



FILIÈRE
INFRASTRUCTURES
NUMÉRIQUES

Écoconception des équipements réseaux

**Axes, leviers, freins et
recommandations**

Septembre 2025

**Livre blanc du
GT Environnement
du CSF Infrastructures
Numériques**

Contributeurs :

AFNUM : Stella MORABITO – Charlotte FRICOT – Viktor ARVIDSSON –
Marc CHARRIERE – Paul COLLIGNON – Clara GROJEAN

INFRANUM : Astrid VOORWINDEN

SYCABEL : Laurent GASCA

Relecteurs :

ARCEP : Ahmed HADDAD

DGE : Emma LE BOULICAUT – Louis BILLEROT – Véronique BOUVELLE

Mise en page :

AFNUM : Lucie PEIFFER

TABLE DES MATIÈRES

Résumé executif	4
Introduction	6
1. Contexte et définitions	8
1.1 Qu'est-ce que l'écoconception ?.....	8
1.2 Méthodologie (ACV, PEP, PSR, etc.).....	10
2. Cadre réglementaire et normatif	13
2.1 France	13
2.2 Union européenne	14
2.3 International.....	16
3. Axes d'écoconception sur le cycle de vie	18
3.1 Durant la conception	19
3.2 Durant la fabrication	26
3.3 Durant la distribution	31
3.4 Durant l'installation	34
3.5 Durant l'utilisation : le défi des consommations	37
3.6 En améliorant la durée de vie	41
3.7 Durant la fin de vie	46
4. Leviers et freins	48
4.1 Freins économiques	49
4.2 Chaîne de valeur	50
4.3 Concurrence internationale	51
4.4 Emplois et formations.....	52
4.5 Une complexité réglementaire croissante, frein potentiel à l'écoconception	53
4.6 Le défi des matériaux recyclés	54
5. Recommandations	56
Conclusion	61
Sources	62

Résumé exécutif

La transformation numérique de nos sociétés s'accompagne d'une croissance soutenue de la demande en infrastructures de connectivité. Cette évolution, bien qu'indispensable à la transition économique et sociale, engendre des impacts environnementaux significatifs : consommation d'énergie, extraction de matières premières, émission de GES, production de déchets électroniques et tensions sur les ressources en eau.

Dans ce contexte, **l'écoconception s'impose comme une réponse stratégique et systémique pour réduire l'empreinte environnementale des équipements réseaux**, tout en anticipant les futures exigences réglementaires, économiques et industrielles. Elle consiste à intégrer des critères environnementaux dès la phase de conception d'un produit, en tenant compte de l'ensemble de son cycle de vie.

Les réglementations européennes et françaises jouent un rôle moteur dans cette dynamique. Le règlement européen sur l'écoconception des produits durables (ESPR), le passeport numérique des produits, ou encore les obligations issues de REACH¹, RoHS² ou de la directive DEEE³, imposent une nouvelle exigence de transparence, de circularité et de sobriété. En parallèle, des initiatives nationales – portées notamment par l'Arcep – contribuent à structurer la filière autour de lignes directrices communes.

De nombreux fabricants se sont déjà engagés dans des démarches concrètes qui montrent que les actions d'écoconception sont aussi un levier de performance industrielle, de compétitivité et d'optimisation économique. Pour autant, **les démarches restent aujourd'hui fragmentées.** Les référentiels techniques sont encore en cours d'harmonisation et **les freins économiques, technologiques et concurrentiels pèsent sur la capacité des industriels à investir durablement dans cette transformation.** L'un des défis majeurs tient à l'absence d'un cadre d'évaluation lisible, partagé et opérationnel.

¹**REACH** : [Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals](#) – Règlement (CE) n° 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil relatif à l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et la restriction des substances chimiques

²**RoHS** : [Restriction of Hazardous Substances](#) – Directive 2011/65/UE du Parlement européen et du Conseil concernant la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques

³**DEEE** : [Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques](#) – Directive 2012/19/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques

La mise en place d'indicateurs normalisés, comparables et reconnus est une condition indispensable pour permettre aux acteurs – industriels, opérateurs, acheteurs publics – d'objectiver les performances environnementales et de les intégrer dans leurs décisions.

Il est également nécessaire de créer un référentiel de maturité sectoriel, permettant aux entreprises d'évaluer leurs pratiques, de progresser et de structurer leurs démarches dans la durée. Ce cadre devrait s'accompagner d'un soutien aux dynamiques collectives, en particulier pour les PME et les sous-traitants, afin d'embarquer l'ensemble de la chaîne de valeur dans cette transition.

Enfin, les régulateurs sectoriels, à l'image de l'Arcep, ont un rôle clé à jouer. S'ils ne définissent pas la politique publique – qui relève de l'État – ils peuvent toutefois accompagner sa mise en œuvre et peuvent contribuer à fédérer les acteurs autour d'une vision commune, à encourager la transparence et la comparabilité et à intégrer les enjeux environnementaux dans les instruments de régulation existants (régulation incitative, reporting, commande publique...).

L'ambition de ce document est de proposer une lecture claire, structurée et opérationnelle de ces enjeux, en identifiant les leviers d'écoconception mobilisables à chaque étape du cycle de vie, les freins persistants à leur déploiement et les conditions d'un passage à l'échelle, au service d'une filière plus durable, compétitive et résiliente.

Introduction

Les équipements de réseaux de télécommunications – qu'ils soient passifs (câbles, boîtiers, connecteurs...) ou actifs (routeurs, commutateurs, antennes...) – jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement du numérique, en permettant la connectivité. Leur empreinte environnementale s'étend sur l'ensemble de leur cycle de vie : fabrication, transport, installation, utilisation et fin de vie. Elle se traduit notamment par des émissions de gaz à effet de serre (GES), une consommation d'eau, l'extraction de ressources rares et la production de déchets.

Dans le cadre de ce document, les équipements de réseaux de télécommunications regroupent l'ensemble des infrastructures matérielles nécessaires à l'acheminement et au traitement des flux numériques, à l'exclusion des terminaux grand public (smartphones, ordinateurs, tablettes, TV connectées, etc.). On distingue :

- Les **équipements passifs**, tels que les câbles, fibres optiques, boîtiers de raccordement, connecteurs et armoires techniques ;
- Les **équipements actifs**, qui assurent la transmission et le traitement des signaux : routeurs, commutateurs, antennes, stations de base mobiles, équipements d'accès fixe (DSLAM, OLT, etc.) ;
- Les **équipements intermédiaires** côté utilisateur, comme les box internet ou décodeurs TV, peuvent être inclus ou exclus selon les études. Dans ce document ils ne sont pas inclus.

Depuis 2023, l'Arcep étend progressivement le périmètre de son enquête annuelle « Pour un numérique soutenable » aux équipements de réseaux, fixes comme mobiles. Les premières données disponibles confirment le poids significatif de ces équipements dans les impacts environnementaux du numérique. Par exemple, les émissions de GES « embarquées » des équipements mobiles vendus en France en 2023 atteignent 79 kt eq. CO₂, soit une part notable du scope 3 aval des opérateurs, qui s'ajoute à leurs émissions directes (scope 1 et 2⁴), estimées à 397 kt eq. CO₂ pour la même année.

Actuellement, ces données proviennent principalement de bilans carbone globaux (GHG Protocol). L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) offre cependant une lecture plus détaillée, en distinguant les impacts selon les différentes étapes du cycle de vie (matières premières, fabrication, distribution, utilisation, fin de vie). Toutefois, la grande diversité des équipements et l'hétérogénéité des usages rendent encore difficile l'établissement de conclusions générales sur les phases les plus impactantes, en particulier dans le contexte français.

⁴Scope 1 : émissions directes provenant des sources possédées ou contrôlées par l'organisation (par exemple, combustion de carburants dans les véhicules de l'entreprise, chaudières, procédés industriels).

Scope 2 : émissions indirectes liées à l'énergie consommée par l'organisation, principalement la production d'électricité, de chaleur ou de vapeur achetée.

Scope 3 : autres émissions indirectes générées tout au long de la chaîne de valeur, en amont et en aval (fabrication des biens achetés, transport, utilisation et fin de vie des produits, déplacements professionnels, etc.).

Historiquement, les efforts d'écoconception dans le secteur ont été principalement motivés par des objectifs de compétitivité : miniaturisation, réduction des coûts logistiques, optimisation des performances énergétiques. Ces démarches ont permis de réduire la quantité de matières premières utilisées, d'améliorer l'efficacité énergétique et de limiter l'encombrement des équipements. Toutefois, ces progrès restent insuffisants pour compenser l'augmentation continue des usages numériques.

Ainsi, selon le rapport 2025 de l'Arcep (données 2023), la consommation électrique des réseaux fixes et mobiles a progressé de 2 % en 2023 pour atteindre 4,1 TWh, alors que la consommation nationale d'électricité reculait de 3 % sur la même période. Cette hausse est principalement portée par les réseaux mobiles, dont la consommation a augmenté de 6 %, en lien avec la croissance du trafic et la densification des équipements. À l'inverse, la consommation des réseaux fixes a chuté de 14 %, sous l'effet de la transition du cuivre vers la fibre optique, plus sobre énergétiquement. La consommation globale des réseaux reste toutefois inférieure à 1 % de la consommation électrique nationale.

Le cadre réglementaire se renforce à toutes les échelles : enquêtes nationales, référentiels sectoriels, règlement européen sur les produits durables (ESPR), initiatives internationales (UIT, ISO...). Dans ce contexte, l'écoconception – c'est-à-dire la prise en compte des impacts environnementaux dès la phase de conception des produits – devient un critère central, que ce soit pour la commande publique, la stratégie d'innovation ou la communication extra-financière.

Cependant, agir **uniquement sur la conception ne suffit pas à réduire l'empreinte globale des équipements de réseaux**. Il faut aussi prendre en compte les autres étapes de leur cycle de vie : la **fabrication** (processus industriels et consommation de ressources), **l'extraction des matières premières** (souvent rares ou critiques), ainsi que **la fin de vie** (collecte, réemploi, recyclage). À cela s'ajoutent des enjeux transversaux comme la **gestion de l'eau et la production de déchets**⁵.

Ce livrable vise à dresser un état des lieux des pratiques d'écoconception des fabricants d'équipements de réseaux, en mettant en lumière les leviers d'action à chaque étape du cycle de vie, les outils méthodologiques, les cadres réglementaires de référence, et les principaux freins identifiés par la filière. Il s'inscrit dans une démarche de partage de bonnes pratiques et de montée en compétence collective, au service d'une trajectoire plus soutenable pour les infrastructures numériques.

⁵Dans les réseaux mobiles, les premiers industriels se sont engagés dès 2015, et 2019 l'ensemble du secteur à partir de 2019. Les réductions substantielles d'énergie et de volume à partir de 2019 ont porté essentiellement sur les équipements 5G et Massive MIMO (Massive Multiple Input Multiple Output, technologie d'antenne utilisée dans les réseaux mobiles 4G avancés et surtout 5G).

1 Contexte et définitions

1.1 Qu'est-ce que l'écoconception ?

l'écoconception consiste à intégrer des considérations relatives à la durabilité environnementale dans les caractéristiques d'un produit et dans les processus mis en œuvre tout au long de la chaîne de valeur du produit⁶ : extraction des matières premières, production, distribution, installation, utilisation, fin de vie. elle repose sur une **logique d'anticipation, de globalité et de responsabilité**, avec pour objectif de réduire les impacts sans compromettre la performance technique, fonctionnelle ou économique, tout en allongeant la durée de vie de l'équipement.

Par exemple, un fabricant d'antennes 5G peut concevoir un modèle plus compact intégrant un système de refroidissement passif au lieu de ventilateurs électriques, réduisant ainsi la consommation d'énergie en phase d'utilisation tout en limitant le nombre de pièces à remplacer ou recycler.

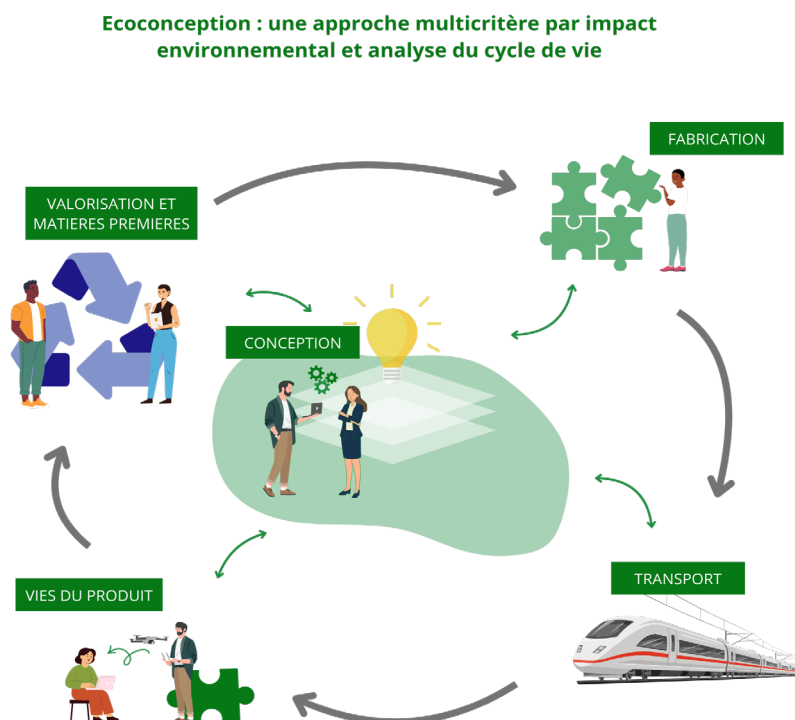


Figure 1 : L'analyse du cycle de vie [source : ADEME, Qu'est-ce que l'ACV ?]

⁶Définition juridique de l'écoconception telle que posée par le règlement ESPR 2024/1781, art. 2. Les différents aspects de l'écoconception sont tous cités à l'art. 5 du même règlement (lien).

Dans le secteur des équipements de réseaux, l'écoconception se traduit par des actions concrètes telles que :

- la réduction de la taille et du poids des équipements ;
- l'amélioration de l'efficacité énergétique ;
- le recours à des matériaux recyclés ou recyclables ;
- la modularité et la réparabilité des composants ;
- la conception facilitant le démontage et le recyclage.

Mais l'écoconception ne se limite pas à des choix techniques : elle implique de **repenser les modèles économiques** (par exemple via l'économie de la fonctionnalité ou la location avec maintenance) et de **mobiliser l'ensemble des acteurs** de la chaîne de valeur – depuis le sourcing matière jusqu'aux réparateurs et recycleurs.

L'approche se veut **holistique**, en considérant un large éventail d'indicateurs environnementaux : consommation de matières, d'énergie, d'eau, émissions de gaz à effet de serre, rejets polluants, effets sur le climat et la biodiversité. Elle s'appuie sur l'analyse des intrants (matières premières, énergie, eau) et des extrants (produits finis, déchets, émissions, externalités environnementales et sociales) liés à chaque étape du cycle de vie.

Cette démarche, déjà largement déployée dans des secteurs comme l'automobile⁷, l'électronique⁸ ou l'aéronautique, permet de **préserver les ressources naturelles**, de **réduire les pollutions**, et d'**améliorer la durabilité des produits**. Pour approfondir, l'Ecodesign Impact Accounting Overview Report⁹, est publié annuellement par la Commission européenne. Ce rapport présente, par secteurs (ex. électronique, chauffage, éclairage, etc.), les obligations d'écoconception en vigueur, les impacts mesurés (économies d'énergie, réduction des émissions, etc.) ainsi que les données consolidées pour l'UE 27.

À mesure que les exigences réglementaires se renforcent (voir partie 3), des **recommandations internationales** émergent pour accompagner cette transition. L'Union Internationale des Télécommunications (UIT), institution spécialisée des Nations Unies pour les technologies de l'information et de la communication, a par exemple défini des lignes directrices pour évaluer la qualité de l'écoconception des équipements d'infrastructures numériques.

Enfin, cette approche s'inscrit pleinement dans une **logique d'économie circulaire**, où les produits sont pensés pour durer, être réparés, réutilisés, puis recyclés efficacement.

⁷Le [règlement européen sur les batteries \(COM\(2020\)798\)](#) introduit dès 2027 l'obligation du « Passeport Batterie », une trace numérique détaillée couvrant le cycle de vie des batteries (fabrication, assemblage, chimie, etc.), visant à améliorer la traçabilité et suivre la décarbonation des véhicules électriques ou hybrides

⁸La réglementation européenne sur l'écoconception (Ecodesign), désormais renforcée par le Règlement sur les produits durables (ESPR), [s'étend désormais aux appareils électroniques](#).

⁹Ecodesign Impact Accounting Overview Report, [disponible ici](#)

1.2 Méthodologie (ACV, PEP, PSR, etc.)

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) constitue l'outil méthodologique central de l'écoconception. Elle permet d'évaluer les impacts environnementaux¹⁰ d'un produit à chaque étape de son cycle de vie – extraction des ressources, fabrication, transport, installation, usage, fin de vie – en identifiant les phases les plus impactantes et les leviers d'amélioration pertinents.

L'ACV repose sur des normes internationales reconnues :

- **ISO 14040 et 14044** pour les principes, le cadre et les exigences méthodologiques ;
- **ITU-T L.1410** pour leur application spécifique aux technologies de l'information et de la communication (TIC).

L'un des principaux indicateurs issus de l'ACV est le **GWP (Global Warming Potential)**, exprimé en kg eq. CO₂, qui mesure l'impact carbone global du produit. Mais l'ACV peut générer de nombreux autres indicateurs selon les catégories d'impact (épuisement des ressources, toxicité, pollution de l'eau, etc.).

Pour assurer la comparabilité des ACV entre produits d'une même catégorie, des **règles méthodologiques sectorielles** sont utilisées :

- **PCR (Product Category Rules)**, qui définissent les règles générales pour une catégorie ;
- **PSR (Product Specific Rules)**, qui affinent ces règles pour un type de produit donné.

Dans le secteur des équipements de réseaux, plusieurs référentiels PCR/PSR sont mobilisés :

- [PCR Équipements électriques et électroniques](#) ;
- [PSR Fils, câbles et matériels de raccordement](#) ;
- [PSR Appareillages électriques](#) ;
- [PCR Fourniture d'accès Internet](#) ;
- [PCR Services cloud et centres de données](#).

Les **fiches PEP (Profil Environnemental Produit)**, produites selon ces règles et encadrées par l'association PEP ecopassport, sont largement utilisées par les industriels (notamment via le SYCABEL et Europacable). Elles constituent de véritables « **cartes d'identité environnementales** » standardisées, utiles pour les acheteurs comme pour les obligations de reporting (bilan carbone, CSRD...).

¹⁰ L'impact environnemental désigne les effets directs et spécifiques d'une activité (pollution, perte de biodiversité) sur l'environnement, souvent évalués dans des études précises. L'empreinte environnementale, quant à elle, mesure de façon globale et standardisée la pression exercée par une activité ou un mode de vie sur les ressources naturelles (empreinte carbone, eau, etc.). L'empreinte se mesure notamment grâce aux Référentiels Catégories de Produits (RCP) de l'ADEME. L'impact est axé sur des effets mesurables, tandis que l'empreinte met en lumière la durabilité globale.

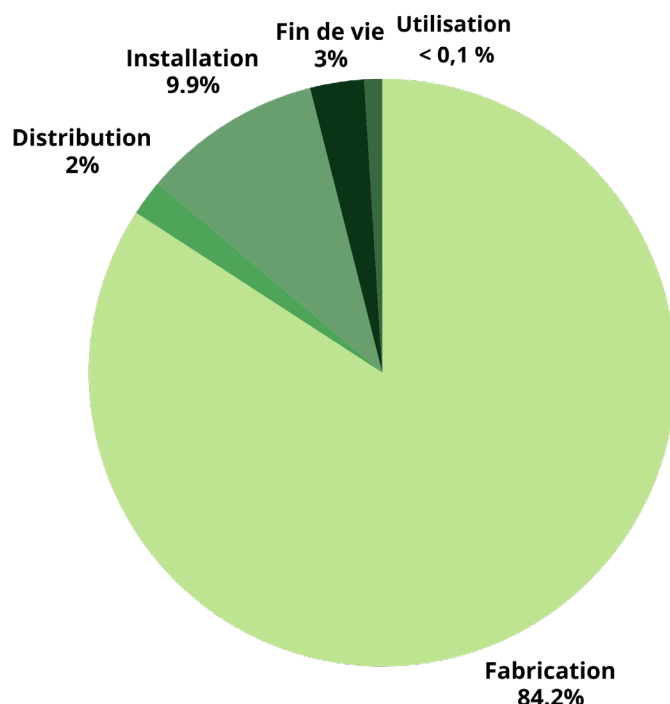
La réalisation d'ACV rigoureuses exige toutefois des **ressources significatives**, en particulier pour les entreprises de taille intermédiaire ou opérant dans des chaînes de valeur complexes. D'où l'intérêt croissant pour **la mutualisation sectorielle des outils et des données**.

La publication en 2024 du **guide sectoriel de calcul des bilans GES des infrastructures numériques** (InfraNum & ADEME) en témoigne, tout comme les travaux collectifs menés dans les filières équipements passifs (SYCABEL¹¹, Europacable). Par ailleurs, l'ADEME dans ses PCR propose des données génériques afin de permettre au plus grand nombre d'entreprises de calculer l'empreinte environnementale de leurs équipements.

¹¹ [Lettre du SYCABEL, Dossier : Spécial Télécoms et data](#) (N° 30), Sycabel (2025).

Étude de cas : câbles à fibre optique

Dans sa [Lettre n°26](#)¹², le SYCABEL a analysé l'ACV d'un câble à fibre optique standard (36 fibres) :



Analyse de l'impact carbone d'un câble optique

Câble de 36 fibres en modularité 6, à micro-modules souples et renforts latéraux, conforme à la norme NF C 90-850-3-25, produit par un industriel du SYCABEL, sous cadre d'analyse PCR/PSR ed.3 du programme PEP Ecopasseport

La phase de **fabrication représente 85 % de l'empreinte carbone**.

L'impact dépend largement du **mix énergétique du pays de production** :

- +30 % pour une production aux États-Unis ;
- +48 % pour la Chine ;
- +85 % pour l'Inde.

Ainsi, un câble produit en Inde peut générer jusqu'à **1,8 fois plus d'émissions** qu'un câble équivalent fabriqué en France ou en Belgique. Ce différentiel atteint **2,2 fois** pour les câbles de 144 fibres.

La **logistique de distribution** influe également sur l'impact total : selon l'étude, elle représente de **2 à 8 %** de l'empreinte carbone globale d'un câble. Un câble importé d'Asie génère ainsi un impact transport **jusqu'à 7 fois supérieur** à celui d'un câble produit en France ou en Belgique.

¹² [Lettre du SYCABEL, Dossier : Spécial Télécoms et data](#) (N° 26), Sycabel (2024).

¹³ [Loi 23 décembre 2021 visant à renforcer la régulation environnementale du numérique par l'Arcep](#). Cette loi modifie l'article L. 36-6 du CPCE et y ajoute une disposition relative à la collecte d'informations sur l'empreinte environnementale du numérique (8°)

2 Cadre réglementaire et normatif

2.1 France

En France, la régulation environnementale dans le secteur du numérique est assurée en grande partie par l'Arcep, en se basant sur la **loi visant à renforcer la régulation environnementale du numérique par l'Arcep**¹³. Il s'agit de la base légale des pouvoirs de collecte de l'Arcep, qui lui permet de réaliser son enquête annuelle « **Pour un numérique soutenable** », lancée en 2021 auprès des opérateurs télécoms, et dont le périmètre a progressivement été élargi:

- Opérateurs télécoms (depuis 2021) ;
- Opérateurs de centres de données (depuis 2023) ;
- Fabricants d'équipements terminaux (depuis 2023) ;
- Équipementiers de réseaux mobiles (depuis 2024) ;
- Équipementiers de réseaux fixes (à partir de 2025, avec un focus sur les câbles à fibre optique).

Les **indicateurs collectés** concernent notamment :

- Le nombre d'équipements vendus en France ;
- Le volume de métaux précieux nécessaires à leur fabrication ;
- Les émissions de GES « embarquées » ;
- Les consommations d'eau, d'énergie, de matériaux critiques (germanium).

Pour les câbles à fibre optique, ces données seront publiées dans l'enquête 2026, sur la base des ventes 2024.

L'ARCEP a également publié :

- [Une évaluation comparative 4G/5G sur la consommation énergétique des réseaux mobiles](#) ;
- [Un rapport sur l'impact carbone de l'extinction des réseaux 2G/3G](#) ;
- [Une étude conjointe avec l'ADEME en trois volets](#) sur l'évaluation environnementale du numérique ;
- [Un protocole de mesure de la consommation des box, répéteurs Wi-Fi et décodeurs TV](#) ;
- [Un référentiel général d'écoconception des services numériques](#).

¹³ Loi 23 décembre 2021 visant à renforcer la régulation environnementale du numérique par l'Arcep. Cette loi modifie l'article L. 36-6 du CPCE et y ajoute une disposition relative à la collecte d'informations sur l'empreinte environnementale du numérique (8°).

Enfin, un [guide sectoriel de calcul des bilans GES](#) a été publié en mai 2025 par InfraNum et l'ADEME. Ce guide vise à :

- Harmoniser les méthodes de calcul pour assurer la comparabilité entre opérateurs, équipementiers, hébergeurs ;
- Définir des **facteurs d'émission spécifiques** aux équipements actifs/passifs, véhicules de chantier, etc. ;
- Proposer des **unités d'œuvre** par métier (ex : mètre linéaire de câble, site mobile, NRO, POP backbone...) ;
- Identifier les **leviers d'action prioritaires** (atténuation, coût, maturité) selon les types d'infrastructures.

2.2 Union européenne

L'Union européenne a renforcé le cadre normatif relatif à l'écoconception avec l'adoption du **Règlement (UE) 2024/1781** sur l'écoconception des produits durables ([ESPR](#)), publié le 28 juin 2024 et remplaçant [la directive écoconception 2009/125/CE](#) en étendant son champ d'application à tous les produits hors alimentation, santé et défense. En 2023, les exigences d'écoconception fixées dans le cadre de l'ancienne directive, qui couvrait 31 groupes de produits, ont ainsi permis de réduire de 12 % la consommation annuelle d'énergie des produits concernés à l'échelle de l'UE. Ces exigences ont empêché l'émission de 145 millions de tonnes équivalent CO₂ (MtCO₂e) en 2023¹⁴.

Le nouveau cadre (ESPR) prévoit la fixation d'**exigences en matière d'écoconception**. Ces exigences qui seront établies par le biais d'actes délégués adoptés par la Commission européenne, obligeront les fabricants à concevoir des produits plus durables et respectueux de l'environnement. Le nouveau règlement ESPR prévoit la fixation d'exigences renforcées ciblant notamment :

- La durabilité, la réutilisation, l'amélioration et la réparation des produits ;
- L'élimination de substances qui limitent la circularité ;
- L'efficacité énergétique et l'efficacité des ressources ;
- L'incorporation de contenu recyclé ;
- La refabrication et le recyclage ;
- Le contrôle (ou la diminution) de l'empreinte carbone et environnementale ;
- Les exigences en matière d'information (y compris le passeport numérique des produits (DPP), qui centralisera les informations environnementales et réglementaires par produit et dont les modalités seront précisées par des actes délégués à partir de 2025).

¹⁴Communication de la Commission européenne, Premier programme de travail 2025-2030 au titre du règlement ESPR (2024/1781) et du règlement établissant un cadre pour l'étiquetage énergétique (2017/1369), 16 avril 2025

Ce règlement complète d'autres textes européens :

- La directive sur les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), qui fixe des objectifs de collecte et de valorisation des déchets numériques ;
- La directive RoHS (restriction des substances dangereuses) ;
- Le règlement REACH sur les substances chimiques ;
- Le règlement sur les emballages (PPWR) ;
- Le règlement sur les matières premières critiques (2024/1252), qui fixe des objectifs de recyclage pour des métaux comme l'aluminium ou le cuivre.

Au-delà du cadre européen, l'écoconception des équipements numériques s'inscrit également dans un environnement international. Les lignes directrices et standards définis par des organismes comme l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) visent à établir des références communes à l'échelle mondiale, afin de faciliter l'harmonisation des pratiques entre pays et de soutenir la compatibilité technique sur les marchés internationaux.



2.3 International

À l'échelle internationale, les travaux de normalisation sont portés par la Commission électrotechnique internationale (IEC) et par l'**Union internationale des télécommunications (UIT)**.

L'IEC est l'organisation internationale de normalisation chargée des domaines de l'électricité, de l'électronique, de la compatibilité électromagnétique, de la nanotechnologie et des techniques connexes.

Pour l'analyse du cycle de vie d'un câble à fibres optiques, il convient de mentionner :

- **La norme NF EN IEC 63366** : Règles de définition des catégories de produits pour l'analyse du cycle de vie des produits et systèmes électriques et électroniques ;
- **Le rapport technique IEC TR 62839-1** « *Environmental declaration - Part 1: Communication wires and cables - Product specific rules* »

Ces documents, dont les dernières éditions ont été publiées en août 2025, s'appuient sur les travaux pionniers de l'association française PEP Ecopassport, respectivement sur le PCR Ed4 de cette association et son PSR-0001 Ed4 « Fils, câbles et matériels de raccordement ».



L'UIT, notamment via sa branche technique ITU-T élabore des recommandations définissant les modalités d'exploitation et d'interfonctionnement des réseaux de télécommunication. Si elles ne sont pas contraignantes, elles servent de références internationales pour promouvoir l'efficacité énergétique et la durabilité environnementale des équipements réseau. Les principales recommandations incluent :

- **ITU-T L.1410** : qui fournit une méthodologie applicable aux analyses environnementales du cycle de vie (ACV) des biens, réseaux et services utilisant les technologies de l'information et de la communication. Cette norme complète les normes ISO 14040 et ISO 14044 en les adaptant spécifiquement au secteur des TIC ;
- **ITU-T L.1450** : qui fournit une méthodologie pour évaluer l'impact environnemental du secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC). Cette norme fixe le cadre de référence pour l'évaluation de l'empreinte environnementale du numérique et définit notamment les trois « tiers » du secteur, à savoir les terminaux, les réseaux et les centres de données ;
- **ITU-T L.1100** : bonnes pratiques de conception pour favoriser le démontage, éviter les alliages non recyclables, et récupérer les métaux rares ;
- **ITU-T L.1023** : indicateurs de circularité des produits TIC, évalués selon trois axes :
 - Durabilité du produit ;
 - Capacité du produit à être recyclé, réparé, réutilisé et upgradé au niveau de l'équipement ;
 - Capacité du produit à être recyclé, réparé, réutilisé et upgradé au niveau du fournisseur.

L'UIT-T met également à disposition une **base de données dynamique en ligne**, compilant normes et suppléments sur les TIC vertes, portée par son Groupe d'étude 5 dédié à l'environnement et au changement climatique.

Bien que **non contraignantes juridiquement**, ces recommandations font office de **référentiels internationaux de bonnes pratiques**. Elles peuvent être reprises dans les législations nationales ou intégrées dans les politiques de sourcing des entreprises, en particulier dans les filières câbles, infrastructures fixes et équipements actifs.

3 Axes d'écoconception sur le cycle de vie

Les équipements de réseaux présentent des impacts environnementaux significatifs à chaque phase de leur cycle de vie. L'écoconception vise à réduire ces impacts de manière cohérente, en mobilisant des leviers spécifiques à chaque étape : conception, fabrication, distribution, usage et fin de vie. Cette approche systémique permet une action ciblée et progressive sur l'ensemble des flux de matières, d'énergie et d'émissions associés à un produit¹⁵.

¹⁵ Les éléments de ce chapitre proviennent notamment des récents rapports RSE de sociétés membres du CSF Infrastructures Numériques : « People and Planet 2023 », Nokia (2024), “The Pathway to a Circular Economy”, Ericsson (2024), Acome Inside, Acome (2023), Rapport de responsabilité, Firalp (2023), Rapport RSE (Nexans, 2023), Être une towerco éco-responsable, TDF (2024), Rapport RSE, Folan (2024).



3.1 Durant la conception

La phase de conception est le cœur de toute démarche d'écoconception : c'est à ce stade que se prennent les décisions les plus structurantes, qui conditionneront jusqu'à **80 % des impacts environnementaux** d'un produit sur l'ensemble de son cycle de vie. Choix des matériaux, design du produit, structure modulaire ou non, type d'emballage, architecture électronique, compatibilité logicielle ou encore stratégie de fin de vie : chaque paramètre joue un rôle dans la performance environnementale future de l'équipement.

Dans le secteur des réseaux, les démarches d'écoconception se sont d'abord développées sous l'angle de l'**optimisation technico-économique** : miniaturisation, réduction des coûts logistiques, baisse de la consommation énergétique. Ces leviers sont aujourd'hui intégrés dans une logique plus large, incluant des critères de circularité, de recyclabilité, de traçabilité ou encore de sobriété des matériaux.

Participation des fournisseurs à la démarche d'écoconception

La **fabrication** des équipements de réseaux repose sur une chaîne d'approvisionnement internationale, souvent longue et complexe, mobilisant une grande diversité d'acteurs. Cette chaîne inclut aussi bien des fournisseurs d'éléments actifs (cartes électroniques, circuits intégrés, amplificateurs) que d'éléments passifs (connecteurs, câbles), sans oublier les composants mécaniques comme les structures métalliques d'armoires ou de racks.

Face aux enjeux climatiques, **un engagement international des fournisseurs est indispensable** pour réduire les émissions de tous les maillons de la chaîne de valeur et soutenir une trajectoire alignée avec les objectifs climatiques. Les entreprises donneuses d'ordre jouent un rôle central dans cette dynamique, non seulement en fixant des objectifs ambitieux, mais surtout en accompagnant activement leurs partenaires.

Plusieurs leviers peuvent être mobilisés pour embarquer les fournisseurs dans les démarches d'éco-conception :

- **Choisir des sites de production sobres** : le recours à des usines hautement automatisées, à haute efficacité énergétique et alimentées en énergies renouvelables ou bas carbone permet d'optimiser l'impact environnemental de la fabrication et d'améliorer significativement la durabilité des équipements de réseaux ;

- **Favoriser la transparence des données** : un partage fluide des données environnementales (consommations, émissions, procédés) est crucial pour établir une traçabilité fine des composants, piloter les émissions indirectes, et fiabiliser les ACV produits. A leur tour, les fabricants d'équipements peuvent ainsi fournir des données plus précises à leurs clients sur l'ensemble de la chaîne de valeur des réseaux ;

- **Encourager les plans de réduction d'émissions chez les fournisseurs** : des initiatives comme le [CDP Supply Chain](#), l'[Exponential Roadmap](#) ou le [guide interactif](#) développé par BSR et les 1.5°C Supply Chain Leaders proposent des méthodes concrètes pour aider les entreprises à fixer des objectifs scientifiques à leurs fournisseurs.

L'enjeu n'est pas seulement de prescrire, mais de co-construire. Cela implique une relation de **partenariat** fondée sur la confiance, la **montée en compétence** mutuelle et l'accès à des outils partagés. Les entreprises engagées dans l'écoconception doivent jouer un rôle d'entraînement, en soutenant les fournisseurs — y compris les plus petits ou éloignés géographiquement — dans leurs efforts de réduction des impacts.

À terme, ces démarches collaboratives permettent :

- une réduction effective des émissions sur l'ensemble du cycle de vie des équipements ;
- une amélioration de la qualité des données environnementales fournies aux clients finaux ;
- une meilleure performance environnementale globale du secteur.

Réduire la taille et le poids des équipements

Depuis une dizaine d'années, les fabricants d'équipements de réseaux ont engagé une démarche continue de **miniaturisation**. Cette stratégie s'est traduite par des réductions significatives de **matières premières**, de **consommation énergétique** et d'impact logistique, tout en maintenant – voire améliorant – les performances fonctionnelles.

Des produits tels que les **stations de base**, les **équipements radio Massive MiMo** ou les modules d'amplification ont ainsi connu :

- Une **réduction de poids** de plus de 50 % sur certaines gammes ;
- Une **diminution des dimensions** pouvant atteindre 80 %¹⁶ ;
- Une **amélioration de l'efficacité** énergétique de 30 à 65 % selon les cas¹⁷.

Ces gains ont des effets cumulatifs sur l'ensemble du cycle de vie :

- **Fabrication** : moindre quantité de matières premières utilisées (aluminium, cuivre, plastiques techniques) ;
- **Distribution** : allègement logistique et baisse des émissions liées au transport
- **Installation** : facilité de déploiement, moindre encombrement dans les armoires ou sur les sites mobiles ;
- **Utilisation** : besoin réduit de refroidissement, optimisation des rendements électriques.

Ces évolutions sont rendues possibles par les avancées technologiques dans :

- La **densification des composants électroniques** ;
- L'intégration de fonctions multiples dans des **circuits plus compacts** ;
- L'optimisation thermique des boîtiers ;
- L'adoption de matériaux plus légers sans compromis sur la robustesse.

Ce levier de miniaturisation, historiquement porté par des impératifs de compétitivité et de coût, constitue aujourd'hui un axe central d'écoconception permettant de **réduire les impacts sur plusieurs phases du cycle de vie simultanément**.

Choisir les matériaux

Le choix des matériaux constitue un levier déterminant d'écoconception dès la phase de conception des équipements de réseaux. Leur empreinte environnementale dépend directement de la quantité et de la nature des matériaux utilisés, de leur origine (primaire ou recyclée), ainsi que de leur recyclabilité en fin de vie.

¹⁶Ericsson - circular-economy-paper.pdf, page 8, Ericsson - embodied-carbon-in-telecom-industry.pdf, page 6

¹⁷« [People and Planet 2023](#) », Nokia (2024), "[The Pathway to a Circular Economy](#)", Ericsson (2024).

Les équipements de réseaux – boîtiers, antennes, câbles ou racks – sont majoritairement composés des matériaux suivants¹⁸ :

- **Aluminium (environ 70%)** : structures, dissipateurs thermiques ;
- **Fer/Acier (environ 10%)** : éléments de soutien et fixation ;
- **Cuivre (environ 5%)** : conducteurs et câblage ;
- **Silicium (environ 5%)** : semi-conducteurs ;
- **Autres** : terres rares (éléments magnétiques), germanium (fibres optiques), plastiques techniques.

À l'échelle mondiale, le secteur des réseaux représenterait environ **4 % de la consommation annuelle** de ces métaux¹⁹, ce qui justifie une action ciblée pour réduire la pression sur les ressources.

Plusieurs stratégies sont mobilisables pour réduire l'impact matières :

- **Réduction de la taille et du poids** des équipements, sans perte de performance ;
- **Diminution du nombre de composants** ou mutualisation fonctionnelle ;
- **Conception modulaire** permettant de remplacer un composant sans changer l'ensemble ;
- **Utilisation accrue de matières recyclées** ;
- **Choix de matériaux plus durables**, facilement triables ou séparables en fin de vie ;
- **Emballages écoconçus**, plus compacts, sans plastique ou avec plastique recyclé.

Parmi ces leviers, l'**intégration de matériaux recyclés** s'intensifie, portée à la fois par les objectifs réglementaires européens et par les demandes croissantes des donneurs d'ordre. À titre d'exemple :

- **L'aluminium** est aujourd'hui le matériau permettant l'intégration de la part la plus élevée de matières recyclées : certaines gammes de boîtiers atteignent 40 à 80 % de contenu recyclé, avec un objectif volontaire de 90 % d'ici 2030²⁰. Toutefois, lorsqu'il est utilisé pour la dissipation thermique, la qualité de l'alliage reste critique, des travaux de recherche et d'innovation sont donc encore nécessaires pour développer des alliages qui permettront une meilleure intégration de l'aluminium recyclé²¹ ;

- **Le cuivre** présente davantage de freins²² : plus de 400 alliages coexistent sur le marché, et leur recyclage nécessite des technologies de tri avancées pour éviter la contamination (ex. au plomb). Ces contraintes freinent l'incorporation de cuivre recyclé dans certaines pièces fonctionnelles ;

- **Le germanium**, utilisé dans les fibres optiques, est progressivement recyclé par certains acteurs, avec des taux d'intégration croissants²³ ;

- **Les matériaux recyclés**, bien qu'intéressants d'un point de vue environnemental, ne répondent pas toujours aux exigences techniques : par exemple, certains plastiques recyclés ou métaux peuvent limiter les fréquences transmissibles²⁴ ou la résistance aux contraintes mécaniques.

¹⁸ « [The Pathway to a Circular Economy](#) », Ericsson (2024).

¹⁹ Malmodin J., Bergmark P., Matinfar S. [A high-level estimate of the material footprints of the ICT and E&M sector](#), ICT for Sustainability 2018. EPiC Series in Computing. Vol. 52, pp 168-186 (2018).

²⁰ « [People and Planet 2023](#) », Nokia (2024).

²¹ [Nokia_people_and_planet-2023.pdf](#), page 33.

Ce mouvement vers une meilleure circularité est également soutenu par un cadre réglementaire en pleine évolution. Plusieurs textes encadrent et soutiennent cette transition :

- La **directive-cadre sur les déchets** fixe des objectifs de recyclage de **70 % en 2025 (80 % en 2030)** pour les métaux ferreux, et de **50 % en 2025 (60 % en 2030)** pour l'aluminium²⁵ ;

- Le **règlement européen 2024/1252** impose qu'au moins 25 % du cuivre et de l'aluminium consommés dans l'UE proviennent du recyclage domestique d'ici 2030 ;

- La **loi AGECE** permet d'imposer par décret des taux d'incorporation minimale de matières recyclées, comme c'est déjà le cas pour les plastiques dans certains produits tels que les bouteilles en plastique.

L'atteinte de ces objectifs suppose que les fournisseurs poursuivent leurs efforts pour augmenter la teneur en matériaux recyclés de leurs produits, et de soutenir les filières de recyclage de métaux. Une piste d'amélioration consiste à perfectionner les circuits de circularité pour permettre la récupération de produits similaires dont les matériaux vont pouvoir être recyclés et intégrés. Le travail de proximité avec les **fournisseurs de matières premières**, la **réutilisation de composants** et la mise en place de **programmes de reprise des équipements** en vue de leur réutilisation ou recyclage peuvent favoriser l'atteinte de meilleurs taux de recyclage pour ces métaux.

Certains acteurs se sont d'ores et déjà engagés dans la structuration de filières spécifiques²⁶. L'initiative **Recycâbles**, portée par **Nexans** et **Suez**, permet de traiter les câbles en boucle fermée : collecte des déchets, broyage, traitement, et fabrication de produits finis afin d'obtenir un cuivre pur à 99,9 %²⁷. Ces approches illustrent **la faisabilité d'un recyclage industriel de qualité**, à condition de disposer d'infrastructures adaptées et de circuits logistiques structurés.

Enfin, ces démarches ne prennent tout leur sens que si elles s'intègrent dans **une stratégie plus globale de circularité**. Le développement de programmes de reprise, la réutilisation de composants, ou encore le soutien aux filières de recyclage contribuent à limiter la pression sur les ressources primaires tout en améliorant la recyclabilité en fin de vie. Ces ambitions doivent néanmoins être arbitrées avec d'autres contraintes – techniques (ex. conductivité, solidité), économiques (ex. coût du tri) ou normatives – pour garantir la faisabilité industrielle des produits ainsi conçus.

²²Le détail sur l'état des lieux des filières de recyclage de l'acier, de l'aluminium et du cuivre se trouve dans l'[Etude du potentiel d'amélioration du recyclage des métaux en France](#) publiée par l'ADEME (2023). Le besoin de soutenir l'innovation dans les filières de recyclage se retrouve également dans le [Plan de transition sectoriel de l'industrie de l'acier](#) et celui de [l'industrie de l'aluminium](#) (ADEME, 2024).

²³ACOME utilise par exemple 30 à 50 % de germanium recyclé pour sa production de câbles optiques, voir [Acome](#) (2023).

²⁴C'est par exemple le cas du cuivre recyclé pour les câbles réseaux à paire torsadée utilisés dans les réseaux informatiques dès qu'ils intègrent plus de 2 à 4% de cuivre recyclé, voir [Acome – Le cuivre, de l'inflation à la pénurie ?](#)

²⁵[Paquet économie circulaire](#), 2018

²⁶30% de recyclage des câbles Nexans à horizon 2030 selon leur [rapport RSE 2023](#).

²⁷[RECYCÂBLES, la filiale leader de la valorisation du câble](#).

Choisir les emballages

L'écoconception s'étend aussi aux **emballages** utilisés pour le stockage et le transport des équipements, souvent sous-estimés dans leur contribution à l'empreinte environnementale. Leur réduction, leur simplification et leur circularisation sont devenues des priorités stratégiques pour de nombreux fabricants.

Parmi les leviers d'action :

- **La réduction drastique de l'usage de plastiques à usage unique**, notamment par le remplacement des mousses issues d'hydrocarbures par des coussins en fibres de bois, permettant à certains industriels de faire passer la part d'emballages plastiques de 20 % à moins de 1 % ;
- **Le recours à des plastiques recyclés**²⁸ ou à des matériaux biosourcés et biodégradables²⁹, compatibles avec les exigences de protection et de transport ;
- **L'optimisation de la conception des emballages** : réduction des tailles, standardisation des formats, meilleure densité de chargement des palettes et conteneurs, avec à la clé une réduction des matières utilisées mais aussi des coûts de transport et de stockage ;
- Dans le secteur des câbles, **la récupération, la réutilisation et le recyclage** des tourets (bobines en bois ou métal servant à l'enroulement, au transport et à la pose des câbles) permet de prolonger leur durée de vie tout en réduisant les déchets générés³⁰.

Ces pratiques s'inscrivent dans un **cadre réglementaire en évolution** :

- **Au niveau européen**, la directive 94/62/CE relative aux emballages et déchets d'emballages, ainsi que sa révision via le **Règlement sur les Emballages et Déchets d'Emballages** (PPWR), imposent désormais :
 - Des objectifs contraignants de réutilisation,
 - L'interdiction de certains emballages superflus,
 - Des exigences de recyclabilité dès la conception (écomodulation),
 - Et un étiquetage harmonisé pour faciliter la gestion des déchets ;
- **En France**, la loi AGECE prévoit également une réduction progressive des emballages plastiques à usage unique, ainsi qu'un recours accru aux matériaux recyclés ou biosourcés.

²⁶30% de recyclage des câbles Nexans à horizon 2030 selon leur [rapport RSE 2023](#).

²⁷[RECYCÂBLES, la filiale leader de la valorisation du câble](#).

²⁸Prsymian passe par exemple à des emballages majoritairement faits de matériaux recyclés (75 à 100%), voir « [Low-carbon solutions for finished goods](#) ».

²⁹Voir par exemple le passage aux emballages intégralement en carton chez [Folan](#).

³⁰Acome utilise maintenant des tourets 100% recyclés et recyclables, qui réduisent d'un facteur 2 l'empreinte carbone par rapport à un touret classique en bois (même sur 1 seule utilisation) et de réduire de 6% l'impact carbone global, voir [publication d'Acome](#).

L'écoconception des emballages, lorsqu'elle est pensée dès l'amont, constitue un **levier d'alignement entre ingénierie, stratégie logistique et transition environnementale**, indispensable pour éviter que les gains environnementaux obtenus sur le produit ne soient réduits par des externalités non maîtrisées.

Viser l'efficacité énergétique à l'utilisation dès la conception

L'écoconception des équipements de réseau vise également à réduire leur empreinte environnementale **tout au long de leur phase d'utilisation**, qui représente une part significative de leur impact global. Ce levier repose à la fois sur des avancées technologiques, des **améliorations de performance énergétique**, et une **meilleure gestion opérationnelle** des infrastructures.

Les gains réalisés ces dernières années sont notables : certaines gammes d'équipements ont vu leur **consommation énergétique réduite de 30 % à 75 %³¹**, grâce à :

- L'évolution des composants électroniques (puces à faible consommation, alimentations à haut rendement) ;
- L'intégration de **systèmes sur puce (SoC)**, permettant une centralisation des fonctions et une diminution des pertes ;
- La **miniaturisation** et l'**optimisation thermique**, qui réduisent les besoins en refroidissement.

Cette performance accrue permet au secteur de **limiter la hausse globale de sa consommation énergétique**, malgré une **explosion des volumes de données échangés**. Ces efforts sont particulièrement visibles dans les réseaux mobiles et les centres de données, où les gains d'efficacité sont désormais suivis de près via des indicateurs normalisés (kWh/Gbit, kWh/utilisateur...).

Toutefois, ces progrès doivent être **appréhendés avec prudence** : l'**effet rebond** reste un risque majeur. L'amélioration de l'efficacité énergétique peut encourager une utilisation plus intensive ou un déploiement plus large d'équipements, annulant une partie des gains environnementaux obtenus.

Enfin, réduire la consommation d'énergie, c'est aussi **préserver la longévité des équipements**. Moins de chaleur, moins de stress électrique ou mécanique implique que les composants vieillissent mieux, les pannes sont plus rares, et les opérations de maintenance ou de remplacement peuvent être espacées. L'efficacité énergétique devient ainsi un **vecteur de durabilité globale**, au croisement des dimensions environnementale, économique et technique.

³¹ « [People and Planet 2023](#) », Nokia, p 11 (2024)



3.2 Durant la fabrication

La phase de fabrication constitue l'un des postes les plus déterminants de l'empreinte environnementale des équipements de réseaux. C'est notamment le cas pour les équipements passifs pour lesquels elle représente peut représenter **environ 85 % de l'empreinte carbone totale** d'un produit³². En fonction des produits, cette phase de fabrication peut mobiliser de grandes quantités d'énergie, d'eau, de matières premières, et génère également des déchets et émissions indirectes en amont³³.

Pour améliorer la durabilité de cette phase, les industriels s'engagent dans des stratégies combinant **décarbonation énergétique, réduction des déchets, efficacité des ressources, et substitution des substances préoccupantes**.

³²[Lettre du SYCABEL, Dossier : Spécial Télécoms et data](#) (N° 26), Sycabel (2024).

³³L'impact environnemental le plus important est en amont de la phase d'assemblage ou de déploiement notamment dans la fabrication des composants, semi-conducteurs, cartes électroniques

Décarboner l'énergie utilisée pour fabriquer

La phase de **fabrication** représente une part significative de l'empreinte environnementale des équipements de réseau, notamment en raison de la consommation d'énergie. Le **lieu de production** devient ainsi un paramètre stratégique : un même produit fabriqué dans un pays à électricité fortement carbonée (ex : Inde) peut générer jusqu'à 80 % d'émissions supplémentaires par rapport à une production localisée en France ou en Belgique.

Pour limiter cette empreinte, **la transition vers des sources d'énergies non-fossiles au sein de la chaîne d'approvisionnement constitue un levier essentiel pour réduire l'impact carbone de la phase de fabrication**. Certains fabricants ont engagé cette mutation, en s'alignant par exemple sur l'initiative [RE100 Climate Group](#)³⁴ et en atteignant, dès 2023, 75 % d'énergie renouvelable dans leurs opérations, avec l'objectif de 100 % à horizon 2025 pour le fonctionnement de ses usines, bureaux et laboratoires au niveau mondial. Cela repose à la fois sur l'achat d'énergie verte et sur sa production directe, via l'installation de panneaux solaires sur les toits d'usines – comme observé en Inde ou à Calais. Dans certains cas, la chaleur fatale émise par les laboratoires est captée pour être réutilisée sur site ou redistribuée aux collectivités voisines.

Mais cette transition énergétique n'est pas sans contrepartie : la production d'énergies renouvelables nécessite **une large palette de matériaux critiques** (cuivre, terres rares, aluminium, germanium...). Selon l'Agence internationale de l'énergie³⁵, **800 milliards de dollars d'investissement** seront nécessaires dans les mines à horizon 2040 pour suivre un scénario climatique à +1,5°C. Le besoin en matériaux pourrait atteindre **6,5 milliards de tonnes d'ici 2050**³⁶, soulignant l'urgence d'une meilleure efficacité matière³⁷.

Dans ce contexte, **l'écoconception en phase de fabrication doit aussi viser la sobriété matérielle et la circularité** :

- Par une **réduction des déchets de production**, via des procédés de dématérialisation³⁸ (équipements plus légers nécessitant moins de ressources) ;
- Par une augmentation de la circularité : un fabricant affiche déjà 86 % de circularité dans sa production grâce à l'amélioration continue des procédés industriels et à l'intégration de matières recyclées.

³⁴Les critères techniques RE100 sont les règles que les entreprises membres de l'initiative RE100 observent lors de l'achat d'électricité renouvelable et qui définissent leur progression vers les objectifs RE100 qu'elles se sont fixées.

³⁵Global Mineral Outlook, IEA (2024)

³⁶Material and Resource Requirements for the Energy Transition, Energy Transitions Commission (2023).

³⁷Voir également l'étude de l'Ademe Besoins de métaux dans le secteur numérique (2024).

³⁸[Ericsson](#) (2023) pages 3, 7, 8 et 16.

Dans ce contexte, **l'écoconception en phase de fabrication doit aussi viser la sobriété matérielle et la circularité** :

- Par une **réduction des déchets de production**, via des procédés de dématérialisation³⁸ (équipements plus légers nécessitant moins de ressources) ;

- Par une **augmentation de la circularité** : un fabricant affiche déjà 86 % de circularité dans sa production grâce à l'amélioration continue des procédés industriels et à l'intégration de matières recyclées ;

- **Par un contrôle qualité en continu** : limiter les pièces défectueuses réduit à la fois le gaspillage de matière et les besoins en maintenance ou en remplacement.

L'excellence industrielle et environnementale convergent ici vers un même objectif : réduire l'impact de la fabrication sans compromettre la performance des équipements.

Réduire la consommation d'eau

Outre l'énergie, **l'eau est une ressource critique** dans les processus industriels, notamment pour **le nettoyage, le refroidissement et la fabrication des semi-conducteurs** et différentes pièces métalliques qui composent les équipements actifs, ainsi que dans les processus de fabrication des câbles.

Dans le secteur des semi-conducteurs, la demande en **eau ultrapure** est particulièrement élevée. Des acteurs majeurs comme **TSMC** ont mis en place des programmes de réduction et de réutilisation de la ressource. En 2022, l'entreprise a ainsi évité l'utilisation de **9,37 millions de tonnes d'eau**, soit plus de **29 millions de tonnes cumulées depuis 2018**⁴⁰. Ces efforts s'accompagnent d'une réduction notable de la consommation énergétique liée à la perception, à l'acheminement, à l'utilisation et au recyclage de l'eau, avec des gains estimés à plusieurs centaines de GWh. Les fabricants du secteur visent désormais des taux de recyclage d'eau compris entre 50 et 90 %⁴¹, selon les sites et les procédés.

Dans le secteur des câbles, les usines recourent majoritairement à des **circuits d'eau fermés**, notamment pour le refroidissement des câbles après extrusion. Ces systèmes limitent les prélèvements et assurent **une résilience** face aux périodes de pénurie, avec un **seul remplissage annuel** planifié en période de **surplus hydrique**. Une usine typique consomme entre **15 000 et 30 000 m³/an**, soit un impact ramené à **moins de 0,125 L/km de fibre par an d'usage**⁴². Ce ratio reflète la **durée de vie élevée** des câbles de télécommunications.

³⁹[Nokia](#) (2023) page 13

⁴⁰Voir page 90 de leur [rapport RSE 2022](#)

⁴¹Intel a des objectifs de « Net Positive Water » à horizon 2030 selon son [rapport RSE 2022](#). En Europe, STMicroelectronics vise 50% pour 2025, après avoir atteint 42% en 2023 selon leur [rapport RSE](#)

⁴²Voir le [Plan de Sobriété Hydrique](#) de la filière des infrastructures numériques

L'amélioration de la gestion de l'eau passe également par :

- **L'installation de capteurs** pour détecter et réparer les fuites ;
- **L'optimisation des consommations** via des compteurs intelligents ;
- **La généralisation des bonnes pratiques** développées en période de sécheresse.

La combinaison de technologies de recyclage, de gestion fine et de conception adaptée permet ainsi de **réduire la pression sur les ressources hydriques** tout en assurant **la qualité et la continuité de la production**. Depuis le lancement du Plan Eau en 2023, l'État s'est fixé un objectif clair : réduire de 10 % les prélèvements d'eau industrielle d'ici 2030. Cette initiative est complétée par l'élaboration en cours d'un plan de sobriété hydrique des infrastructures numériques, qui s'inscrit dans la continuité des efforts du Plan Eau.

Substances préoccupantes : éviter, substituer, maîtriser

Un autre levier essentiel de l'écoconception concerne **la gestion des substances dangereuses ou limitantes** pour la circularité. Cette exigence s'inscrit dans un cadre réglementaire européen de plus en plus structurant. Trois textes principaux s'appliquent aux équipements de réseau :

- Le **règlement REACH**, qui impose **l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation** de certaines substances chimiques présentes dans tous types de produits, et dont la mise en œuvre est pilotée par l'**Agence européenne des produits chimiques (ECHA)** ;

- La **directive RoHS** (2011/65/UE), qui **restreint l'utilisation de substances toxiques** comme le plomb, le mercure, le cadmium ou le chrome hexavalent dans les équipements électriques et électroniques ;

- Le **règlement ESPR**, qui vient compléter ces deux dispositifs en **prévoyant la possibilité d'imposer des exigences sur les substances préoccupantes⁴³ affectant la durabilité ou la recyclabilité** des produits. Il prévoit, avant chaque acte délégué, une évaluation de l'impact des substances sur la réparabilité, la réutilisation ou la recyclabilité du produit.

Certaines substances, bien que non interdites, peuvent en effet **nuire à la qualité des matériaux recyclés⁴⁴**, par exemple en modifiant leur **couleur**, leur **odeur**, ou leur **propriété mécanique**, rendant difficile leur intégration dans des flux de matières secondaires. D'autres peuvent **exiger des précautions particulières** lors du démantèlement en raison de leur **toxicité pour la santé humaine ou l'environnement**.

⁴³Une substance préoccupante est définie à l'article 2 du règlement ESPR : SVHC selon REACH, classé selon une des classes ou catégories de danger de l'annexe VI, partir 3 du règlement CLP, interdit en vertu du règlement POP, ou ayant une incidence négative sur le réemploi et le recyclage des matériaux contenus dans le produit.

⁴⁴Voir [le bilan national du recyclage 2012-2021](#), publié par l'Ademe.

Néanmoins, **certaines substances dangereuses possèdent des propriétés chimiques et physiques spécifiques, qui sont difficiles à reproduire avec des matériaux alternatifs**. Par exemple, les **soudures au plomb** présentent des propriétés de **fiabilité** et de **résistance** difficiles à égaler avec des alternatives. Dans ce cas, la réglementation impose **leur déclaration, leur traçabilité, voire leur marquage** explicite sur les produits.

L'écoconception vise donc à :

- **Éviter l'usage** de substances problématiques quand des alternatives fiables existent ;
- **Identifier et tracer** les substances non substituables ;
- **Faciliter leur retrait** ou leur neutralisation en fin de vie.

Cette démarche suppose une **connaissance fine des matériaux** tout au long de la chaîne de production, une **collaboration renforcée avec les fournisseurs**, et des **arbitrages complexes** entre performance, réglementation et durabilité.

Réduire les déchets de production

La **réduction des déchets de production** constitue un autre axe majeur d'éco-conception. Des efforts sont menés pour augmenter le taux de circularité dans les usines, notamment par le réemploi de matériaux, la dématérialisation (réduction de la masse des produits), ou l'amélioration des rendements. Des industriels atteignent déjà des **taux de circularité de 85 à 90 %**⁴⁵, grâce à une combinaison d'actions : recyclage interne de l'aluminium ou des conteneurs, tri et réutilisation des rebuts, allègement des pièces. La mise en place de **contrôles qualité en ligne**, directement sur les chaînes de production, permet également de diminuer le nombre de pièces défectueuses, réduisant ainsi la consommation de matière première à performance constante.

L'ensemble de ces efforts fait de la phase de fabrication un **levier majeur de transformation industrielle**. Elle cristallise les enjeux de localisation, de choix énergétique, de design industriel, mais aussi de collaboration avec les fournisseurs. Dans une logique d'écoconception, la fabrication n'est plus seulement une étape de production : elle devient une phase d'**arbitrage stratégique sur les impacts amont du produit**, où les décisions prises structurent durablement la performance environnementale de l'ensemble du cycle de vie.

⁴⁵[Nokia](#) (2023) page 13.



3.3 Durant la distribution

La phase de distribution, longtemps perçue comme un simple maillon logistique, représente en réalité un **levier stratégique d'écoconception**. Les émissions associées au transport, à l'emballage et au stockage peuvent être significatives, notamment lorsque la fabrication est délocalisée hors d'Europe. L'optimisation de cette étape passe par une combinaison de leviers techniques, organisationnels et territoriaux.

Rapprocher la production des marchés : un levier majeur

La **localisation des sites de production ou d'assemblage** constitue un levier prioritaire. Produire en Europe pour le marché européen permet de réduire considérablement les émissions liées au transport intercontinental. Dans le secteur des câbles, une analyse du PSR de l'association PEP Ecopassport montre qu'un câble importé d'Asie peut présenter un **impact de distribution jusqu'à 7 fois supérieur** à celui d'un câble fabriqué en France ou en Belgique, à performance équivalente.

Ce constat renforce la dynamique de **relocalisation industrielle**, en particulier pour les produits lourds ou encombrants comme les tourets (bobines) de câble.

Réduire le recours à l'aérien : diversification des modes de transport

Le **choix des modes de transport** joue également un rôle central. La filière s'engage progressivement dans une **réduction du fret aérien**, remplacé autant que possible par des alternatives plus sobres : maritime, ferroviaire ou multimodal. Certains industriels, en l'espace de trois ans, ont ainsi **diminué de moitié** leurs volumes transportés par avion⁴⁶. Ce mouvement est souvent appuyé par une participation à des programmes tels que **FRET21**, qui favorisent :

- L'usage de biocarburants ;
- Le report modal vers le rail ;
- L'optimisation du taux de chargement.

Lorsque le fret aérien reste inévitable (par exemple pour certaines livraisons urgentes), des solutions de **carburant d'aviation durable (SAF)** et une **planification optimisée des itinéraires** permettent de contenir les émissions. L'un des grands équipementiers affiche ainsi en 2023 une **réduction de 54 % des émissions logistiques** par rapport à 2019⁴⁷ grâce à l'actionnement de ces différents leviers.

Écoconcevoir les emballages pour réduire le volume transporté

L'**écoconception des emballages** complète cette démarche. En réduisant la **taille**, le **poids** et en supprimant les **mousses pétrosourcées** au profit de matériaux en **fibres de bois**, certains acteurs sont passés de 20 % à **moins de 1 % de plastique** dans leurs emballages. Cela améliore le **taux de remplissage des conteneurs**, réduit les coûts logistiques et diminue les émissions par unité transportée. Dans le secteur des câbles, la **réutilisation des tourets** s'impose comme une bonne pratique à forte valeur ajoutée environnementale.

⁴⁶[Ericsson](#) (2023) page 15

Intégrer la logistique inversée : un levier circulaire

Un levier essentiel de **circularité** réside également dans l'**optimisation des flux logistiques**, notamment à travers la **logistique inversée**. Ce processus consiste à réutiliser les circuits de distribution déjà en place pour collecter, en retour, les équipements en fin de vie. Les produits ainsi récupérés peuvent être reconditionnés pour une seconde vie ou bien **orientés vers des filières de recyclage spécialisées**⁴⁸.

Cette démarche permet d'extraire et de réintroduire des matériaux critiques comme l'aluminium ou le cuivre, tout en limitant la quantité de déchets résiduels.

Au-delà de la réduction des déchets, la logistique inversée contribue à **diminuer les émissions indirectes de gaz à effet de serre, en réduisant le nombre de trajets nécessaires à la collecte et au traitement des équipements**. Elle permet ainsi d'optimiser les flux physiques tout en maximisant la valeur environnementale des retours.

Cependant, sa mise en œuvre dépend étroitement de l'implication des clients. Les équipements étant généralement leur propriété, le succès des programmes de reprise repose sur leur volonté de participer et sur la facilité d'accès aux dispositifs logistiques proposés.

Pensée de manière cohérente avec la conception des produits, l'organisation des flux et les engagements climatiques de l'entreprise, cette approche transforme la logistique en un levier structurant de sobriété, d'efficacité et de circularité.

⁴⁷[Nokia](#) (2023) page 7

⁴⁸Un des membres du CSF IN a mis en place un programme mondial de reprise de ses produits disponible dans 180 pays. Environ 96 à 98 % des produits ainsi collectés sont soit réutilisés, recyclés ou récupérés pour réduire le besoin de nouvelles matières premières. Voir [Ericsson](#) (2023) page 13



3.4 Durant l'installation

La phase **d'installation** constitue un levier important de réduction des impacts environnementaux dans le cycle de vie des infrastructures numériques. Elle ne se limite pas à la mise en service des équipements, mais englobe l'ensemble des opérations physiques associées à leur intégration dans l'environnement : construction, tranchées, raccordement, transport, adaptation des sites.

Plusieurs leviers existent pour limiter les impacts, à condition d'agir sur l'aménagement du territoire, les méthodes de génie civil, ou encore la conception des produits.

Réduire l'empreinte par la mutualisation des infrastructures

Le premier levier repose sur la **réutilisation des infrastructures existantes** et la **mutualisation des sites**. En évitant la création d'ouvrages redondants (pylônes, points hauts, tranchées), les opérateurs réduisent significativement les travaux de génie civil, qui figurent parmi les postes les plus émissifs de cette phase⁴⁹.

La mutualisation des réseaux mobiles illustre pleinement ce levier. Dans le cadre du New Deal mobile, l'Arcep impose le partage de certaines installations actives ou favorise le partage d'infrastructures passives telles que les pylônes (sous réserve de faisabilité technique). Les opérateurs doivent répondre aux demandes raisonnables de partage de sites, et justifier de tout choix, en zone rurale, de non-partage de sites ou de pylônes⁵⁰. Fin 2024, **49,6 % des supports de réseaux mobiles (pylônes, toits-terrasses, points hauts, ...)** étaient mutualisés, et environ un sur six accueillait les quatre opérateurs nationaux⁵¹. Cette dynamique améliore la couverture tout en réduisant l'impact environnemental du déploiement.

Déployer la fibre avec sobriété : leviers identifiés

Pour les réseaux filaires, et en particulier le déploiement de la fibre optique, le **génie civil** reste la principale source d'impact, bien qu'il ne soit pas directement intégré dans l'ACV du câble.

Le **guide sectoriel de calcul des bilans GES des infrastructures numériques**, porté par l'Ademe et InfraNum, identifie plusieurs leviers d'écoconception appliqués aux chantiers⁵² :

- **Le passage à l'électrique pour les véhicules** légers, et aux biocarburants pour les poids lourds ;
- **Le recyclage des agrégats de chantier** (béton, gravats, enrobés) à travers la revalorisation des déchets issus du BTP via des investissements logistiques (bennes, stockage, stations de traitement) ;
- **La méthode « déblais-remblais »** qui permet de réutiliser sur place 30 à 40 % des matériaux extraits en permettant le traitement et le stockage sur place, ce qui réduit également les transports, à condition d'avoir l'accord des collectivités pour leur stockage le long des voiries et un contrôle qualité géologique ;

⁴⁹Voir également Report on Infrastructure Sharing as a lever of ECN/ECS Environmental Sustainability, BoR (25à 68, BEREC (June 2025)

⁵⁰New Deal mobile : point d'étape, Arcep (1er février 2024)

⁵¹Communiqué de Presse, Rapport annuel, Arcep (27 juin 2025).

⁵²Voir notamment le [rapport RSE 2022](#) du groupe français FIRALP.

- **L'utilisation de bétons bas carbone**, qui peuvent réduire d'un tiers les émissions, bien que leur coût soit encore 30 % plus élevé ;
- **L'adoption de techniques de génie civil plus sobres** comme les micro-tranchées, lorsque la configuration le permet.

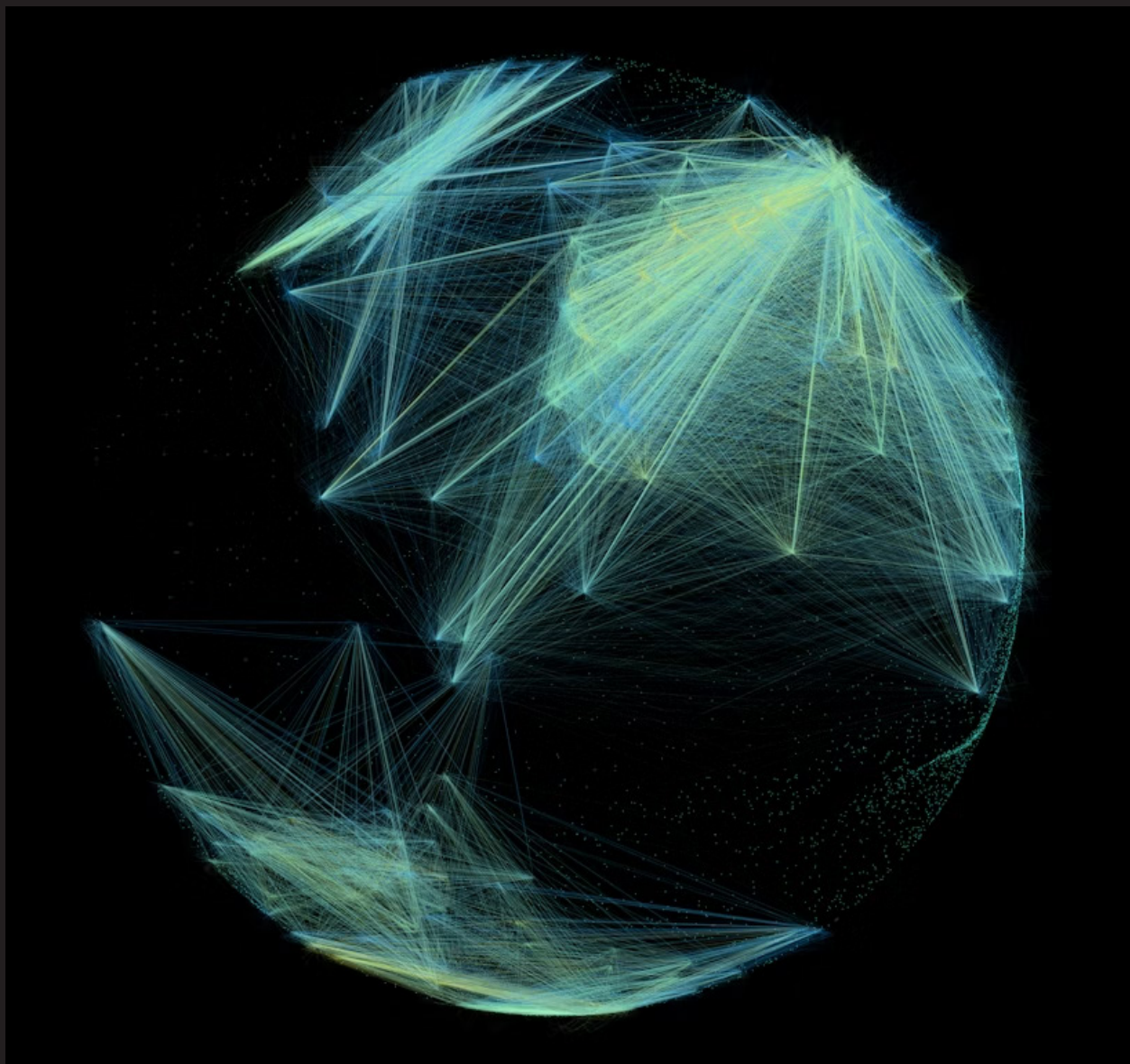
La qualité initiale des infrastructures est également un facteur déterminant : des installations mal conçues ou trop exposées peuvent nécessiter des interventions fréquentes, ce qui aggrave leur empreinte carbone.

Optimiser le raccordement final

Le **raccordement** client constitue la dernière étape du déploiement. Il peut être optimisé dès la conception des équipements : réduction de la quantité de câble nécessaire, compatibilité modulaire, facilité d'installation. Ces éléments permettent de limiter les déplacements, les interventions, les pertes de matériaux, et donc les émissions associées.

Une piste encore peu exploitée consiste à intégrer l'empreinte du raccordement final dans les spécifications techniques des équipements. Cela permettrait d'en faire un critère de conception à part entière, aligné avec les objectifs globaux d'écoconception⁵³.

⁵³Voir par exemple les [câbles à Nanomodules d'Acôme](#), dont l'impact est réduit de 20 à 30% en modifiant leur constitution (sans gelée, sans sous-tubage).



3.5 Durant l'utilisation : le défi des consommations

Consommation énergétique : renforcer l'efficacité

La phase d'usage des équipements de réseaux représente la principale part de leur empreinte environnementale, et son impact dépend fortement du mix énergétique du pays ainsi que des choix des opérateurs en matière d'énergies renouvelables. À performance équivalente, un même équipement génère ainsi une empreinte carbone très différente s'il est utilisé dans un pays à électricité fortement carbonée, comme l'Inde, ou dans un pays à faible intensité carbone comme la France ou la Suède.

Malgré ce poids relatif moindre dans l'analyse du cycle de vie, l'optimisation énergétique à l'usage reste un **enjeu clé** pour réduire les consommations globales, améliorer la compétitivité des opérateurs et faciliter l'accès au numérique dans les zones contraintes. Depuis plusieurs années, les fabricants d'équipements ont engagé **une démarche d'amélioration continue en matière d'efficacité énergétique**, agissant sur les composants, le design matériel, les logiciels et les services associés, à la fois en recherchant les gains énergétiques des éléments individuels des équipements de réseaux et en évaluant les opportunités d'amélioration des performances du réseau.

Les équipements radio illustrent particulièrement ces efforts. Les **circuits intégrés** sont devenus plus compacts et efficaces, réduisant leur consommation énergétique tout en améliorant leurs performances. Cette évolution technique permet aussi de recourir davantage au **refroidissement passif** (passive cooling), supprimant la nécessité de ventilateurs actifs énergivores et réduisant les besoins en métaux pour la dissipation thermique. **L'efficacité des architectures globales a également progressé** : à fonctionnalités équivalentes, certains produits ont vu leur consommation baisser de **30 à 50 %** ces dernières années. En 2023, Ericsson a ainsi réduit de **30 %** la consommation de ses nouvelles stations de base radio par rapport à 2021⁵⁴, tandis que Nokia a diminué de **50 %** celle de ses stations 5G [Mimo](#) entre 2019 et 2023⁵⁵, soit une économie potentielle de **plus de 10 MWh par site 5G** selon la configuration.

Cette réduction repose aussi sur une **gestion intelligente de l'énergie**. Les produits intègrent des mécanismes de mise en veille automatique des modules non sollicités (composants, cartes de capacité ou de contrôle) à différents niveaux de profondeur. Ces fonctions sont pilotées par des algorithmes s'appuyant sur **l'intelligence artificielle** ou le **machine learning**⁵⁶, capables d'anticiper la charge réseau pour adapter dynamiquement la performance et limiter la consommation pendant les périodes creuses.

Certaines évolutions d'architecture réseau contribuent également à améliorer l'efficacité. La 5G en mode standalone (SA), par exemple, permet aux terminaux de se connecter uniquement au réseau 5G, supprimant le double rattachement à la 4G requis en mode non standalone (NSA), ce qui réduit la consommation énergétique côté terminal⁵⁷. **Ces interactions entre réseau et terminaux ne doivent pas être négligées.**

⁵⁴[Ericsson](#) (2023) page 3

⁵⁵[Nokia](#) (2023) pages 11-12



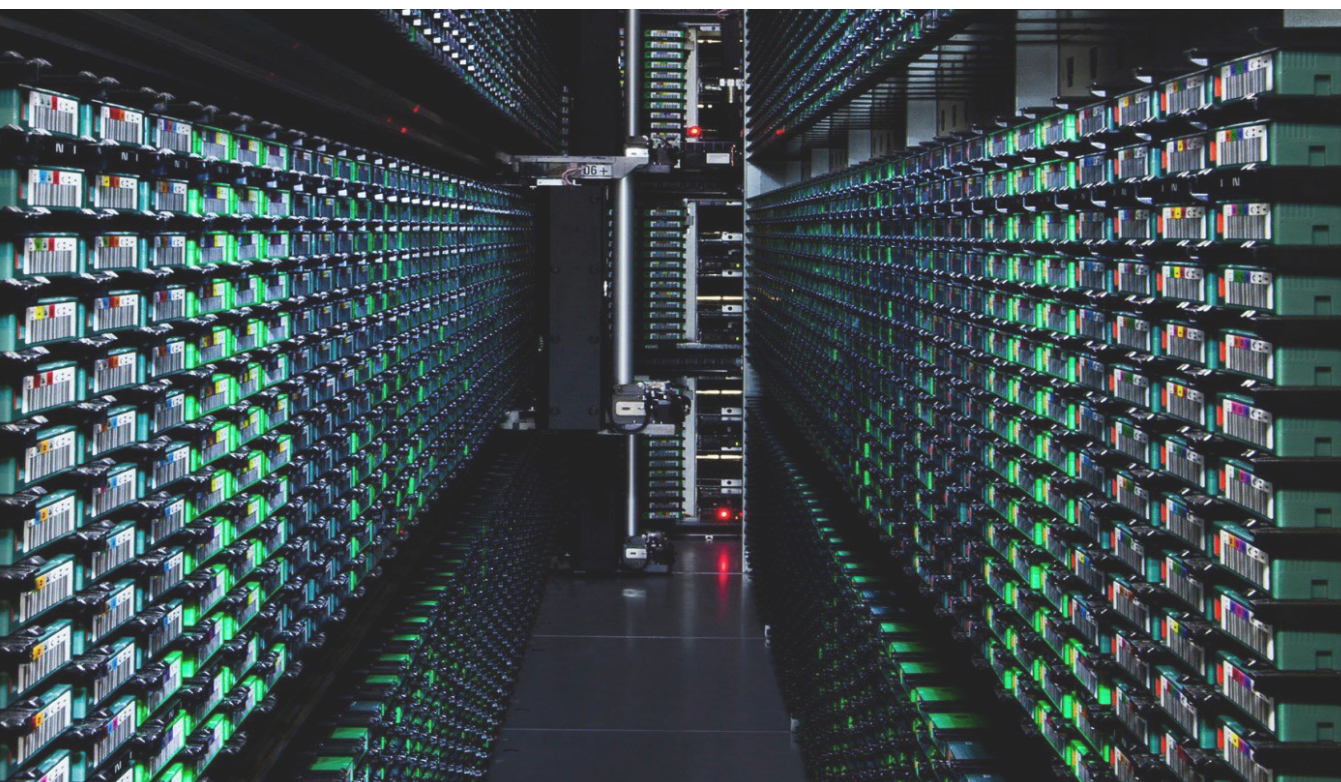
Une mauvaise configuration ou un usage mal maîtrisé d'objets connectés peut annuler les gains réalisés au niveau des équipements. Pour anticiper ces dérives, la **GSMA** a publié avec ses partenaires un [guide](#) à destination des fabricants d'objets connectés, visant à favoriser une communication machine-réseau sobre et efficiente.

En moyenne, les données des fabricants indiquent une **réduction annuelle de l'ordre de 10 %** de la consommation énergétique à usage constant depuis 2019. Ce rythme pourrait se maintenir à court terme, porté par les progrès continus sur la miniaturisation des composants, l'intégration de circuits systèmes (SoC), l'optimisation logicielle et les stratégies d'économie intelligentes. Toutefois, il convient de rester vigilant face à l'effet rebond : l'augmentation de l'efficacité énergétique peut induire des usages plus intensifs (vidéo en streaming, objets connectés, cloud computing...), ce qui pourrait compenser partiellement les gains environnementaux réalisés.

L'enjeu de l'efficacité énergétique dépasse ainsi la seule performance environnementale : il conditionne aussi la maîtrise des coûts d'exploitation, la résilience aux fluctuations du prix de l'énergie, et l'extension de l'accès aux services numériques dans les territoires. L'écoconception à l'usage repose donc sur une combinaison d'**innovations techniques**, de **gestion intelligente des ressources**, et de **coordination dans l'écosystème numérique**. C'est à cette condition que les équipements de réseaux pourront répondre aux exigences croissantes de sobriété tout en soutenant l'évolution des usages et des services.

⁵⁷Pour plus de précision sur le sujet, voir le livrable Empreinte réseau du CSF

⁵⁶L'utilisation de l'IA et du ML dans l'accès réseau est encore en développement. De plus, il est crucial de considérer l'impact environnemental associé à la mise en œuvre et à l'entraînement/réentraînement des systèmes d'IA/ML, notamment en termes de coût carbone



Etude de cas : Centres de données, enjeux d'efficacité thermique et de sobriété hydrique

La consommation d'eau des centres de données connaît une attention croissante à mesure que ces infrastructures se développent. Selon l'édition 2025 (sur les données 2023) de l'enquête « Pour un numérique soutenable » de l'Arcep, le volume d'eau prélevé directement par les centres de données augmente de 20 % par an depuis 2 ans, atteignant 681 000 m³. Cette hausse s'explique en partie par des conditions météorologiques plus chaudes, mais elle reflète aussi **une pression structurelle liée à la montée en puissance de nouveaux usages comme l'IA et la blockchain**⁵⁸.

Les centres de données ne représentent encore qu'une faible part de la consommation d'eau du secteur numérique (7 % selon l'étude Green IT 2019), mais leur poids tend à croître. Le choix des **technologies de refroidissement** devient alors **un enjeu stratégique**, qui repose sur une multitude de facteurs : taille et densité du site, ancienneté de l'infrastructure, géographie, réglementation locale, performance énergétique des équipements, ou encore disponibilité des ressources.

Les solutions en boucle fermée, comme la combinaison du **free cooling** et d'une boucle l'eau glacée, sont de plus en plus privilégiées sur les sites de taille moyenne. Elles consomment peu d'eau, car elles n'ont besoin que d'un remplissage initial, contrairement aux technologies adiabatiques ou évaporatives, qui utilisent beaucoup plus d'eau. Le recours à l'eau s'est parfois imposé comme un **levier d'efficacité énergétique**, en permettant un meilleur refroidissement et donc une baisse de la consommation électrique. Cet arbitrage entre empreinte hydrique et performance énergétique reste un point de vigilance : certaines technologies sobres en eau, comme les groupes de froid, peuvent induire une consommation électrique importante.

Face à ces dilemmes, **les exploitants de centres de données multiplient les leviers d'action** : amélioration de l'urbanisation thermique des sites, élévation contrôlée des températures de fonctionnement, développement de technologies alternatives comme le refroidissement par immersion, mise en place de capteurs pour détecter les fuites, recours à l'eau grise ou recyclée, ou encore valorisation de la chaleur fatale pour d'autres usages. Des initiatives collectives accompagnent ces efforts, telles que le pacte **Climate Neutral Data Center**⁵⁹, le programme « Centres de données en transition »⁶⁰ ou le *Wash Pledge*⁶¹.

Ces dynamiques d'innovation doivent toutefois composer avec plusieurs limites : contraintes réglementaires (comme l'interdiction des tours aéroréfrigérantes dans certaines zones), résilience aléatoire de certaines technologies face au changement climatique (ex. river cooling), difficultés d'intervention sur des infrastructures existantes, ou encore exigences de coopération avec d'autres acteurs pour la réutilisation de ressources.

Dans un contexte de tension sur la ressource en eau, **la sobriété hydrique des centres de données s'impose ainsi comme un champ d'innovation à fort enjeu, nécessitant une approche intégrée entre performance énergétique, résilience climatique et efficacité environnementale globale.**

⁵⁸ [Empreinte environnementale du numérique mondial](#), Green IT (2019).

⁵⁹ <https://www.climateneutraldatacentre.net/>

⁶⁰ <https://datacenter-transition.com/>

⁶¹ <https://wash4work.org/wash-pledge/>



3.6 En améliorant la durée de vie

Prolonger la durée de vie des équipements est l'un des leviers les plus directs pour réduire leur empreinte environnementale. Cela suppose d'intégrer, dès la conception, des critères de **résilience** – c'est-à-dire la capacité à fonctionner durablement dans des conditions d'usage parfois exigeantes – et d'adapter les choix de matériaux ou de composants au contexte réel d'exploitation : type de réseau, environnement climatique, niveau d'exposition, fréquence d'utilisation.

Dans le domaine des câbles, **cette approche est historique**. La plupart des fibres optiques déployées dans les années 1990 sont encore en service aujourd'hui, avec des espérances de vie supérieures à 30 ans. Pour les équipements actifs, la logique est similaire : il s'agit de concevoir des produits robustes, en limitant le nombre de composants critiques susceptibles de tomber en panne, et en favorisant une architecture modulaire. Cette **modularité** permet non seulement la maintenance, mais aussi l'adaptation aux évolutions technologiques sans remplacement complet du matériel.

La **compatibilité** avec les générations futures est également un facteur clé. Un équipement conçu pour rester **interopérable** évite l'ajout de modules redondants ou le déclassement prématuré, ce qui réduit à la fois les déchets électroniques et les besoins en ressources neuves. La **versatilité** fonctionnelle – c'est-à-dire la capacité d'un même produit à remplir plusieurs fonctions selon les usages – constitue un autre levier pour allonger sa durée d'exploitation.

Enfin, cette approche durable est renforcée par des pratiques contractuelles : les fournisseurs s'engagent sur la maintenance longue durée, proposent des extensions de garantie, assurent la disponibilité des pièces détachées, et accompagnent les opérateurs dans la gestion de la longévité des équipements installés.

En réunissant robustesse, modularité, interopérabilité et accompagnement, la conception pour la durée de vie devient ainsi un vecteur structurant de performance environnementale.

Modularité et évolutivité

Dans un secteur en constante évolution, la **modularité** des équipements réseau est un levier central pour prolonger leur durée de vie et en faciliter la maintenance. En concevant les produits comme des **assemblages de modules fonctionnels**, les industriels rendent possible une mise à niveau progressive sans avoir à remplacer l'ensemble du système. Cette **approche modulaire** permet aux équipements de suivre l'évolution des usages et des réseaux, tout en limitant les déchets et la consommation de ressources neuves.

Les **misés à jour matérielles** peuvent ainsi être réalisées en remplaçant un module obsolète ou en ajoutant un bloc de capacité supplémentaire. Côté logiciel, les évolutions sont souvent déployées à distance, prolongeant la durée d'exploitation sans intervention physique.

Au-delà de la durabilité individuelle de chaque produit, **la réutilisation de blocs communs à plusieurs gammes d'équipements constitue un avantage opérationnel significatif**. Elle permet de simplifier la chaîne d'approvisionnement, d'optimiser la disponibilité des pièces détachées, et de faciliter la réparation des produits en fin de vie.

Modularité, évolutivité et standardisation deviennent ainsi des piliers d'une stratégie d'écoconception orientée vers la performance dans le temps.

Conjuguer versatilité, compatibilité et flexibilité technologique

Concevoir des équipements **versatiles**, capables de s'adapter à plusieurs usages ou environnements, permet d'en prolonger la durée de vie tout en limitant les besoins de renouvellement. Un produit polyvalent continue à être utile même lorsque les contextes technologiques évoluent : il peut remplir plusieurs fonctions, répondre à des besoins variés, ou rester opérationnel malgré les évolutions d'infrastructure.

C'est notamment le cas des équipements compatibles avec plusieurs générations de réseaux mobiles. Certains acteurs de la filière proposent des équipements capables de supporter différentes technologies sur la même infrastructure, ce qui permet de gérer 2G, 3G, 4G, 5G sur un même équipement, en utilisant différentes fréquences. Ces produits sont donc conçus pour être compatibles avec des générations précédentes et futures.

La technologies **Dynamic Spectrum Sharing (DSS)** permettant d'introduire la 5G sur les infrastructures 4G existantes, par activation logicielle à distance. Ces fonctions, rendues possibles par des algorithmes de coordination dynamiques, évitent d'avoir à remplacer tout ou partie du matériel pour suivre l'évolution des standards.

Les dernières générations de modules radio (RRU – Remote Radio Units), conçues pour couvrir de larges bandes de fréquences avec un nombre réduit de composants, apportent une **flexibilité accrue** tout en limitant la consommation d'énergie. Ces approches, alliant compatibilité, évolutivité et efficacité, contribuent directement à une meilleure durabilité des infrastructures numériques.

Réparabilité : faciliter l'accès, garantir la disponibilité

Concevoir des équipements **réparables** suppose de penser, dès l'origine, à l'**accessibilité** des composants. Plus un produit est **modulaire**, plus il est facile à réparer : un composant défaillant peut être remplacé sans affecter les autres parties de l'équipement, prolongeant ainsi sa durée de vie sans immobilisation prolongée.

Certains fabricants ont revu l'architecture interne de leurs produits pour faciliter les interventions. **Les pièces les plus exposées à l'usure sont désormais positionnées à proximité des panneaux d'accès, réduisant le nombre d'étapes nécessaires pour les atteindre.** Cette logique de réparabilité, intégrée dès la conception, permet non seulement de gagner du temps lors des opérations de maintenance, mais aussi de réduire l'empreinte environnementale liée à l'envoi de pièces entières ou au remplacement complet de l'équipement.

Pour accompagner cette stratégie, des catalogues de pièces détachées doivent être mis à disposition pendant toute la durée de vie technique du produit. Ils garantissent une disponibilité suffisante pour répondre aux besoins de réparation, y compris après plusieurs années d'exploitation, et facilitent l'organisation logistique des opérateurs et des techniciens sur le terrain.

Circularité : prolonger la valeur des équipements tout au long de leur cycle de vie

L'économie **circulaire** vise à maintenir les produits, composants et matériaux à leur plus haut niveau de valeur et d'utilité, le plus longtemps possible, tout en limitant la production de déchets. Elle repose sur une gestion efficace des ressources, en prenant en compte à la fois la rareté des matières premières et la capacité de renouvellement des flux.

Dans le secteur des équipements de réseaux, la circularité peut se traduire par plusieurs pratiques : le **reconditionnement**, le **réemploi** ou encore la **réutilisation** des produits dans leur fonction initiale, sans transformation majeure. Ces approches permettent de tirer parti du potentiel résiduel des équipements tout en évitant de nouveaux prélèvements de ressources.

La recommandation [ITU L.1023](#) fournit un cadre structurant pour évaluer et améliorer la circularité des équipements numériques. Elle met en avant plusieurs critères essentiels, tels que :

- La **durabilité du produit** ;
- Sa **capacité à être réparé, réutilisé, recyclé ou mis à niveau**, tant au niveau de l'équipement que du fournisseur.

L'amélioration de la **gestion des données sur les flux de déchets** et la **coordination entre acteurs** tout au long de la chaîne de valeur sont indispensables pour garantir une circularité efficace, notamment dans les zones géographiques où l'accès aux filières de valorisation reste limité.

Certaines entreprises du secteur disposent déjà d'un recul significatif. Depuis plus de 30 ans, elles ont mis en place des systèmes structurés de **reprise**, de **remise à neuf** et de **réintégration des équipements** dans la chaîne d'approvisionnement. Elles collectent ainsi des produits excédentaires ou obsolètes auprès de leurs clients ou sur le marché secondaire, puis les testent, réparent et remettent à disposition – pour un usage interne ou une revente. En 2023, certaines d'entre elles ont atteint un taux de circularité des déchets supérieur à 80 % , tout en identifiant les domaines nécessitant des améliorations supplémentaires.

Ces démarches permettent de prolonger la vie des équipements tout en réduisant les déchets électroniques. Toutefois, la prolongation de la durée de vie d'un produit n'est pas toujours synonyme de réduction d'impact. La phase d'utilisation reste, dans certains nombreux cas, la principale source d'émissions. Dès lors, pour certains réseaux anciens, le remplacement d'équipements obsolètes par des produits de nouvelle génération – plus performants sur le plan énergétique et conçus à partir de matériaux moins polluants – peut s'avérer plus pertinent. Ces arbitrages doivent s'appuyer sur une analyse précise des points de bascule technico-environnementaux selon les typologies d'équipements⁶³.

⁶² [Nokia Environnement](#)

⁶³ Voir à titre d'exemple l'[étude de l'Arcep sur l'impact carbone de l'extinction de la 2G-3G et la migration vers la 4G/5G](#).

NORDOCK





3.7 Durant la fin de vie

Le dernier levier essentiel de l'écoconception concerne l'optimisation de la fin de vie des équipements, avec un double objectif : **minimiser les déchets générés et maximiser la réutilisation et le recyclage des matériaux**. Cela contribue directement à l'augmentation du taux de circularité des produits, en fermant les boucles de matières dès la phase de production.

En 2023, l'un des principaux fabricants d'équipements de réseau affiche un taux de **circularité** de 86 % dans sa production⁶⁴, résultat d'une amélioration continue des procédés industriels et d'une intégration accrue de matières recyclées dans la fabrication. D'autres industriels misent sur la **dématérialisation**⁶⁵ pour réduire le volume de matériaux nécessaires, en développant des unités plus légères et plus compactes, générant ainsi moins de déchets dès l'origine.

⁶⁴ [Nokia](#) (2023) page 13

⁶⁵ [Ericsson](#) (2023) pages 3, 7, 8 et 16

Parallèlement, **le contrôle qualité en continu** sur les lignes de production joue un rôle clé pour limiter les défauts et éviter les pertes matière. En réduisant le nombre de pièces non conformes, cette démarche renforce l'excellence opérationnelle tout en allégeant la pression sur les ressources, au bénéfice d'une production plus sobre et plus efficace.

L'ensemble de ces pratiques s'inscrit dans le cadre réglementaire défini par la directive européenne 2012/19/UE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE), qui impose aux producteurs la **collecte, le traitement, la valorisation et la traçabilité des produits en fin de vie**. En France, ces obligations sont mises en œuvre dans le cadre de la **filière REP DEEE**. Trois éco-organismes agréés (Ecosystem, Ecologic et Soren) assument les obligations qui incombent aux producteurs de la filière.

Pour garantir un recyclage efficace et de qualité, l'écoconception doit intégrer dès l'amont des dispositifs facilitant le **démantèlement, le tri et la récupération des matériaux**. Plusieurs mesures concrètes peuvent être mises en place à cette fin :

- **Le marquage des composants**, avec une identification claire des matériaux utilisés, simplifie le tri et favorise une récupération ciblée des matières premières ;
- **Un guide de recyclage détaillé** permet aux opérateurs de démantèlement d'adopter les bonnes pratiques : séquence de démontage, tri matière, précautions de sécurité, etc ;
- **L'accessibilité des composants**, assurée par une architecture pensée pour limiter les étapes de démontage, renforce à la fois la réparabilité et la recyclabilité ;
- **Le recours aux meilleures techniques de recyclage disponibles**, via des partenariats avec des [éco-organismes](#) spécialisés (comme [Ecologic](#) ou [ecosystem](#)), garantit une performance environnementale élevée, en optimisant les taux de récupération des matériaux.

Certains fabricants vont plus loin en renforçant le **recyclage directement sur site**. L'un d'eux a atteint un taux de recyclage de **99,8 % sur l'un de ses sites de production**, notamment grâce à la réutilisation systématique des profilés en aluminium, des éléments de montage et des conteneurs entre les différentes lignes de production.

Selon les cas, les industriels peuvent choisir entre un **système individuel de collecte et de recyclage** ou une **participation à des dispositifs mutualisés portés par les éco-organismes**. Dans les deux cas, la maîtrise de la fin de vie passe par une **connaissance fine des flux matière**, une **logistique adaptée** et une **coopération étroite entre les acteurs de la filière**.

4 Leviers et freins

Malgré des avancées réelles, l'écoconception dans le secteur des équipements de réseaux reste freinée par plusieurs obstacles structurels. Ces freins ne traduisent pas un manque de volonté, mais plutôt des déséquilibres économiques, des rigidités industrielles et réglementaires ou des enjeux concurrentiels qui limitent la généralisation des démarches vertueuses.

Comprendre ces freins est essentiel pour identifier les leviers d'action, qu'ils soient d'ordre économique, organisationnel, réglementaire ou stratégique. Cette section propose une lecture transversale des principales contraintes rencontrées par les acteurs du secteur, en distinguant trois dimensions : économiques, industrielles (chaîne de valeur), et concurrentielles.

4.1 Freins économiques

L'écoconception implique de concilier plusieurs objectifs parfois contradictoires : performance technique, délais, coûts, sécurité, et impact environnemental. Si les premières étapes de la démarche — cadrage, évaluation environnementale — sont généralement peu coûteuses à mettre en œuvre, les phases suivantes peuvent représenter un investissement conséquent : recherche de matériaux alternatifs, adaptation des procédés industriels, certification, formation des équipes, collecte de données d'impact, etc.

Ces investissements sont d'autant plus sensibles que le secteur des infrastructures numériques est soumis à **une forte pression concurrentielle et à des marges limitées**. En outre, les bénéfices environnementaux de l'écoconception — réduction des émissions de GES, amélioration de la circularité, moindre dépendance aux ressources vierges — ne se traduisent pas toujours immédiatement en gains économiques pour les entreprises. Par exemple, le recours à des matériaux à faible impact (comme l'aluminium recyclé ou certains plastiques substituables) peut générer des coûts supplémentaires, liés aux tensions sur les marchés, à la complexité des procédés ou à la nécessité de refondre les chaînes de production (ex. moules d'injection). Dans d'autres cas, la suppression de matériaux non recyclables ou la recherche d'alternatives bas carbone, comme le béton bas carbone dans les installations, entraîne des surcoûts de 20 à 30 %⁶⁶.

Certains choix d'écoconception permettent pourtant des **gains économiques indirects**, notamment en réduisant la consommation énergétique, en optimisant la logistique, ou en diminuant les volumes de déchets à traiter. Lorsque l'entreprise reste propriétaire du produit tout au long de sa durée de vie, elle peut en outre en tirer parti sur le long terme par une meilleure rentabilité d'usage et une maintenance allégée. Mais ces bénéfices sont souvent trop diffus ou trop différés pour constituer, à eux seuls, un levier de massification.

Les incitations économiques existantes restent limitées. Les mécanismes de modulation d'écocontribution dans les filières à responsabilité élargie des producteurs (REP), comme celle des équipements électriques et électroniques (DEEE), manquent encore de lisibilité, de différenciation et de portée suffisante pour orienter massivement les décisions industrielles. De même, les produits écoconçus peinent à être valorisés dans les appels d'offres, notamment publics, où le critère prix demeure prépondérant faute de grilles d'analyse environnementale partagées, robustes et opérationnelles.

Cette combinaison de facteurs conduit à une forme d'inertie : en l'absence de demande explicite, les industriels hésitent à investir ; en l'absence d'offre structurée, les acheteurs conservent leurs critères historiques ; et sans incitations externes, les deux parties restent enfermées dans un cercle d'attentisme.

⁶⁶ Cependant, il est important de noter que les matériaux comme l'aluminium, le cuivre et le plastique ne sont pas nécessairement plus chers lorsqu'ils sont recyclés. En réalité, cela dépend du niveau de pureté et de rareté recherché dans le produit (le platine et le palladium sont par exemple plus chers lorsqu'ils sont recyclés).

Pour briser ce cercle, **plusieurs leviers sont envisageables** : renforcer l'intégration de critères environnementaux dans les cahiers des charges d'achats, notamment publics ; développer des fiches de déclaration environnementale (PEP) standardisées et comparables ; soutenir les investissements industriels dans des procédés plus sobres ; ou encore mettre en place des dispositifs de bonification pour les projets à forte performance environnementale. À terme, **une meilleure valorisation boursière des démarches responsables, ou des mécanismes comme la taxe carbone aux frontières, pourraient également encourager l'écoconception comme levier de compétitivité.**

4.2 Chaîne de valeur

L'écoconception implique nécessairement l'ensemble des maillons de la chaîne de valeur. Pourtant, **cette chaîne demeure aujourd'hui fragmentée, internationale, et inégalement engagée, ce qui freine une mise en œuvre cohérente à l'échelle du secteur.**

De nombreux équipementiers et opérateurs se sont engagés dans des trajectoires de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre, certains visant la neutralité carbone d'ici 2050⁶⁷. Le suivi de ces engagements est renforcé dans le cadre de la CSRD, et leur réalisation dépend étroitement de la capacité à embarquer l'ensemble des fournisseurs, intégrateurs, assembleurs et partenaires. Or, **la maturité environnementale reste très hétérogène** : certaines PME n'ont pas encore structuré de politique RSE, ou sont implantées dans des régions où la réglementation environnementale est moins exigeante. Dans d'autres cas, c'est la méconnaissance des bénéfices à long terme, la résistance au changement, ou encore la sous-estimation des impacts qui limitent l'adhésion à une telle démarche.

Par ailleurs, **les chaînes d'approvisionnement actuelles sont rarement conçues pour intégrer pleinement les enjeux environnementaux.** Les concepteurs du produit final ne maîtrisent pas toujours l'ensemble des composants utilisés. Les pièces, modules ou sous-systèmes proviennent parfois de fournisseurs de rang 2 ou 3, eux-mêmes sous-traitants de fournisseurs encore plus en amont. Cette fragmentation limite la visibilité sur l'origine des matériaux, les procédés de fabrication ou la composition chimique des produits. Elle rend difficile la collecte des données environnementales fiables, pourtant essentielles à l'élaboration de fiches PEP, d'analyses de cycle de vie ou de bilans GES robustes.

Plusieurs facteurs freinent cette remontée d'information : la confidentialité industrielle, qui empêche certains fournisseurs de partager leurs procédés ; le manque de standardisation dans les formats de transmission de données environnementales ; ou encore l'absence de référentiels communs à l'échelle du secteur. **Ces difficultés sont accentuées hors d'Europe, dans des zones où la pression réglementaire est moindre et les outils de reporting encore peu développés.**

La chaîne de valeur n'est **pas non plus structurée pour favoriser des modèles circulaires.** Les programmes de reprise en fin de vie nécessitent une logistique inverse, des accords contractuels clairs, et des capacités industrielles de remanufacturing ou de valorisation, qui restent encore limitées. Certains équipements, comme les câbles enfouis ou inaccessibles, ne peuvent être récupérés facilement. D'autres souffrent d'un **manque de traçabilité** empêchant un réemploi sécurisé.

⁶⁷ Rapports RSE cités précédemment

À cela s'ajoute un **désalignement des incitations économiques**. Un fournisseur proposant un composant plus sobre ou recyclable ne bénéficie pas nécessairement d'un avantage commercial si ce critère n'est ni valorisé par le donneur d'ordre, ni intégré dans les appels d'offres. De même, un opérateur engagé dans une trajectoire bas carbone peut ne pas avoir de levier sur les choix de conception des équipements qu'il achète. La chaîne fonctionne alors en silos, sans logique systémique.

Il est donc essentiel que les critères environnementaux deviennent des critères à part entière dans les politiques d'achat, au même titre que le prix ou la performance technique. Cela implique d'introduire des exigences explicites dans les appels d'offres, mais aussi de promouvoir l'utilisation de recommandations comme l'ITU L.1023, qui structure les exigences d'écoconception adressées aux fournisseurs d'équipements. Passer d'une logique de « nice to have » à un « must have » suppose également que les efforts réalisés soient reconnus comme différenciants, pour encourager une émulation entre fournisseurs.

Faire évoluer la chaîne de valeur vers un modèle plus transparent, circulaire et collaboratif est l'une des conditions de réussite de l'écoconception à l'échelle du secteur. Cela suppose des actions convergentes : développement de formats d'échange harmonisés (passeports numériques de produits, bases de données ACV sectorielles), structuration de chaînes d'approvisionnement responsables, et intégration d'objectifs environnementaux partagés dans les relations contractuelles.

4.3 Concurrence internationale

L'un des freins les plus structurels à l'essor de l'écoconception dans le secteur des équipements de réseaux réside dans **la pression concurrentielle exercée à l'échelle mondiale**. Les entreprises implantées en Europe doivent souvent faire face à des concurrents établis dans des pays où **les réglementations environnementales sont moins strictes, les normes peu contraignantes, et les coûts de production significativement plus faibles**. Cela crée un désavantage concurrentiel pour les industriels qui investissent dans des pratiques durables et des technologies à faible impact.

Par exemple, un équipement intégrant de l'aluminium recyclé et fabriqué dans une usine alimentée en énergies renouvelables sera souvent plus coûteux qu'un produit similaire conçu à partir de matériaux vierges dans un pays à électricité fossile, sans exigence sur la traçabilité ou le traitement des déchets. Ces écarts de coût, parfois accentués par les tensions sur les marchés de matières premières, pénalisent mécaniquement les produits écoconçus. La situation est d'autant plus problématique que les appels d'offres, notamment internationaux, privilégient encore majoritairement le critère du prix au détriment de la performance environnementale – en particulier pour des produits standards ou achetés en grande série.

Ce déséquilibre favorise les produits à faible coût environnemental et renforce une forme de nivellement par le bas. Il freine l'innovation et l'investissement dans l'écoconception et limite la diffusion de pratiques plus responsables à grande échelle. De nombreux acheteurs restent réticents à intégrer des critères écologiques faute d'outils d'analyse robustes, de données disponibles ou de référentiels partagés. De leur côté, **les industriels vertueux ne bénéficient pas toujours d'un avantage commercial pour leurs efforts.**

Face à ce constat, **plusieurs réponses sont envisagées** à l'échelle européenne et internationale. Le **Mécanisme d'Ajustement Carbone aux Frontières (MACF)** constitue l'un des premiers leviers mis en œuvre par l'Union européenne pour rétablir une forme d'équité.

En taxant l'importation de certaines matières premières fortement émettrices (comme l'acier ou l'aluminium), le MACF vise à aligner les coûts environnementaux entre producteurs européens et extra-européens. Cependant, cette mesure comporte également des limites : par exemple, dans le secteur des câbles, l'importation d'aluminium brut est taxée, mais pas l'aluminium intégré dans un câble fabriqué hors UE. Cela crée une distorsion de concurrence et peut fortement inciter à la délocalisation des étapes de production. Ainsi, il sera nécessaire de suivre dans les prochaines années, les effets de cette réglementation sur les lieux de production des équipements concernés.

D'autres leviers doivent être mobilisés en complément :

- **L'harmonisation progressive des normes environnementales** via les instances de normalisation (CENELEC, IEC, ITU-T) ;
- **L'élargissement et la valorisation explicite des critères environnementaux dans les appels d'offres**, avec des outils comme les fiches PEP ou les ACV vérifiées ;
- **La création de labels de durabilité** crédibles et reconnus.

Sans ces garde-fous, l'écoconception risque de rester cantonnée à quelques pionniers, freinée par un plafond de verre : saluée dans les discours, mais pénalisée dans les pratiques économiques. Pour inverser cette tendance, il est indispensable de construire un cadre commercial qui récompense les choix environnementaux, plutôt que de les mettre en difficulté.

4.4 Emplois et formations

Le développement de l'écoconception dans le secteur des équipements de réseaux se heurte également à un frein majeur : **le manque de compétences disponibles, tant en conception durable qu'en analyse environnementale**. En effet, les formations initiales intègrent encore trop peu ces enjeux, laissant de nombreux ingénieurs, designers et chefs de projet peu sensibilisés aux principes fondamentaux de l'écoconception.

Les programmes de formation continue, quant à eux, peinent à suivre le rythme soutenu des innovations technologiques et des évolutions réglementaires dans ce domaine. Or, ces évolutions – qu'il s'agisse des exigences de la CSRD, des indicateurs d'analyse du cycle de vie ou des nouveaux standards environnementaux – nécessitent des mises à jour régulières des compétences pour rester pertinentes et opérationnelles.

Pour relever ce défi, **il est essentiel de renforcer l'offre de formation, à la fois dans les cursus d'enseignement supérieur et dans les dispositifs de formation professionnelle**. Il s'agit notamment :

- **D'intégrer des modules d'écoconception** dans les filières techniques et d'ingénierie ;

- **De former les acheteurs, chefs de produit et responsables industriels à l'analyse du cycle de vie**, à l'évaluation des matériaux, et aux critères de durabilité ;
- Et de **créer des passerelles entre expertise technique et enjeux environnementaux**, pour développer une approche plus systémique des projets.

Il est également nécessaire de faire évoluer les profils métiers eux-mêmes. Les fonctions traditionnelles de conception doivent se transformer en véritables métiers de l'écoconception, avec des **compétences hybrides mêlant innovation produit, performance environnementale, et gestion de projet interdisciplinaire**. Cette évolution implique une redéfinition des référentiels de compétences, une valorisation des profils environnementaux dans les politiques RH, et une reconnaissance accrue de ces expertises dans les entreprises et les appels d'offres.

Sans cette montée en compétence, l'écoconception restera cantonnée à des initiatives ponctuelles, sans pouvoir être déployée à grande échelle. Former, outiller, et faire évoluer les métiers est donc un levier clé pour intégrer durablement l'écoconception au cœur des stratégies industrielles.

4.5 Une complexité réglementaire croissante, frein potentiel à l'écoconception

Les réglementations environnementales jouent un rôle clé dans la structuration du marché et la promotion de l'écoconception. Elles fixent un cadre minimum de performance, orientent les pratiques industrielles et incitent à l'innovation durable. Toutefois, leur multiplication, leur complexité croissante et leur manque d'harmonisation peuvent également devenir un frein, en particulier pour les entreprises qui opèrent sur plusieurs marchés ou qui ne disposent pas des ressources nécessaires pour suivre l'ensemble des évolutions réglementaires.

Au niveau européen, les entreprises du secteur doivent déjà se conformer à la directive **RoHS** (Restriction of Hazardous Substances), qui encadre l'utilisation de substances dangereuses, ou encore à la directive **DEEE** sur la fin de vie des équipements. À cela s'ajoute le **règlement ESPR** (Ecodesign for Sustainable Products Regulation), qui étend les exigences à de nouveaux critères comme la réparabilité, la circularité, la disponibilité des pièces détachées ou encore l'analyse du cycle de vie. Si cette ambition est saluée, son articulation avec les textes existants peut poser des questions. Par exemple, le règlement ESPR permet d'adopter des exigences relatives à la présence de substances préoccupantes dans les produits, ce qui pourrait entraîner des chevauchements avec les dispositions déjà couvertes par RoHS et, le cas échéant, des conflits d'interprétation. À ce jour, aucun acte délégué sur ce point n'a été adopté, mais le risque potentiel existe.

Cette superposition des cadres normatifs forme un véritable **millefeuille réglementaire**, parfois peu lisible, notamment pour les PME ou les fournisseurs de rang 2 ou 3. Le problème se renforce à l'échelle internationale : les États-Unis, la Chine, ou d'autres grandes zones économiques adoptent des approches très différentes sur des sujets similaires.

Par exemple, alors que l'UE interdit certains retardateurs de flamme, ils peuvent rester autorisés en Asie, ce qui oblige les fabricants à concevoir des variantes produits selon les zones géographiques, augmentant les coûts de conception et les risques de non-conformité. À ce titre, certains industriels alertent déjà sur les effets désorganisateur d'une réglementation trop morcelée : refonte précipitée de processus qualité, arrêt de fabrication de certains composants devenus non conformes, ou impossibilité de répondre rapidement aux appels d'offres par manque de visibilité sur les exigences applicables.

Dans ce contexte, l'entrée en vigueur progressive du **Passeport Numérique Produit (DPP)** prévue dans le règlement ESPR constitue une avancée structurante. En standardisant les informations environnementales à transmettre (contenu recyclé, réparabilité, durée de vie, etc.), cet outil vise à **renforcer la transparence** tout au long de la chaîne de valeur, à **fluidifier les échanges d'information** entre fournisseurs, et à **faciliter les contrôles de conformité**. Il pourrait aussi offrir une meilleure lisibilité réglementaire et éviter le recours à des exigences hétérogènes entre États membres.

Pour que la réglementation reste un moteur de transformation – et non un frein –, il devient urgent de :

- Clarifier les périmètres respectifs des textes existants (RoHS, REACH, ESPR...) ;
- Articuler les exigences entre elles de manière cohérente ;
- Veiller à une **progressivité des obligations**, notamment pour les PME ;
- Et **harmoniser les référentiels au niveau international**, via les instances de normalisation (IEC, ISO, ITU-T) ou les accords commerciaux.

En l'absence de telles mesures, le risque est de voir se développer une régulation « en silos », complexe, coûteuse et contre-productive, freinant l'innovation au lieu de l'encourager.

4.6 Le défi des matériaux recyclés

L'utilisation de matériaux recyclés constitue l'un des leviers les plus visibles de l'économie circulaire, mais elle reste aujourd'hui confrontée à plusieurs obstacles majeurs, qui en limitent le développement à grande échelle dans le secteur des équipements de réseaux.

La majorité des matériaux recyclés actuellement utilisés proviennent de **déchets de fabrication interindustriels**, plus homogènes et mieux contrôlés que les gisements issus des équipements en fin de vie. Or, pour atteindre des objectifs plus ambitieux en matière de circularité, il est indispensable d'améliorer la **valorisation des déchets post-consommation**, notamment ceux issus de la filière DEEE.

Les **déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)** contiennent en effet une grande diversité de matériaux valorisables, dont certains – comme les métaux rares – présentent une **empreinte environnementale particulièrement élevée** lors de leur extraction primaire. Pourtant, leur recyclage effectif reste encore partiel : complexité du démantèlement, dispersion des composants, hétérogénéité des alliages, ou encore **manque de traçabilité** tout au long de la chaîne.

Les défis les plus fréquemment cités par les industriels sont :

- La **pureté insuffisante** de certains matériaux recyclés, qui limite leur réutilisation directe ;
- La **disponibilité fluctuante** des gisements, en particulier pour les plastiques techniques ou les métaux critiques ;
- Et l'**absence de systèmes fiables de certification ou de traçabilité** de la matière recyclée, qui freine son intégration dans les chaînes de production.

Certaines initiatives émergent néanmoins, montrant que ces freins peuvent être surmontés. Dans le domaine des câbles, par exemple, **du plastique recyclé issu de la filière DEEE est utilisé pour la fabrication de tourets**, permettant de boucler une boucle circulaire sur une partie du cycle de vie⁶⁸. Ces pratiques restent encore marginales, mais elles démontrent le potentiel de réutilisation des **matières résiduelles** dans les équipements eux-mêmes.

Pour aller plus loin, il est essentiel de :

- **Investir dans des technologies de recyclage avancé**, capables de séparer plus finement les composants complexes ;
- Développer des **systèmes de traçabilité certifiés**, notamment via les futurs passeports numériques produits (DPP) prévus par l'ESPR ;
- Et **mobiliser les outils de la REP DEEE** pour renforcer la circularité matière en ciblant explicitement les matériaux critiques.

La **valorisation des matières issues des équipements en fin de vie** ne doit pas être considérée comme une voie de dernier recours, mais comme une stratégie industrielle à part entière. En structurant cette filière, les industriels pourront non seulement sécuriser leurs approvisionnements dans un contexte de tension croissante sur les ressources, mais aussi réduire significativement leur empreinte environnementale.

⁶⁸ Nouveau touret plastique 100% recyclé et recyclable pour le câble de raccordement abonné, ACOME

5 Recommandations

Face aux constats formulés dans ce rapport, il est nécessaire de passer à l'échelle sur l'écoconception des équipements de réseaux. Si les premières démarches existent, elles restent encore trop disparates, peu outillées, et freinées par des obstacles techniques, économiques ou réglementaires.

Pour construire une filière plus durable, compétitive et résiliente, un ensemble de leviers structurants peut être mobilisé. Ils concernent l'ensemble du cycle de vie des équipements, les relations entre acteurs, les conditions de marché, et les cadres d'évaluation.

Six grandes priorités se dégagent de cette analyse.

1 Structurer et harmoniser les référentiels environnementaux

- **Généraliser les fiches PEP ecopassport**, fondées sur des PSR/PCR sectoriels robustes et représentatifs des pratiques industrielles ;
- **Encourager le recours à l'analyse du cycle de vie (ACV)** complète pour les familles de produits prioritaires, en mutualisant les outils, les bases de données et les méthodologies ;
- **Soutenir activement les travaux de normalisation** européens et internationaux (CENELEC, IEC, ITU-T), pour garantir la comparabilité et la reconnaissance des indicateurs ;
- **Faciliter l'accès à des outils d'évaluation environnementale** simples et fiables pour les PME et sous-traitants.

2 Renforcer les incitations économiques à l'écoconception

- **Réformer les écocontributions dans les filières REP** pour introduire des modulations réellement incitatives, fondées sur les performances environnementales mesurées ;
- **Intégrer systématiquement des critères environnementaux pondérés dans les marchés publics** et les appels d'offres liés aux infrastructures numériques ;
- **Encourager les modèles économiques fondés sur la vente de services** ou de performance (plutôt que sur la propriété matérielle) ;
- **Soutenir l'investissement dans les outils d'écoconception** : logiciels ACV, traçabilité, métrologie, procédés industriels sobres, recours aux énergies renouvelables.

3 Favoriser la circularité

- **Développer les dispositifs de reprise, de reconditionnement, de réparation et de démantèlement**, y compris pour les équipements professionnels ;
- **Renforcer les objectifs de collecte et leur suivi**, en s'appuyant sur des partenariats industriels avec les éco-organismes ;
- Intégrer dès la conception des produits des **exigences de modularité, de démontabilité, de réparabilité et de recyclabilité** ;
- **Créer des boucles locales de réemploi de matériaux**, notamment pour les métaux à forte empreinte carbone (cuivre, aluminium, terres rares) ;
- **Faciliter le tri, le démontage et la séparation des matériaux dès l'amont**, pour garantir une réutilisation maximale des ressources.

4 Agir sur la chaîne de valeur et les relations inter-entreprises

- **Inclure des clauses environnementales** dans les contrats fournisseurs, et mettre en place un reporting environnemental harmonisé et proportionné ;
- **Renforcer la traçabilité des matériaux et des substances préoccupantes** dans les composants électroniques et les assemblages ;
- **Favoriser le partage de données** environnementales dans la chaîne de valeur, via des outils numériques standardisés (ex. passeports numériques produits) ;
- **Former les PME, ETI et sous-traitants aux méthodologies** d'ACV, aux référentiels d'écoconception et à la gestion des substances ;
- **Favoriser l'implantation des usines dans des zones à faible intensité carbone, et encourager l'utilisation d'énergies renouvelables dans la production.**

5 Corriger les distorsions de concurrence à l'échelle internationale

- **Mettre en œuvre des mécanismes d'ajustement carbone aux frontières**, notamment pour les équipements critiques intégrant des matériaux à forte empreinte ;
- **Conditionner les financements publics** (France, Europe) à des exigences de durabilité environnementale vérifiables ;
- **Promouvoir un label sectoriel européen** de durabilité, crédible, audité et lisible, pour valoriser les produits écoconçus dans la commande publique comme dans les marchés B2B ;
- **Renforcer les exigences environnementales** dans les critères d'éligibilité aux aides d'État et à la commande publique européenne.

6 Faire de l'écoconception un levier de compétitivité industrielle

- **Encourager la montée en gamme des produits écoconçus**, en valorisant leur durabilité, leur performance énergétique et leur impact environnementale ;
- **Soutenir l'innovation dans les matériaux et procédés à faible impact** (recyclés, biosourcés, durables) ;
- **Développer des indicateurs de performance intégrant l'impact environnemental**, pour faciliter leur appropriation par les acteurs financiers et commerciaux ;
- **Mobiliser les investisseurs** pour flécher les capitaux vers les solutions à faible empreinte environnementale ;
- **Adapter les modèles d'affaires** pour tirer le meilleur parti des produits écoconçus (ex. vente de service, maintenance prédictive, contrats de performance environnementale).

Conclusion

Face à la croissance continue des infrastructures numériques et à l'intensification de leurs impacts environnementaux, **l'écoconception s'impose comme un levier essentiel de transformation industrielle**. Elle ne se limite pas à la fabrication de produits plus sobres, mais engage une évolution en profondeur des modèles de conception, de production, de distribution et de gestion de la fin de vie.

Les travaux menés dans cette étude montrent que **les leviers d'écoconception existent, sont techniquement accessibles, et que des initiatives pionnières jalonnent déjà la filière**. Mais ces démarches restent encore trop **isolées, freinées** par l'absence de référentiels communs, la **fragmentation des chaînes de valeur** et le **manque de valorisation des efforts engagés**.

Dans un contexte de pression réglementaire accrue, d'exigences sociétales renforcées et de tensions géopolitiques sur les ressources, **l'écoconception devient un impératif stratégique**. Elle conditionne la **compétitivité**, la **résilience** et la **capacité d'innovation** de la filière, en même temps qu'elle contribue à la transition écologique.

Pour être à la hauteur de ces enjeux, la **filière doit désormais changer d'échelle** : généraliser les bonnes pratiques, structurer un cadre commun, embarquer l'ensemble des acteurs. Cette transition ne pourra se faire sans **vision partagée**, sans **coopération renforcée** et sans une **régulation incitative, juste et ambitieuse**.

C'est à ce prix que le secteur des infrastructures numériques pourra pleinement jouer son rôle dans la transformation durable de nos économies, non plus seulement en répondant aux obligations réglementaires ou aux attentes croissantes des consommateurs, mais en faisant de l'écoconception un impératif stratégique pour un avenir plus soutenable.

Sources

A high-level estimate of the material footprints of the ICT and the E&M sector. (s. d.).

<https://easychair.org/publications/paper/XvgV>

Acome. (2024, 5 décembre). Innovation : des câbles à Nanomodules pour simplifier le déploiement des rocares LAN optiques dans le tertiaire. Acome.

<https://www.acome.com/fr/newsroom/batiments-intelligents/innovation-des-cables-nanomodules-pour-simplifier-le-deploiement>

ACOME INSIDE CONNECTION MAKERS. (2022). Dans ACOME.

<https://www.acome.com/sites/default/files/inspirations/pdf/ACOME-inside2FR-009.pdf>

ADEME & ARCEP. (2022). EVALUATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMERIQUE EN FRANCE ET ANALYSE PROSPECTIVE (ISSN n°2258-3106).

https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet01_janv2022.pdf

Admin. (2023, 22 novembre). Packaging. Prysmian North Europe.

<https://northeurope.prysmian.com/sustainability/manufacturing/packaging>

AFNUM, CIGREF, ERICSSON, FFT, FRANCE DATACENTER, INFRANUM, NOKIA, & NUMEUM. (s. d.). Proposition de feuille de route de décarbonation de la filière numérique Article 301 de la loi « Climat et résilience » .

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Proposition_feuille_de_route_decarbonation_numerique.pdf

ARCEP. (2024, 1 février). New Deal Mobile : point d'étape [Communiqué de presse].

https://www.arcep.fr/fileadmin/user_upload/grands_dossiers/new-deal-mobile/point-etape-New-Deal-mobile_010224.pdf

Corporate Responsibility Report. (2023). Dans INTEL.

<https://csrreportbuilder.intel.com/pdfbuilder/pdfs/CSR-2021-22-Full-Report.pdf>

DELOITTE. (2023). Etude du potentiel d'amélioration du recyclage des métaux en France : Etat des lieux du recyclage de l'acier, de l'aluminium et du cuivre en France et plan d'action. Dans ADEME.

https://librairie.ademe.fr/index.php?controller=attachment&id_attachment=2971&preview=1

Empreinte environnementale du numérique mondial | GreenIT. (s. d.).

<https://www.greenit.fr/etude-empreinte-environnementale-du-numerique-mondial/>

Environment | Nokia.com. (s. d.). Nokia.com.

<https://www.nokia.com/about-us/sustainability/environment/>

ERICSSON. (2024). The pathway to a circular economy.
<https://www.ericsson.com/49fe75/assets/local/about-ericsson/sustainability-and-corporate-responsibility/circularity/circular-economy-paper.pdf>

Être une TowerCo éco-responsable. (2024). Dans TDF.
https://www.tdf.fr/wp-content/uploads/2024/06/TDF_LIVRE-BLANC-UNE-TOWERCO-ECORESPONSABLE.pdf

Evaluation de l'impact carbone de l'arrêt des réseaux 2G-3G et la migration de leurs services vers la 4G/5G. (2021). Dans ARCEP.
https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/impact-extinction-2G-3G_rapport-detaille_sept2023.pdf

France ClimAct. (2023). Plan de transition sectoriel de l'industrie de l'aluminium en France : Etat des lieux de la filière, modélisation de la décarbonation et pistes d'actions. Dans ADEME. https://librairie.ademe.fr/ged/8506/Plan-de-transition-sectoriel-aluminium__rapport-final.pdf

France ClimAct. (2024). PLAN DE TRANSITION SECTORIEL DE L'INDUSTRIE DE L'ACIER EN FRANCE : Etat des lieux de la filière, modélisation de la décarbonation et pistes d'actions. Dans ADEME.
https://librairie.ademe.fr/index.php?controller=attachment&id_attachment=3536&preview=1
 Global Critical Minerals Outlook 2024. (s. d.). IEA. <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024/executive-summary>

La librairie ADEME. (s. d.-a). Bilan national du Recyclage (BNR) 2012 - 2021. La Librairie ADEME.
<https://librairie.ademe.fr/economie-circulaire-et-dechets/6959-bilan-national-du-recyclage-bnr-2012-2021.html>

La librairie ADEME. (s. d.-b). Etude numérique et métaux. La Librairie ADEME.
<https://librairie.ademe.fr/economie-circulaire-et-dechets/7713-etude-numerique-et-metaux.html>

L'éco-conception des produits | Ministères Aménagement du territoire Transition écologique. (s. d.). Ministères Aménagement du Territoire Transition Écologique.
<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/leco-conception-produits>

Mathilde. (2020, 15 janvier). FOLAN DÉVOILE SON NOUVEAU KIT DÉVIDOIR ! - FOLAN. FOLAN.
<https://www.folan.net/kit-devidoir-folan/>

Mazzanti, T. (2023, 19 juillet). Scale-up of critical materials and resources for energy transition. Energy Transitions Commission.

<https://www.energy-transitions.org/new-report-scale-up-of-critical-materials-and-resources-required-for-energy-transition/>

NOKIA. (2023). People & Planet 2023.

https://www.nokia.com/system/files/2024-03/nokia_people_and_planet-2023.pdf

Rapport annuel. (s. d.). Arcep.

<https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiques/detail/n/rapport-annuel-270625.html>

Rapport de responsabilité - Firalp - RESO - FR. (s. d.-a).

<https://www.firalp.fr/FlipBook-Rapport-de-responsabilite-Firalp-FR/>

Rapport de responsabilité - Firalp - RESO - FR. (s. d.-b).

<https://www.firalp.fr/FlipBook-Rapport-de-responsabilite-Firalp-FR/>

Report on infrastructure sharing as a lever for ECN/ECS Environmental sustainability. (2025). Dans BEREC.

https://www.berec.europa.eu/system/files/2025-06/BoR%20%2825%29%2068%20BEREC%20Report%20on%20Infrastructure%20Sharing_0.pdf

RSE 2024 - FOLAN. (2024, 5 juin). FOLAN.

<https://www.folan.net/rapport-rse-2024/>

SYCABEL - Lettre du SYCABEL N°26 - Spécial Télécoms et Data : Impact du lieu de production sur l'empreinte carbone d'un câble à fibre optique. (s. d.).

https://www.sycabel.com/jcms/prd_625821/lettre-du-sycabel-n26-special-telecoms-et-data-impact-du-lieu-de-production-sur-l-empreinte-carbone-d-un-cable-a-fibre-optique

Water - STMicroelectronics Sustainability report 2024. (s. d.). STMicroelectronics Sustainability Report 2024.

<https://sustainabilityreports.st.com/sr24/environment/water.html>

FILIÈRE
INFRASTRUCTURES
NUMÉRIQUES


MINISTÈRE
DE L'ÉCONOMIE,
DES FINANCES
ET DE LA SOUVERAINETÉ
INDUSTRIELLE ET NUMÉRIQUE
*Liberté
Égalité
Fraternité*





FILIÈRE
INFRAStructures
NUMÉRIQUES