Impacts écologiques et développement durable dans la FTTO

Gabriel Moreau
Gabrielle Feltin
Françoise Berthoud

EcoInfo
Groupement de service

LEGI

GRICAD

Quel est le contexte ?

L’Europe s’est donnée comme **objectif « 20-20-20 »**

- Faire passer la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique à 20 %
- Réduire les émissions de CO2 des pays de l'Union de 20 %
- Accroître l'efficacité énergétique de 20 % d'ici à 2020

Source : Europe / Paquet climat énergie

Quel est le problème ?

Le **réchauffement climatique et les ressources**...

- L’économie et le mode de pensée bas carbone se développent partout dans le monde, les télécoms et les réseaux n’y échappent pas !
- La partie réseau participe pour environ un cinquième de la consommation électrique totale de l’informatique.
- Limites / rareté ressources «matérielles» de la planète
- Quid de l’Analyse du Cycle de Vie (ACV) des éléments passifs et actifs de nos réseaux ?

Du réseau **oui** mais **lequel** pour nos enfants ?

Fibre vs Cuivre

- En pratique, il faut du réseau rapide dans nos bâtiments
- Le PoE (Power over Ethernet) est aujourd'hui quasiment indispensable sur nos réseaux (téléphone IP, borne Wi-Fi...)
- À ce jour, trois choix sont possibles :
  - Câblage classique Ethernet cuivre
  - Câblage FTTO fibre optique
  - Réseau dense Wi-Fi
  - Téléphonie 4G / 5G (très peu envisageable)

Les solutions sans fils ne seront pas comparées dans la suite (et il faut bien câbler les bornes, les antennes…) et ne sont pas forcément moins énergivore...

Évaluation des impacts environnementaux

L'**Analyse de Cycle de Vie** (ACV)

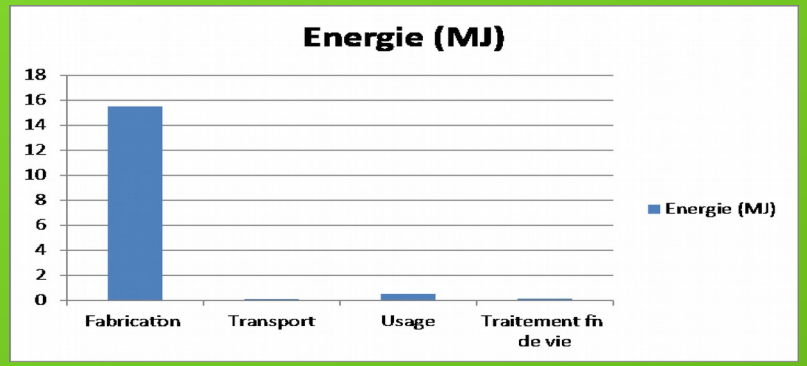
- Approche multicritères :
  - Émissions de GES (Gaz à Effet de Serre)
  - Déplétion des ressources (métaux)
  - Éco-toxicité
  - Acidification des océans
  - Etc. (au moins 40 indicateurs)
- Norme ISO 14040 (1998) à 14043 et NF P 01-010

Mais ...
Demande de l'expertise, des bases de données solides et récentes, étude onéreuse
⇒ Il n'existe pas aujourd'hui d'ACV complète et disponible sur les technologies cuivre, fibre optique
Quelques résultats sont disponibles au travers de « Product Environmental Profile »

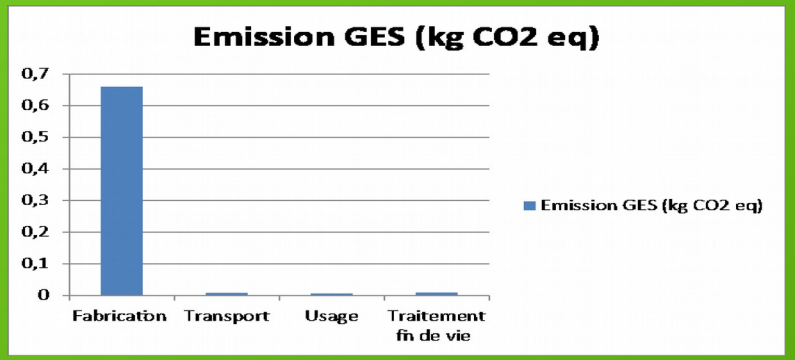
Source : EcoInfo / CNRS / Laurent Revellin

Fiche PEP : Évaluation des impacts environnementaux (câble cuivre)

Indicateur : énergie



Émissions de GES

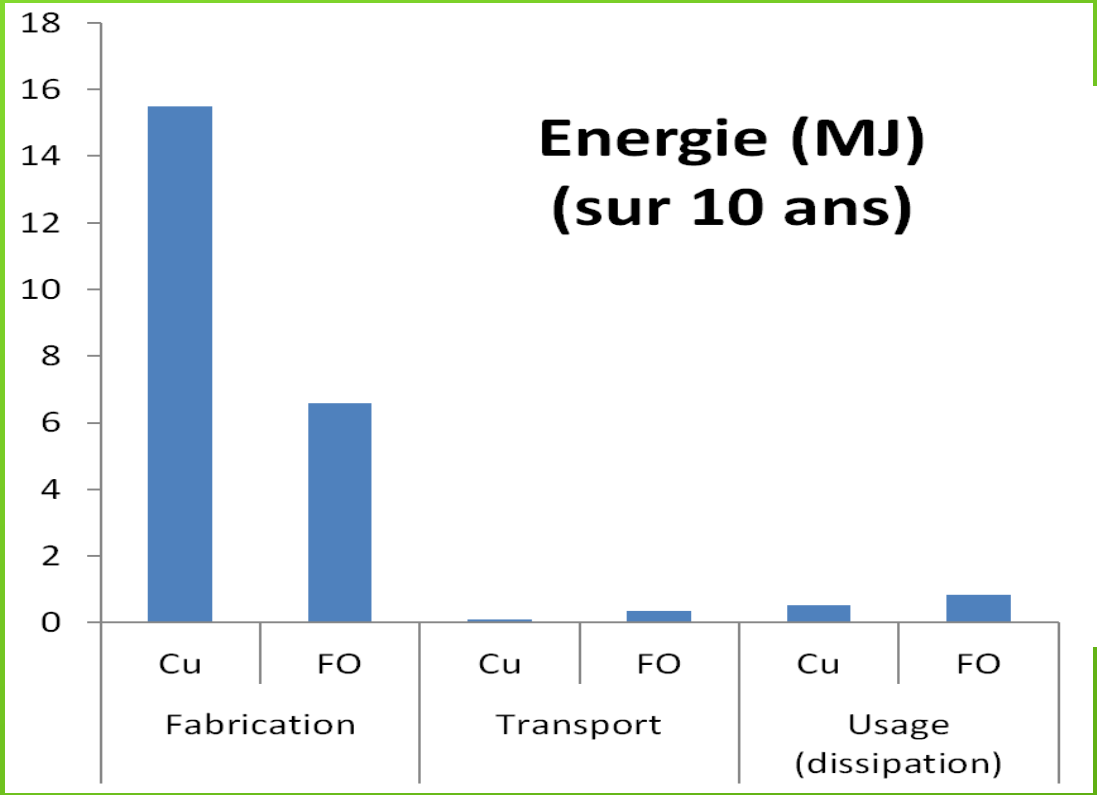


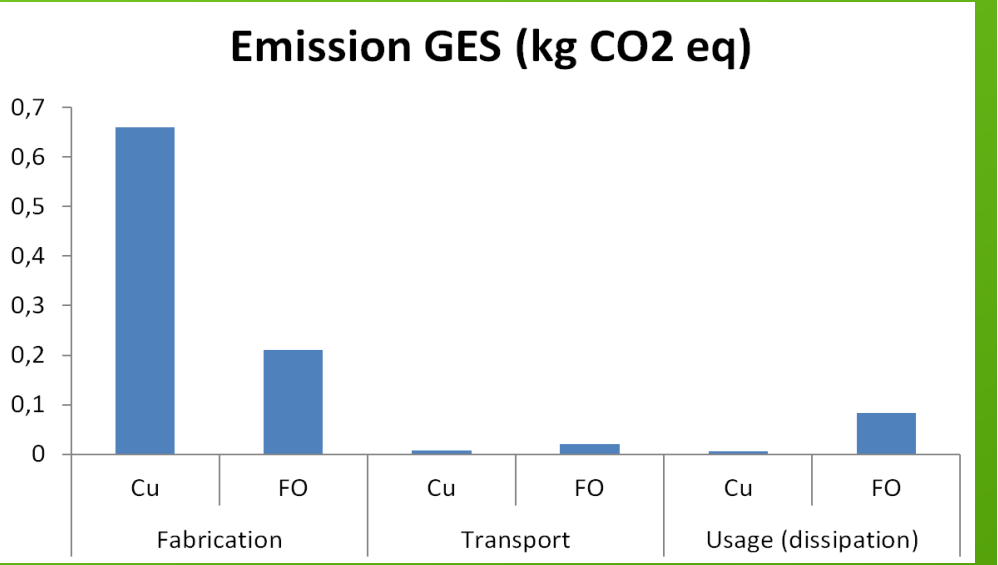
Calculs effectués sur les hypothèses suivantes :

- Fabrication en Europe
- 10 ans d'usage à 17 % d'utilisation
- Recyclage effectué à 1000 km du site d'utilisation initiale du produit

Source : fiche environnementale PEP « Copper LAN Cable Cat 7A LSZH - Schneider »

Fiche PEP
fibre optique vs câble cuivre





Source : fiche environnementale PEP « Fibre LAN optic cables- Schneider » et « Copper LAN Cable Cat 7A LSZH - Schneider »

Conclusion ACV

- Difficile car pas tous les PEP
- Très variables
- Les hypothèses de départ sont importantes
  - Lieu de fabrication par exemple
  - Exemple du câble Nexans SFTP 7 LSZH
    - A la production, consommation de 3,23 MJ
    - Mix energetique est la France

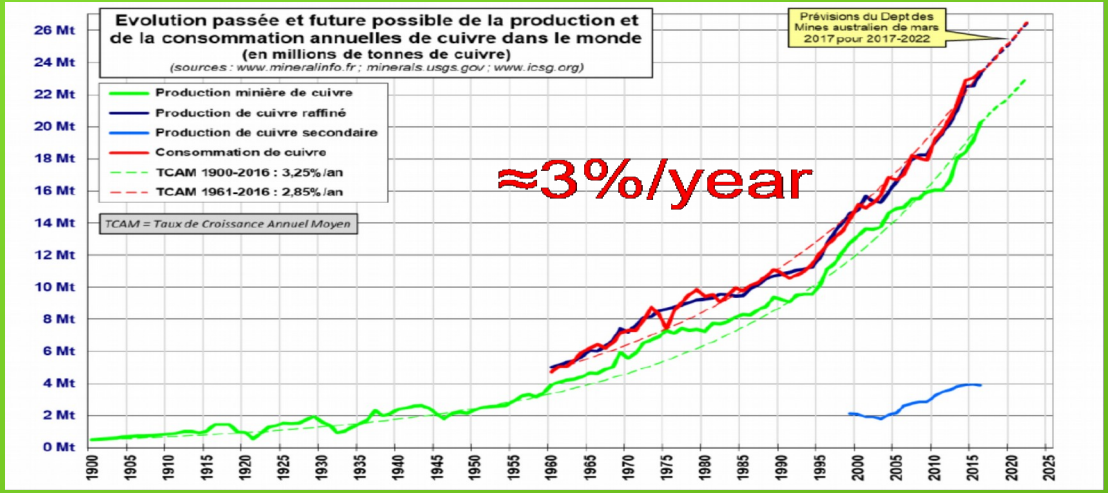
Impacts environnementaux

câble cuivre / fibre

-

Avant et Après

Les réserves en cuivre ?



En dépit des 41 %
de recyclage du cuivre
(en moyenne en Europe)

Si la tendance actuelle
se poursuit (niveau mondial)

- Tout le cuivre contenu dans les 301ers km de la croûte terrestre sera extrait en moins de 800 ans
- Tout le cuivre de l'univers serait extrait en moins de 6000 ans

Quid des r**éserves de tous les autres métaux, terres rares**… ?

Source :
http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Fiches_criticite/fichecriticitecu180205.pdf

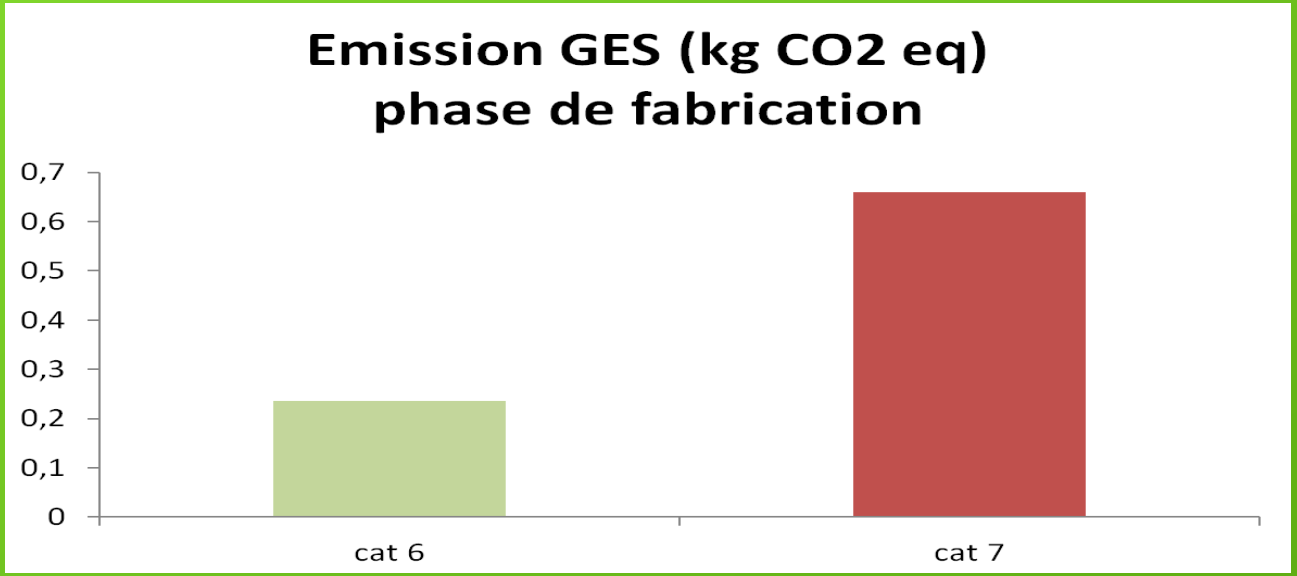
Évolution avec le temps de la technologie cuivre

- Câbles en cuivre
  - De plus en plus complexe à chaque nouvelle génération
  - Des sections de fil (et une masse globale) qui augmentent
    - Catégorie 6 : 65 g/m
    - Catégorie 7 : 137 g/m

L'augmentation du diamètre des conducteurs en cuivre permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre pendant la phase d'usage.

Sources : fiche environnementale « Copper LAN Cable Cat 7A LSZH - Schneider » et « Copper LAN Cable Cat 6A LSZH - Schneider)

Évolution avec le temps de la technologie cuivre



… Par contre la consommation en phase d'usage diminue (en restant sur un débit de 1Gb/s).

Sources : fiche environnementale « Copper LAN Cable Cat 7A LSZH - Schneider » et « Copper LAN Cable Cat 6A LSZH - Schneider)

Fabrication

Câble cuivre vs câble fibre

- Fibre optique monomode
  - 125 µm de diamètre (cœur de 9 à 10 µm)
  - Environ 0,027 g/m de silice
  - Duplex 0,054 g/m de silice
- Rapport de **masse linéique**
  - Cat 6 ~ **430** * Fibre Duplex !
  - Passage en simplex : rapport ~ **860**
  - Câble 26 AWG > **300** * Fibre Simplex

Bilan, un **câblage cuivre pèse très très lourd** sans prendre en compte les autres éléments du câble (blindage)

Installation

- Installation classique en Cuivre
  - Plus de rotation camion
  - Des chemins de câbles dédiés (encore de la matière et de la masse) et donc du volume occupé en faux plafond
  - Des sous répartiteurs : m² perdu, du béton, des plaques de plâtre, de l’éclairage…
- Installation FTTO en fibre
  - Actifs répartis donc un réseau 48V ou 230V (parfois dédié)
  - 4 ports RJ45 en façade → 3 à 4 fois moins de liaisons montantes

Durée de vie - Recyclage

- Estimer la durée de vie d’un câblage
  - Entre 10 et 20 ans pour le cuivre
  - Environ 40 ans pour la fibre (peu de recyclage effectif à ce jour)
- Démantèlement : encore une question de poids ?
- Recyclage par broyage

Recyclage
éléments complémentaires

- Câble Cuivre – Bon recyclage avec tri des matériaux

- Fibre optique - Pas de recyclage de la silice (intégration du verre dans les mâchefers), faible valorisation des plastiques

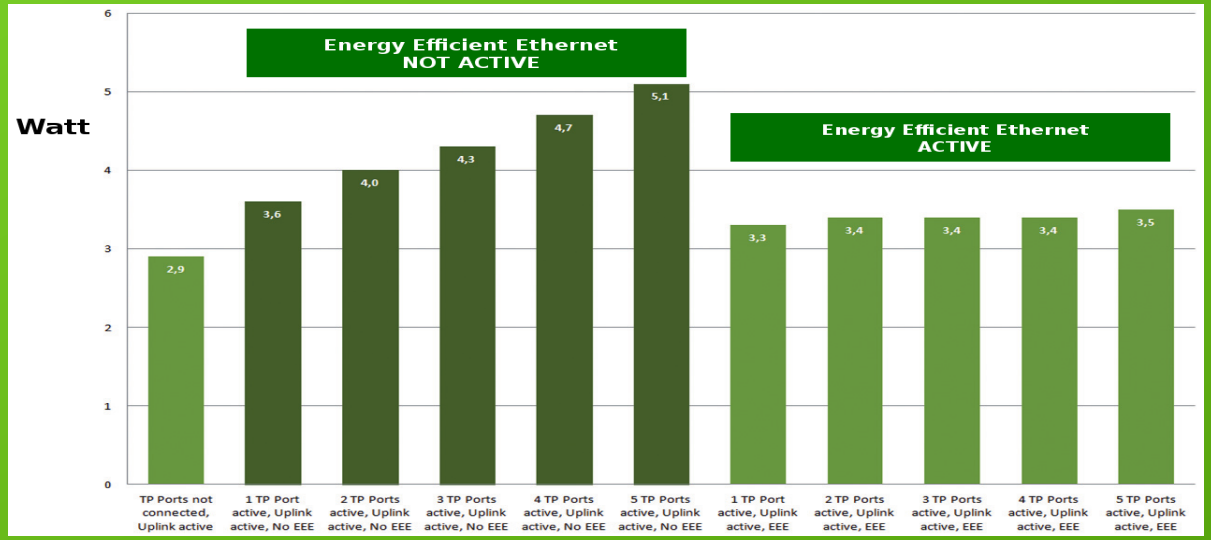
- Quid des éléments d'addition dans les fibres ?
  - Dopage à l'erbium (terres rares) - répéteurs optiques
  - Aluminium, germanium, phosphore, bore, fluor pour modifier l'indice du verre

Le dopage à base de terres rares semble surtout concerner les amplificateurs (répéteur, laser…) et moins les fibres classiques des LAN (distances décamètriques et hectomètriques - assez courtes)

Impacts sur un LAN

Fonctionnement

- Cuivre - Norme 802.3az (2010 - EEE / Energy Efficient Ethernet).
- Consommation réduite de 20 à 25 %



Source : Nexans

Fonctionnement

- **Câblage cuivre**
  - ~ 1 W/port au 1Gb/s (origine 6,5 W/port)
  - ~ 3 W/port pour les commutateurs PoE (même non actif)
  - ~ 5 W/port au 10Gb/s (origine 25 W/port)

PoE (Power over Ethernet)

- 10 à 20% de pertes d'énergie en ligne
- Passage de 50 à 57 V continu (limite du risque pour l'homme)
- Échauffement et vieillissement accéléré des câbles
- Empire à chaque génération de PoE (4PPoE ~ 60W)
- Limitation des débits en fonction de la puissance transportée
- Surchauffe dans le local des commutateurs PoE → Climatisation

Fonctionnement

- **Câblage fibre** – Norme SFP (Small Form-Factor Pluggable)
  - Transceiver max 1 W émetteur, 1W récepteur
  - Consommation ~ 1 W (1,3 W à 120 km !)
    - Pas de transceiver optimisé pour le LAN (< 1 km)
    - Même puissance de ~ 1 W en 10 Gb/s (SFP+) - pas de surconsommation
  - **PoE** (Power over Ethernet)
    - Généré par le micro-commutateur
    - Au plus proche de l'équipement terminal
    - Perte minimale
    - PoE décentralisé → pas de climatisation des commutateurs centraux

Quels enseignements sur les câblages?

- Le câblage en cuivre a plus d’impacts que le câblage en fibre optique en phase de production
- Il manque des données sur la fin de vie, le recyclage notamment du germanium et autres métaux critiques dans le cas de la fibre
- Il manque la consommation électrique en phase d’usage, notamment des équipements actifs associés, les taux de panne...

Conclusion

- Le **réseau** a un **impact écologique loin d'être nul !**
  - L'impact écologique exact de tel ou tel type de câblage n'est pas connu (de nous)
  - Nous ne donnons ici que des **pistes de réflexion** pour vos futures décisions
  - Le choix idéal à l'instant *t* dépend certainement de votre projet
- Pourquoi ne pas éteindre les équipements actifs (nuit, WE...) ?
  - Impact sur les commutateurs, les téléphones IP, les bornes Wi-Fi… ?
  - Impact sur la production ?
- La prochaine **étape pour avancer dans l'étude**
  - Définir un service donné pour une durée déterminée (bande passante, disponibilité...)
  - Définir des modèles de bâtiment
  - Spécifier les équipements actifs
  - Trouver les fiches environnementales des équipements
  - Faire les **évaluations complètes** → Comparaison scientifique envisageable