

# Déploiement d'un réseau en fibres optiques FTTO en milieu occupé

Gabriel Moreau, Olivier De-Marchi

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

25 janvier 2016



**Club Fibres Optiques et Réseaux**

Cette présentation est sous : LICENCE ART LIBRE

<http://artlibre.org/>



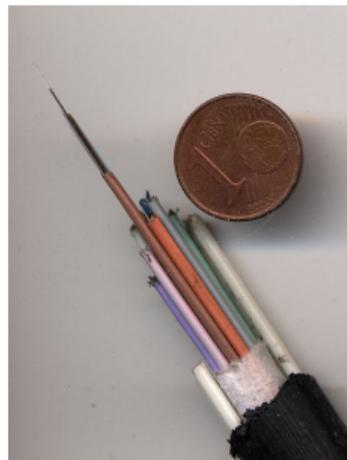
# Quelques éléments de langage...

## Histoire

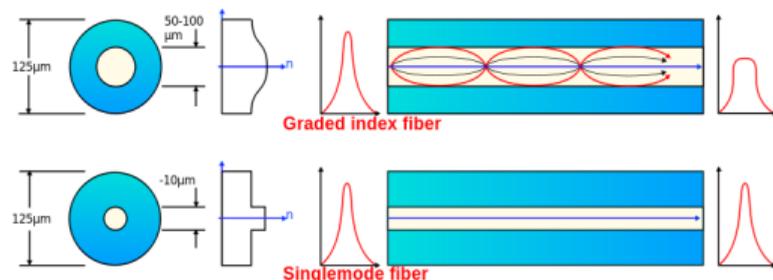
- 1977 : Première liaison en fibre optique à Chicago
- 2012 : Record de débit (laboratoire) : 1 petabit/s sur 52,4 km

## FFTO

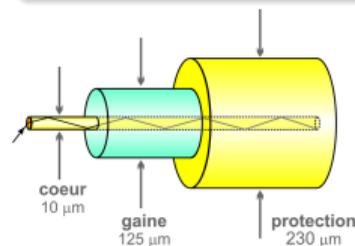
- Fiber To The Office (Voir FFTH...)
- Objectif : amener la fibre jusque dans le bureau
- Pose d'un câble fibre optique vers des boîtiers de dérivation
- Jarretière fibre entre le boîtier et le bureau
- Micro-commutateur dans la goulotte
- Connexion poste de travail par câble RJ45 classique



# 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

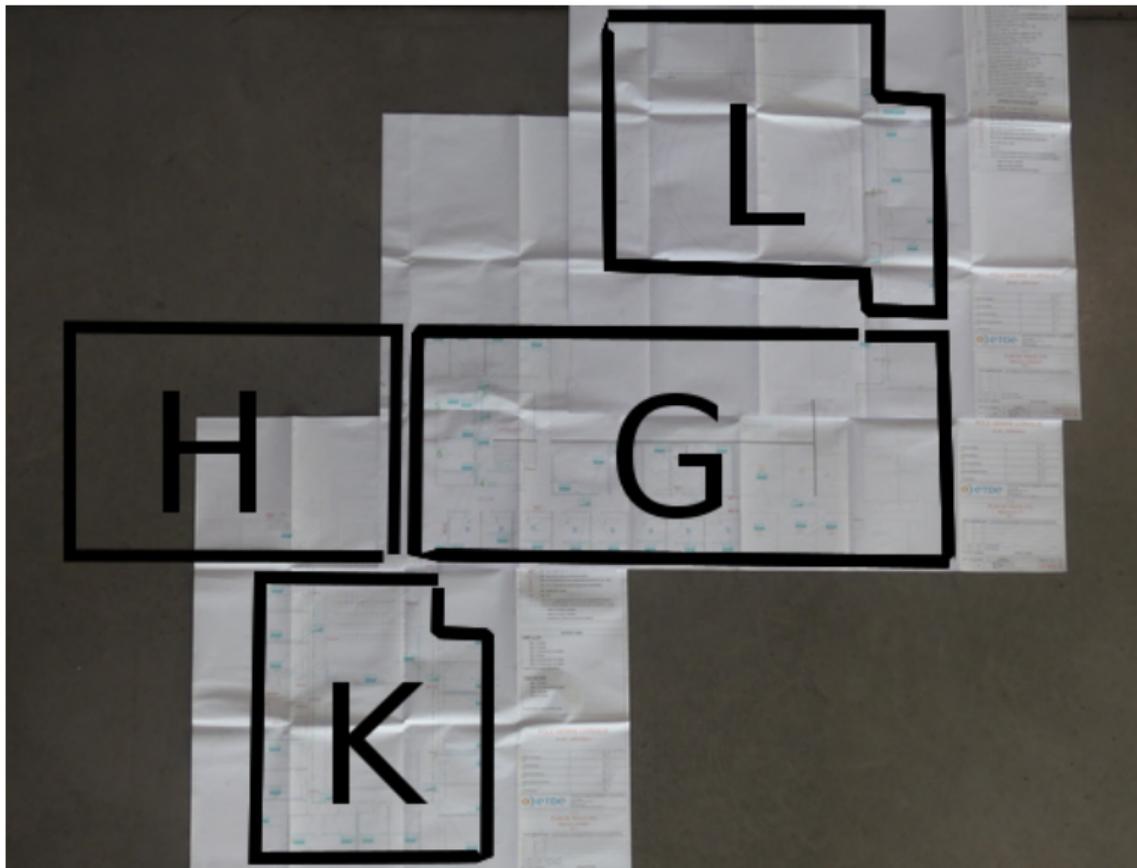


## Une nouvelle plaque tournante Coriolis II

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



# Plan



## 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 (Fort surcoût des fondations)
- 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. . .
- . . .

# Réalisation

## Double boucle

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

## 2 boucles (2013) + 1 (2014)

- Boucle K
- Boucle GL
- Boucle H

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



# Réalisation

## Double boucle

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

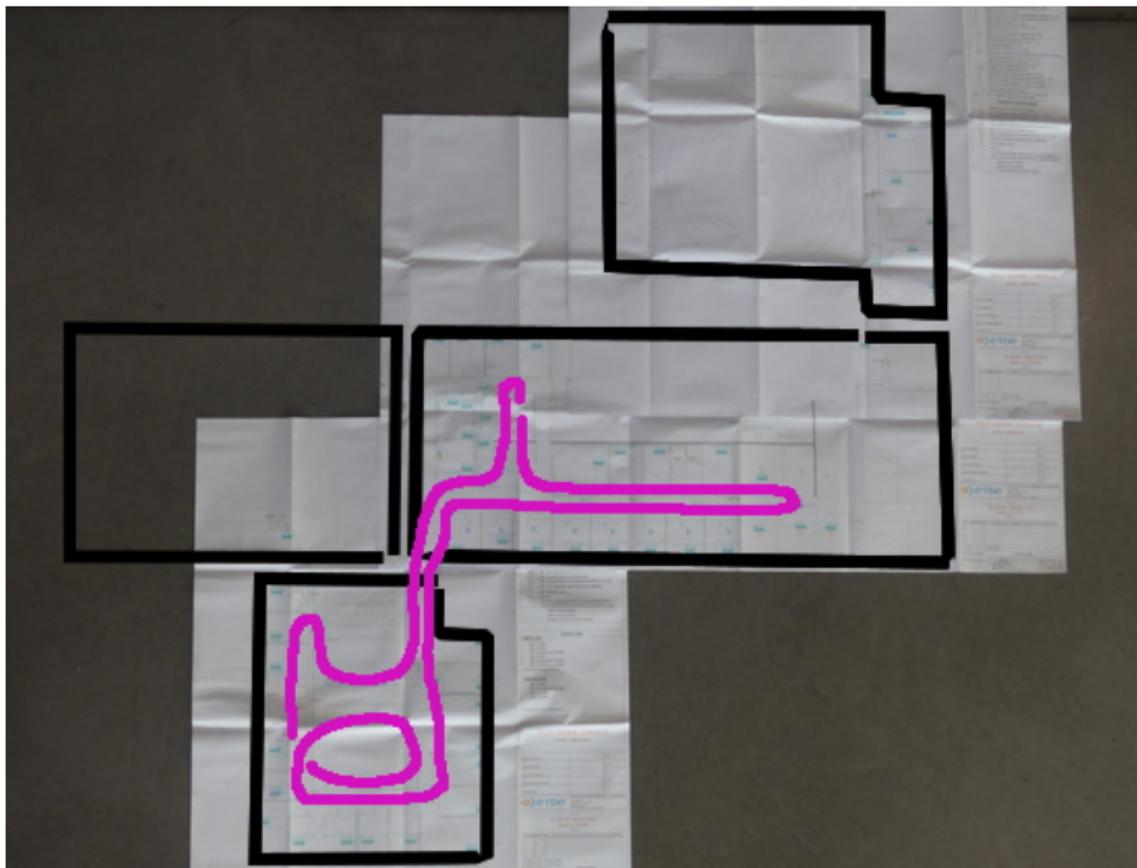
## 2 boucles (2013) + 1 (2014)

- Boucle K
- Boucle GL
- Boucle H

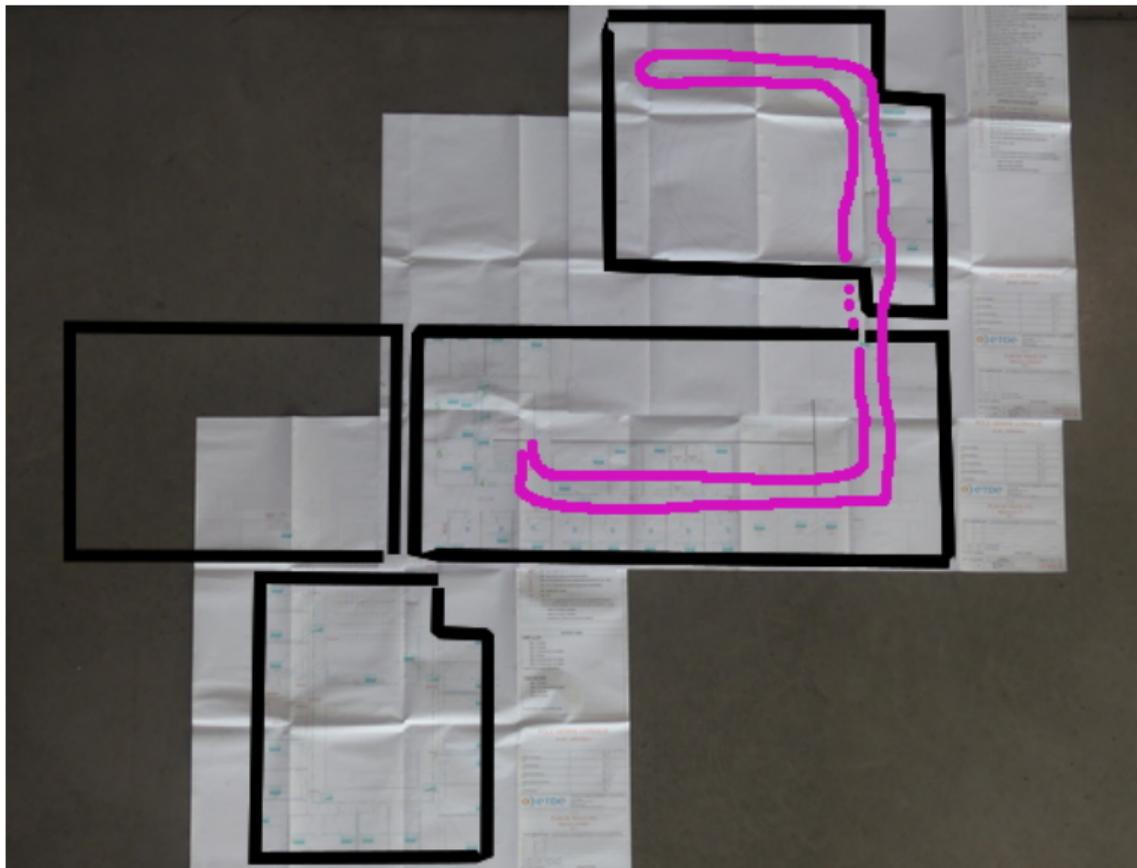
- Deux extrémités
- Tout pré-connectés en LC
- Redondance / Haute disponibilité



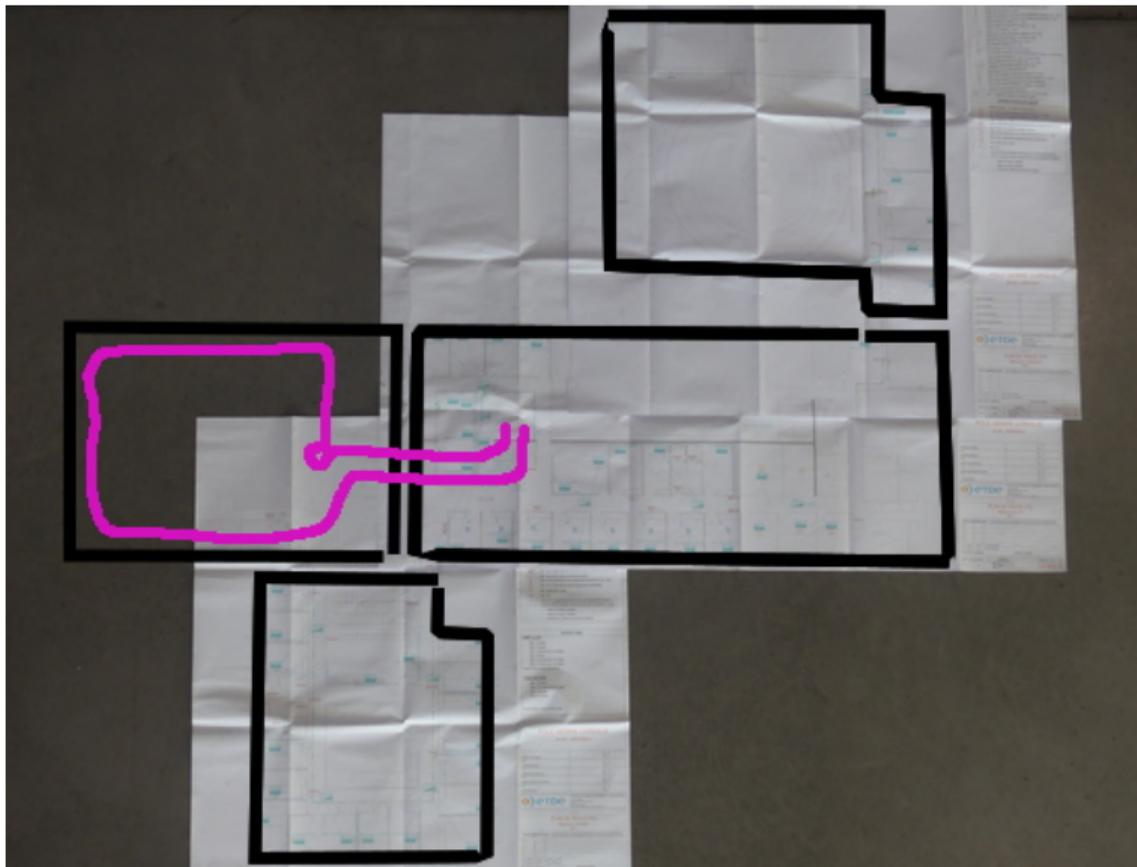
# Boucle 1



## 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 :

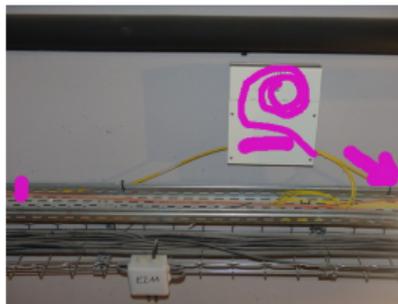
- Couper un des tubes du câble à deux mètres à droite ou à gauche du boîtier et extraire les fibres de ce tube dans le boîtier. Le tube peut être réutilisé dans l'autre sens sur un autre boîtier ;
- Enlever la gaine sur 50cm du câble et mettre tous les tubes dans des cassettes puis couper un tube afin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

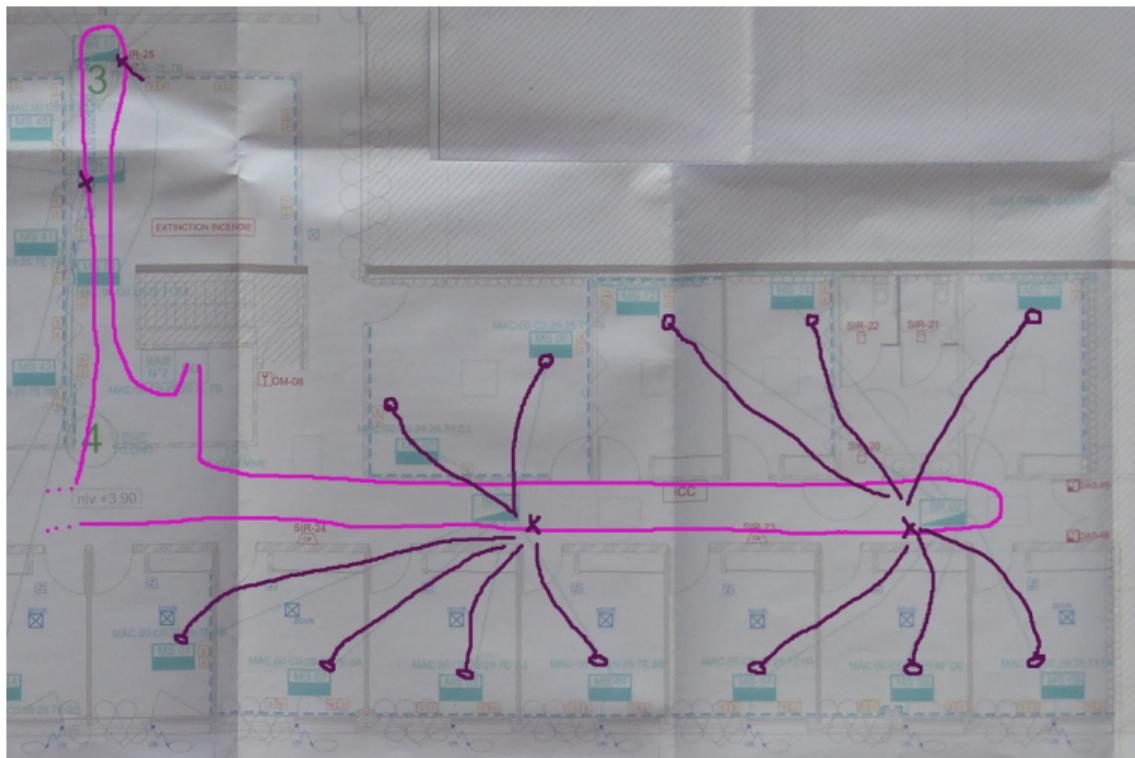


# Du boîtier de dérivation au micro-commutateur



- 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 (galvanique) des bureaux et du coeur de réseau
- Décentralisation du PoE+ au plus proche de son utilisation



# Micro-commutateur - Interface / P erennit e

- Micro commutateur Nexans GigaSwitch V3 TP SFP-I 48V ES3
- Interface Web fluide, interface SSH, interface SNMP
- Autres marques : attention   valider vos protocoles RTSP, VLAN, 802.1X...

NEXANS

Advanced Networking Solutions

Switch Management

Description: [GigaSwitch V3 TP SFP-I 48V ES3](#) | Name: [swG131-leg1-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](#)

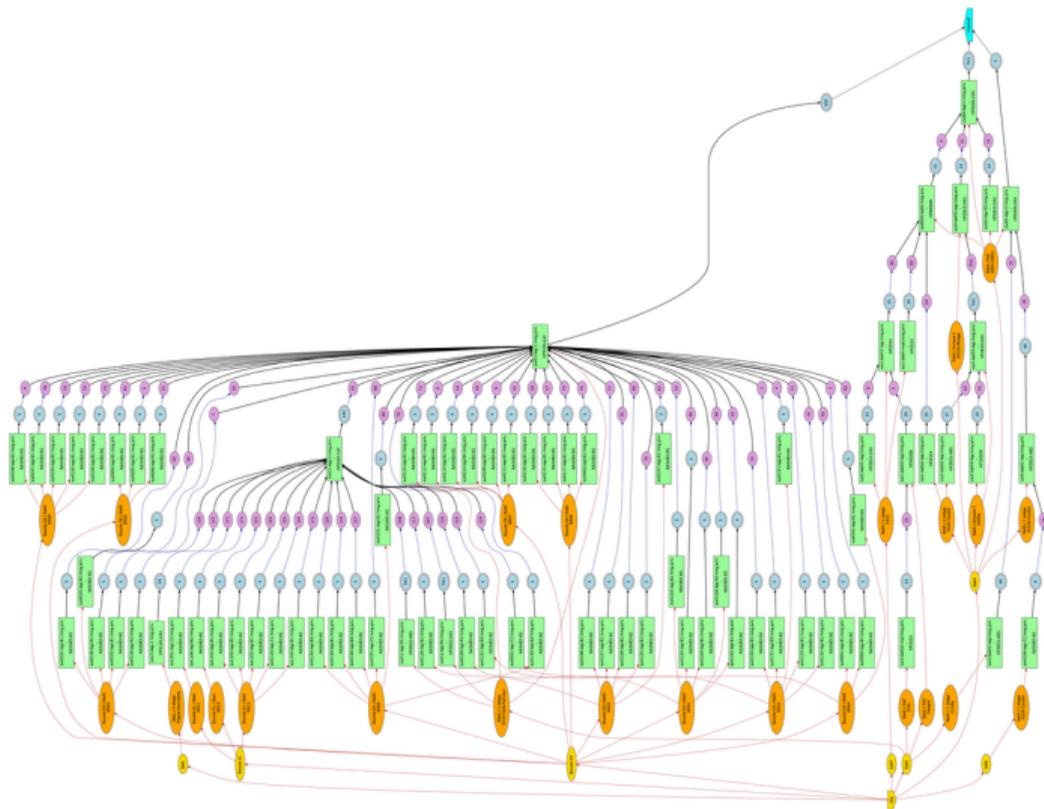
Port State													
Port No.	Port Descr.	Port Name	Link Type Port Type	Speed Duplex Setup	Current Link / IEEE State	Autocross. Autopol. Setup	Error Counter	Security Mode [MAC Addr.][MAC State]	Security State [Allowed MACs Overflow Addr.]	Active Default VLAN-ID	Active Voice VLAN-ID	Active Trunking Mode	Flow Control State
0	MGMT	-	- Internal Management	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
1	TP-1	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1.000 Mbit	Autoneg	no link	ENABLED	0 <a href="#">All Counters</a>	Disabled	Disabled	332	93	disabled	no link
2	TP-2	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1.000 Mbit	Autoneg	no link	ENABLED	0 <a href="#">All Counters</a>	Disabled	Disabled	335	93	disabled	no link
3	TP-3	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1.000 Mbit	Autoneg	no link	ENABLED	0 <a href="#">All Counters</a>	Disabled	Disabled	342	308	disabled	no link
4	TP-4	<none>	User with Loop Protection TP 10/100/1.000 Mbit	Autoneg	no link	ENABLED	0 <a href="#">All Counters</a>	Disabled	Disabled	342	93	disabled	no link
5	UPLINK-SFP SFP Info	<none>	Uplink/Downlink Fiber 1000 Mbit	1000FDX	1000FDX	-	0 <a href="#">All Counters</a>	Disabled [More than 3 Mac's]	Disabled	1	disabled	802.1Q tagging	NOT ACTIVE
6	UPLINK-TP	<none>	User TP 10/100/1.000 Mbit	Autoneg	no link	ENABLED	0 <a href="#">All Counters</a>	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

334 93 disabled 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 342 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	342 93 disabled 4 TP-4 autoneg <no link> 0 341 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	341 93 disabled 4 TP-4 autoneg <no link> 0 341 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	335 93 disabled 4 TP-4 autoneg <no link> 0 341 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled
swG130-leg1-B2#	swG130-leg1-B3#	swG130-leg1-B4#	swG131-leg1-B1#
342 308 disabled 4 TP-4 autoneg <no link> 0 342 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	332 93 disabled 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 333 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	335 93 disabled 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 335 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	341 93 disabled 4 TP-4 autoneg <no link> 0 342 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled
swG131-leg1-B2#	swG131-leg1-B3#	swG132-leg1-B1#	swG133-leg1-B1#
4 TP-4 autoneg 100fdx 0 1 disabled disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled disabled 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	4 TP-4 autoneg 1000fdx 0 344 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled
swK082-leg1-B1#	swK081-leg1-B1#	swK082-leg1-B1#	swK083-leg1-B1#
2 TP-2 autoneg <no link> 0 344 93 disabled 3 TP-3 autoneg 100fdx/EEE 0 344 93 disabled 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	2 TP-2 autoneg <no link> 0 344 93 disabled 3 TP-3 autoneg 1000fdx 0 301 93 disabled 4 TP-4 autoneg 100fdx 0 344 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	2 TP-2 autoneg <no link> 0 301 disabled disabled 3 TP-3 autoneg <no link> 0 335 93 disabled 4 TP-4 autoneg <no link> 0 301 disabled disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled	2 TP-2 autoneg 100fdx 0 341 93 disabled 3 TP-3 autoneg <no link> 0 341 93 disabled 4 TP-4 autoneg <no link> 0 341 93 disabled 5 UPLINK-SFP 1000fdx 1000fdx 0 1 disabled 802.1Q tagging 6 UPLINK-TP autoneg <no link> 0 1 disabled disabled
swK084-leg1-B1#	swK085-leg1-B1#	swK086-leg1-R1#	swK101-leg1-B1#

# 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) - Isolation galvanique bureaux / central

Plus haut col routiers des Amériques  
Premier village à 50km / Pose 2014

