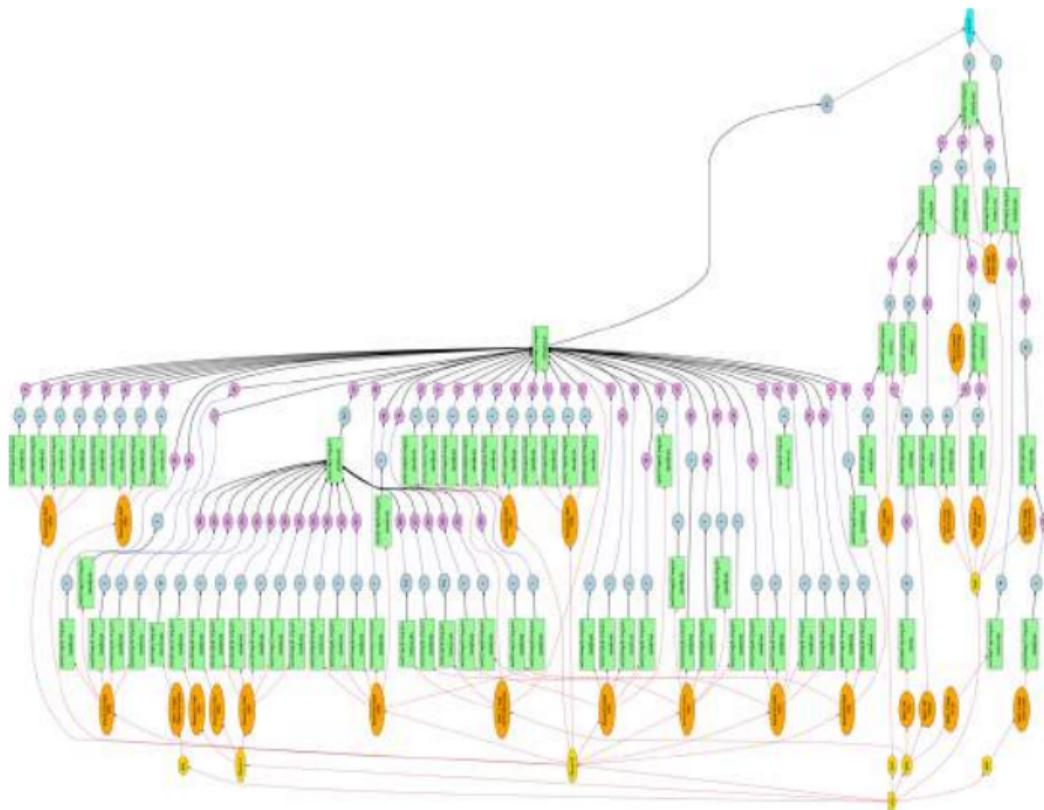
Port State													
Port No.	Port Descr.	Port Name	Link type / Port type	Speed Duplex Setup	Current Link / EEE State	Autocross. Antopol. Setup	Error Counter	Security Mode (MAC Addr./MAC State)	Security State (Allowed MACs Overflow Addr.)	Active Default VLAN-ID	Active Voice VLAN-ID	Active Trunking Mode	Flow Control State
0	MGMT	-	Internal Management	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
1	TP-1	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1000/HEB	Autoneg	no link	ENABLED	0 All Counters	Disabled	Disabled	332	93	disabled	no link
2	TP-2	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1000/HEB	Autoneg	no link	ENABLED	0 All Counters	Disabled	Disabled	325	93	disabled	no link
3	TP-3	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1000/HEB	Autoneg	no link	ENABLED	0 All Counters	Disabled	Disabled	342	308	disabled	no link
4	TP-4	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1000/HEB	Autoneg	no link	ENABLED	0 All Counters	Disabled	Disabled	342	93	disabled	no link
5	UPLINK-SFP SFP Info	<none>	Multi-Downdraft Fiber 1000/HEB	1600FDX	1000FDX	-	0 All Counters	Disabled (Error Class 3 192 s)	Disabled	1	disabled	992,10 tagging	NOT ACTIVE
6	UPLINK-TP	<none>	User TP 10/100/1000/HEB	Autoneg	no link	ENABLED	0 All Counters	Disabled	Disabled	1	disabled	disabled	no link

Micro-commutateur - Administration

- Accès parallèle à N micro-switchs via cluster-ssh
- Pas besoin du logiciel Nexans (qui ne fonctionne pas sous GNU/Linux) car nombre de commutateur < 100

sw128-leg1-82# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 342 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw138-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 341 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw138-leg1-84# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 341 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw131-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 342 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled	
sw131-leg1-82# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 342 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw131-leg1-83# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 332 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw132-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 1000fdx 0 335 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw133-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 341 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled	
sw4082-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw4081-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw4082-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 1000fdx 0 344 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw4083-leg1-81# 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled	
sw908M-leg1-81# 2 TP-2 autoneg eno link# 0 344 93 disabled 3 TP-3 autoneg 1000fdx/EEE 0 344 93 disabled 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw905-leg1-81# 2 TP-2 autoneg eno link# 0 344 93 disabled 3 TP-3 autoneg 1000fdx 0 344 93 disabled 4 TP-4 autoneg 1000fdx 0 344 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw4082-leg1-81# 2 TP-2 autoneg eno link# 0 341 93 disabled disabled 3 TP-3 autoneg eno link# 0 341 93 disabled 4 TP-4 autoneg eno link# 0 341 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled		sw4181-leg1-81# 2 TP-2 autoneg 100fdx 0 341 93 disabled 3 TP-3 autoneg eno link# 0 341 93 disabled 4 TP-4 autoneg eno link# 0 341 93 disabled 5 LPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 LPLINK-TP autoneg eno link# 0 1 disabled disabled	

Micro-commutateur - Supervision



- Utilisation de mon outil (libre) Klask pour savoir qui est où (requête SNMP)
- Carte très en étoile, disparition des cascades de commutateurs
- Supervision avec un serveur Nagios

Zoom sur un exemple unique

Plaque tournante Coriolis II

- Piscine tournante de 13m de diamètre unique au monde (350t)
- Étude de l'influence de la rotation sur les fluides stratifiés (océan)
- Double collecteur tournant
- Portique indépendant en rotation



Zoom sur un exemple unique

10Gb/s sur plaque tournante Coriolis II

- Collecteur tournant supérieur
- Multiple réseau (220V, cuivre, pilotage...)
- Une et une seule fibre monomode au centre
- Utilisation de transceiver simplex (bidi) 10Gb/s à deux longueurs d'onde



Conclusion

- Pourquoi la complexité du cuivre : catégorie 7 / prise GG45 ?
- Pourquoi le multimode (pas de bidi, OM4 chère, courte distante, limitation débit. . .) ?
- Boucle globale monomode + boîtier connecté en LC
- Pose rapide d'une boucle dans un bâtiment
- Installation locale par petit secteur des zones de bureaux
- Parfait en cas de rénovation / extension
- Ensemble des commutateurs facile à gérer
- Baie de brassage simplifiée
- Jarretière glisse mieux et prend moins de place qu'un cordon RJ45
- Distribue le PoE+ dans les bureaux mais pas de PoE en central !
- Éviter le 48V centralisé (au prix du cuivre)

Merci de votre attention

