

# TRANSMISSION OPTIQUE

## SFP • AOC • DAC

Cas d'usage et retours d'expérience



Conférence Technique | Ludovic ROBERT, [www.FolanDCS.com](http://www.FolanDCS.com) - Tel: +33 (0) 478 800 810

# AGENDA DE LA CONFÉRENCE

**01** Contexte & enjeux réseau haute densité

**02** Anatomie des composants : SFP, AOC, DAC

**03** Comparatif technique & tableau de bord

**04** Cas d'usage réels & retours d'expérience

**05** Bonnes pratiques, pièges & recommandations

# CONTEXTE & ENJEUX

Pourquoi la transmission optique est devenue incontournable

**800G**

Ethernet en déploiement  
dans les DC hyperscale

**4×**

Augmentation de la densité  
de ports en 5 ans

**<5m**

Distance critique  
où DAC surclasse tout

**70%**

Économie sur la consommation  
énergétique vs. optique actif

## Problématiques terrain

- Explosion des débits : 10G → 25G → 100G → 400G → 800G
- Contrainte de budget CAPEX : ROI immédiat requis
- Interopérabilité multi-vendeurs (Cisco, Arista, Juniper, HPE...)
- Gestion thermique critique dans les salles (high-density)

## Facteurs de décision

- Distance physique entre équipements
- Débit et densité de ports nécessaires
- Contraintes thermiques et consommation
- Coût total (TCO) sur 3 à 5 ans

# LES COMPOSANTS : SFP / SFP+ / SFP28 / QSFP

## Small Form-factor Pluggable (SFP)



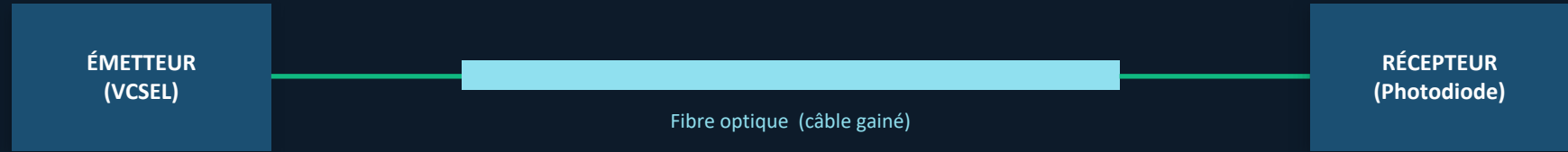
- Transceiver actif (émetteur + récepteur)
- Hot-swappable, standard MSA
- Fibre mono ou multimodes
- EEPROM : diagnostics DDM/DOM

Type	Débit	Longueur d'onde	Portée typ.	Cage
SFP	1G	850nm/1310nm	550m / 10km	SFP
SFP+	10G	850nm/1310nm	300m / 10km	SFP
SFP28	25G	850nm/1310nm	100m / 10km	SFP28
QSFP28	100G	4×25G	100m / 2km	QSFP28
QSFP-DD	400G	8×50G	100m / 2km	QSFP-DD

⚡ SFP+ et QSFP28 compatibles côté cage selon fournisseur

# AOC — Active Optical Cable

Le câble tout-en-un avec électronique intégrée aux deux extrémités



## ✓ Avantages

- Légèreté & flexibilité (faible rayon de courbure)
- Immunité aux perturbations EMI
- Faible consommation vs. SFP classique
- Idéal : 1m à 30m (data center)
- Compatible multi-vitesse : 10G, 25G, 40G, 100G

## ⚠ Limites

- Non réparable (émetteur/récepteur intégrés)
- Diagnostic limité selon firmware
- Coût supérieur au DAC sur courtes distances
- Chaleur aux extrémités à prendre en compte

# DAC — Direct Attach Copper

La solution la plus économique pour les très courtes distances


QSFP28  
Hôte A

Câble cuivre twinaxial

QSFP28  
Hôte B


## DAC Passif

Câble seul, sans électronique active. Le signal électrique traverse directement. Très faible consommation (~0,1W).

 **Optimal : < 3m — ToR vers serveur**

## DAC Actif

Inclut un circuit de re-timing/ré-amplification. Améliore la qualité du signal sur les distances plus longues.

 **Optimal : 3 à 10m — TOR vers ToR**

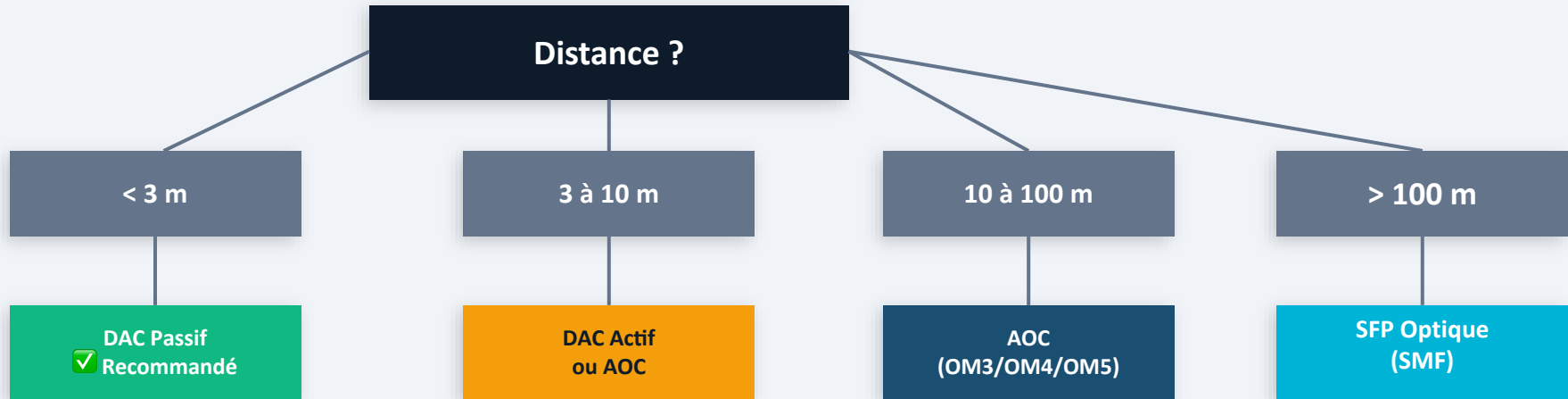
*Important : Les DAC ne traversent pas les répéteurs et ne supportent pas la fibre optique — ils restent intra-rack ou inter-rack adjacents.*

# COMPARATIF TECHNIQUE COMPLET

Vue d'ensemble pour guider vos choix d'architecture

Critère	DAC Passif	DAC Actif	AOC	SFP Optique
Distance max.	0–3m	3–10m	1–30m	jusqu'à 80km
Coût unitaire (100G)	★ ~15–25€	★★ ~30–45€	★★★★ ~60–120€	★★★★★ ~150€+
Consommation	≈ 0,15 W ✓	≈ 0,5 W ✓	≈ 1–1,5 W ⚡	≈ 1–3 W ⚠
Immunité EMI	Faible ⚠	Moyenne	Excellente ✓	Excellente ✓
Diagnostic DDM	Non ✗	Partiel	Oui ✓	Oui ✓
Hot-swap	Oui ✓	Oui ✓	Oui ✓	Oui ✓
Flexibilité câble	Rigide ⚠	Rigide ⚠	Très souple ✓	Souple ✓
Multi-vendeurs	Standard MSA	Standard MSA	Généralement	Standard MSA

# ARBRE DE DÉCISION — QUEL COMPOSANT CHOISIR ?



En environnement EMI fort (salle radio, industriel) → toujours préférer AOC ou SFP optique même sur <5m

# CAS D'USAGE #1 — Data Center Tier-3

Architecture Spine-Leaf 100G/400G — Retour d'expérience

## CONTEXTE

800 serveurs sur 40 racks, interconnectés  
Switch ToR → Leaf : 48 liens 25G/port  
Leaf → Spine : uplinks 100G (x8 QSFP)  
Budget CAPEX initial : 280 000 €

## DÉCISIONS PRISES

Serveur → ToR (<2m) : DAC passif 25G SFP28  
ToR → Leaf (5–8m) : DAC actif 25G SFP28  
Leaf → Spine (10–15m) : AOC 100G QSFP28  
Spine inter-DC (>200m) : SFP28 SMF 1310nm

 Économie CAPEX

**-38%**

vs. full-optique initial

 Consommation

**-22%**

réduction thermique totale

 Déploiement

**3 sem.**

au lieu de 6 prévues

 Pannes DAC

**0,3%**

taux de défaut sur 12 mois

 Leçon : Tester systématiquement la compatibilité DAC tiers / switch avant commande en masse

# CAS D'USAGE #2 — Cluster HPC / InfiniBand

100 nœuds de calcul — environnement EMI élevé (salle radiologique)

## Contrainte EMI

Salle adjacente à équipements IRM et radio. Tests EMC imposés. Les DAC cuivre généraient des erreurs CRC ( $>10^{-6}$ ) sur certains liens, causant des retransmissions et pénalisant les jobs MPI.

## Diagnostic

Analyse DOM/DDM sur SFP actifs : taux d'erreurs x50 vs. spécification. Corrélation temporelle avec les cycles d'activation IRM. Confirmation : bruit électromagnétique 2,4–5 GHz.

## Solution déployée

Migration 100% vers AOC 100G HDR pour tous les liens intra-rack et inter-rack.  
Liens management conservés en cuivre blindé STP.  
Résultat : 0 erreur CRC constatée après migration.

## ROI validé

Surcoût AOC vs. DAC : +18 000 €.  
Gain performance calcul : +11% throughput MPI mesuré.  
Réduction incidents réseau : -94% sur 6 mois.  
ROI < 4 mois.

# PIÈGES À ÉVITER & BONNES PRATIQUES

## ⊘ Ignorer la whitelist constructeur

Certains switches refusent les SFP “non authentifiés”. Toujours vérifier avant achat.

Solution : échantillonnage d’un couple et test

## ⊘ Sous-estimer la gestion des câbles DAC

Un câble DAC 100G-QSFP peut peser 400g pour 5m. Prévoir les guides-câbles et la intégrer leur densité thermique dans les allées froides. La rigidité impose un rayon de courbure min. de 4cm.

## ✅ Standardiser les références

Définir un catalogue interne : 3 références DAC (1m, 3m, 5m), 2 AOC (5m, 15m), 2 SFP SR/LR.

Réduit les erreurs de commande et facilite le stock de rechange.

## ✅ Monitorer avec les DDM/DOM

Exploiter les diagnostics optiques (Tx/Rx power, température, tension, courant laser) via SNMP ou streaming telemetry.  
Seuils d'alerte :  $\pm 3$  dBm vs. nominal, évite 80% des pannes non planifiées.

## 💡 TCO sur 3 ans, pas prix unitaire

Intégrer : prix d'achat + remplacement prévisible + coût de la panne (SLA) + consommation électrique  $\times$  3 ans.

Un DAC à 20€ avec 2% de défaut peut coûter plus qu'un AOC à 80€ si le SLA est critique.

## 💡 Tester avant de déployer en masse

Commande pilote de 10 exemplaires  $\rightarrow$  test BERT 24h + test thermique + interop. switch.

Budget test : 2% de l'ordre global.

ROI : évite le retour de 1000 unités non conformes.

# SYNTHÈSE & RECOMMANDATIONS

0–3m

Serveur ↔ ToR  
(intra-rack)

**DAC Passif**

TCO optimal, 0 consommation active

3–10m

ToR ↔ ToR  
(inter-rack adjacent)

**DAC Actif**

Signal amplifié, fiable jusqu'à 10m

10–30m

Leaf ↔ Spine  
(allées longues)

**AOC**

Légèreté, EMI immunity, débit garanti

>100m

Backbone inter-POP  
ou inter-bâtiment

**SFP Optique  
(SR/LR/ER)**

Portée, réparabilité, diagnostic DDM

 *Il n'existe pas de composant universel — la bonne solution dépend toujours du contexte, du budget et du SLA cible.*

# QUESTIONS ?

---

Ludovic ROBERT, Tel: +33 (0) 614 703 756 – [Ludovic.Robert@Folan.net](mailto:Ludovic.Robert@Folan.net) – [www.Folan.Net](http://www.Folan.Net)

*Retrouver les équipements pour vos Data Center sur [www.FolanDCS.com](http://www.FolanDCS.com)*

*Merci de votre attention*

**Pour aller plus loin:**

- IEEE 802.3 — Standard Ethernet & spécifications PHY
- SFF Committee MSA — SFF-8472, SFF-8636, CMIS 5.0
- Cisco Transceiver Module Group — TAC Note sur la compatibilité
- Tolly Group 2024 — Benchmark AOC vs. DAC haute densité
- FolanDCS - catalogue SFP