



PROGRAMME PEP ecopassport®

PSR

RÈGLES SPÉCIFIQUES AUX Fils, câbles et matériels de raccordement.

PSR-0001-ed4-FR-2022 11 16

Selon PSR-modele-ed2-FR-2021 11 18

© 2022 Association P.E.P.

Copyright des PSR

Les Règles de Catégories de produits spécifiques sont la propriété © du programme de PEP ecopassport®, si rien de particulier n'a été spécifié (par exemple, une publication croisée avec des PSR d'autres programmes). L'utilisation des PSR pour tout autre but que le développement et l'enregistrement de PEPs dans le programme international PEP ecopassport® est soumis à autorisation par le Secrétariat général, qui peut être contacté via : contact@pep-ecopassport.org



Sommaire

1. INTRODUCTION	3
2. CHAMP D'APPLICATION	4
2.1. DESCRIPTION DE LA OU DES FAMILLE(S) DE PRODUITS COUVERTE(S)	4
2.1.1. <i>Fils et câbles de transport d'énergie</i>	4
2.1.2. <i>Fils et câbles de communication et de données à conducteurs métalliques ou à fibres optiques</i>	4
2.1.3. <i>Fils et câbles de contrôle et de commande à conducteurs métalliques ou à fibres optiques</i>	4
2.1.4. <i>Matériels de raccordement d'énergie et de télécommunications</i>	5
3. ANALYSE DU CYCLE DE VIE	6
3.1. UNITE FONCTIONNELLE ET DESCRIPTION DU FLUX DE REFERENCE	6
3.1.1. <i>Fils et câbles d'énergie</i>	6
3.1.2. <i>Fils et Câbles de communication et de données</i>	7
3.1.3. <i>Fils et Câbles de mesure, de contrôle et de commande</i>	8
3.1.4. <i>Les matériels de raccordement d'énergie</i>	9
3.1.5. <i>Matériels de raccordement de télécommunications optique</i>	10
3.2. FRONTIERES DU SYSTEME	10
3.3. REGLES DE COUPURE	11
3.4. REGLES D'AFFECTATION ENTRE COPRODUITS	11
3.5. ÉLABORATION DES SCENARIOS (SCENARIOS PAR DEFAUT)	11
3.5.1. <i>Étape de fabrication</i>	11
3.5.2. <i>Étape de distribution</i>	12
3.5.3. <i>Étape d'installation</i>	12
3.5.4. <i>Étape d'utilisation</i>	15
3.5.5. <i>Étape de fin de vie</i>	23
3.5.6. <i>Bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système (module D) – facultatif</i>	24
3.6. REGLE(S) D'EXTRAPOLATION A UNE FAMILLE ENVIRONNEMENTALE HOMOGENE	24
3.7. REGLES POUR L'ÉLABORATION DES DECLARATIONS ENVIRONNEMENTALES COLLECTIVES	24
3.8. EXIGENCES EN MATIERES DE DONNEES ENVIRONNEMENTALES	24
3.9. CALCUL DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL	24
3.10. INFORMATIONS SUR LA COMPENSATION CARBONE, LE STOCKAGE DU CARBONE ET LES EMISSIONS DIFFEREES	24
4. REDACTION DU PROFIL ENVIRONNEMENTAL PRODUIT	25
5. REGLES DE MISES A JOUR DES PEP	25
6. ANNEXES	25
6.1. HYPOTHESES PAR DOMAINE D'APPLICATION	25
6.2. GLOSSAIRE	26
6.3. DECLARATION DE CONFORMITE	26

1. Introduction


Ce document de référence complète et précise les Règles de définitions des catégories de produits (PCR) des Profils Environnementaux Produits (PEP) définies par le Programme PEP ecopassport® (PEP-PCR ed.4-FR-2021 09 06), disponible sur le site www.pep-ecopassport.org.

Il définit les exigences additionnelles applicables aux “Fils, Câbles et matériels de raccordement”.

Le respect de ces exigences est requis pour :

- Qualifier la performance environnementale de ces produits sur des bases objectives et cohérentes,
- Publier des PEP conformes au Programme PEP ecopassport® et aux normes internationales de référence.¹

Ce document de référence a été élaboré dans le respect des règles d’ouverture et de transparence du Programme PEP ecopassport® avec le soutien des professionnels du marché des « Fils, câbles et matériels de raccordement » et des parties intéressées.

	www.pep-ecopassport.org
Identifiant PSR	PSR0001-ed4-FR-2022 11 16
Revue critique	La Revue critique tierce partie a été réalisée par EVEA. L’attestation de conformité publiée le 10/06/2022 figure en annexe.
Disponibilité	Le rapport de Revue critique est disponible sur demande auprès de l’Association P.E.P. contact@pep-ecopassport.org
Domaine	Le rapport de revue critique et l’attestation de conformité restent valides pendant 5 ans ou jusqu’à ce que les Règles de rédaction des PEP ou les textes normatifs de référence auxquels elles se réfèrent, fassent l’objet de modification.

¹ Normes ISO 14025, ISO 14040 et ISO 14044

2. Champ d'application

Conformément aux Instructions Générales du Programme PEP ecopassport® (PEP-Instructions générales-ed 4.1-FR-2017 10 17) et en complément du PCR, Règles de définition des catégories de produits ou « Règles de définition des catégories de produits » (PEP-PCR-ed4-FR-2021 09 06) du programme de déclaration environnementale produit PEP ecopassport®, le présent document fixe les règles spécifiques aux « Fils, câbles et matériels de raccordement » et vient préciser les spécifications produits à adopter par les industriels lors de l'élaboration de leurs PROFILS ENVIRONNEMENTAUX PRODUITS (PEP), notamment concernant:

- la technologie et son type d'application,
- la durée de vie de référence prise en compte lors de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) des produits,
- les scénarii d'utilisation conventionnels à retenir pendant l'étape d'utilisation du produit.

Il couvre les étapes de fabrication, de distribution, d'installation, d'utilisation, de fin de vie et les bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système (si calculés).

2.1. Description de la ou des famille(s) de produits couverte(s)

Dans la catégorie "Fils, Câbles et Matériels de raccordement", il existe quatre types de produits :

2.1.1. Fils et câbles de transport d'énergie

Un câble de transport d'énergie est un câble électrique, un assemblage d'un ou plusieurs conducteurs électriques, les conducteurs étant généralement protégés par des couches isolantes et généralement maintenus ensemble par une gaine générale.

L'ensemble est utilisé pour la transmission d'énergie électrique. Les câbles d'alimentation peuvent être installés en tant que câblage permanent dans les bâtiments, enterrés dans le sol, acheminés en aérien, sous-marins, exposés à l'air libre, etc.

2.1.2. Fils et câbles de communication et de données à conducteurs métalliques ou à fibres optiques

Les câbles de communication et de données sont utilisés pour transmettre des données, ils sont principalement classés en câbles à fibres optiques ou câbles en cuivre. Ils permettent de connecter entre eux des systèmes de communication via le protocole Ethernet.

Les câbles à fibres optiques sont principalement utilisés pour les communications longue distance, ils transmettent des signaux lumineux. Alors que les câbles en cuivre sont principalement utilisés pour les réseaux locaux sur de courtes distances, ils transmettent des signaux électriques.

2.1.3. Fils et câbles de contrôle et de commande à conducteurs métalliques ou à fibres optiques

Les câbles de contrôle sont des câbles multiconducteurs utilisés dans les applications d'automatisation et d'instrumentation, ils envoient des signaux pour contrôler le fonctionnement des équipements, mesurer et réguler les transmissions des processus automatisés.

2.1.4. Matériels de raccordement d'énergie et de télécommunications

2.1.4.1. Matériels de raccordement d'énergie

Un matériel de raccordement de câbles d'énergie est un accessoire électrique utilisé pour joindre deux conducteurs électriques ou pour joindre des conducteurs électriques à un équipement.

Les matériels de raccordement de câbles d'énergie inclus dans ce PSR sont :

- Basse tension (<6kV):
 - Cosses de câble et connecteurs
- Moyenne tension (12kV à 42kV):
 - Cosses de câble et connecteurs,
 - Extrémités de câble thermo-rétractables et rétractables à froid,
 - Connecteurs séparables et traversées embrochables,
 - Parafoudres,
 - Jonctions thermo-rétractables, injectées, rubanées et jonctions rétractables à froid,
 - Jonctions préfabriquées pour câble à isolant sec.
- Haute et très haute tension (>42 kV):
 - Extrémités et jonctions.
- Matériels de raccordement de réseau intelligent.

Note: Il existe un PSR-0005 pour les "Solutions d'Appareillages Électriques" pour les accessoires basse tension. Il convient de noter que le PSR-0005 ne couvre pas les accessoires répertoriés ci-dessus.

2.1.4.2. Matériels de raccordement de télécommunications optique

Ce chapitre traite de l'ensemble des matériels et accessoires de raccordement télécom passifs entrant dans les réseaux de télécommunications optiques tels que décrit ci-dessous.

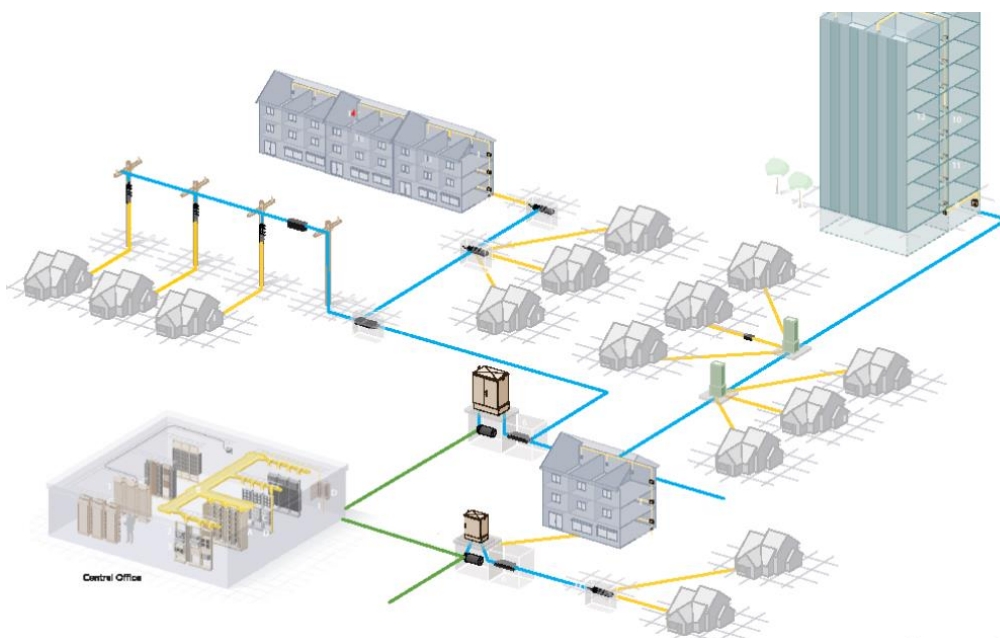


Figure 1 : Représentation d'un réseau en fibre optique

Les familles d'accessoires télécoms considérées sont :

- Baies et fermes équipées
- Têtes de câbles et tiroirs optiques équipés
- Armoires équipées

- Boîtiers optiques intérieurs (PTO, DTIo, PMI, PBo, PDo, ...)
- Boîtiers optiques extérieurs (PR, PBo, ...)
- Composants optiques passifs (raccords, fiches, coupleurs, cordons, pigtaills, etc.)

Les câbles optiques pré-connectorisés doivent être traités par l'intégrateur de solutions comme étant un ensemble de composants discrets.

3. Analyse du Cycle de Vie

3.1. Unité fonctionnelle et description du flux de référence

Ces règles spécifiques sont complémentaires au paragraphe 2.1 "Unité fonctionnelle et description du flux de référence" du PCR (PEP-PCR ed4-EN-2021 09 06), afin de fournir une définition plus précise de l'unité fonctionnelle pour cette catégorie de produit.

Pour rappel, il existe 2 possibilités pour déclarer les indicateurs d'impacts environnementaux d'un produit ou d'un système déclaré dans un PEP, chacune d'entre elles répondant à des besoins différents :

- L'unité fonctionnelle, à utiliser systématiquement lorsqu'une comparaison entre des systèmes (produits, solutions...) est requise (OBLIGATOIRE)
- L'unité déclarée, qui permet d'intégrer directement les indicateurs d'impact environnemental des produits au niveau produit ou système. (FACULTATIVE)

3.1.1. Fils et câbles d'énergie

a. Unité fonctionnelle

Ainsi, pour définir l'unité fonctionnelle des fils et câbles d'énergie, le fabricant doit utiliser la formulation type indiquée ci-après :

« Transporter de l'énergie exprimée pour 1 A sur une distance de 1 km pendant X années et un taux d'utilisation de Y%, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 6.1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

La détermination du nombre X d'années est fonction de l'application. Elle est expliquée dans le chapitre "Étape d'utilisation" dans le paragraphe 3.5.4.1. « Fils et câbles d'énergie ».

De par la définition de l'unité fonctionnelle, les différentes étapes du cycle de vie ne sont pas proportionnelles aux mêmes paramètres d'entrée :

- Les étapes de fabrication, de distribution, d'installation, de fin de vie et les bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système (si calculés) sont proportionnelles à la longueur de câble étudiée, soit 1km.,
- L'étape d'utilisation est proportionnelle à la longueur de câble étudiée (1km) ainsi qu'à l'intensité transportée. Comme détaillé dans le paragraphe 3.5.4.1, en raison de la grande variété possible d'utilisation de ces produits pour une application donnée, et afin d'assurer la comparabilité des PEP, l'impact de l'étape d'utilisation sera calculée pour 1A.

Dès lors, dans le tableau des impacts environnementaux, la colonne « Total » représente l'impact environnemental du flux de référence répondant à l'unité fonctionnelle. L'impact total du câble installé est donc à calculer par l'utilisateur du PEP, en fonction de son propre scénario d'utilisation. De plus, l'encart ci-dessous devra être présenté dans le PEP afin de garantir clarté et transparence pour l'utilisateur.

Le PEP présenté a été élaboré en considérant les paramètres suivants :

- 1 km pour les étapes de fabrication, installation, distribution et fin de vie dans les frontières du système
- 1 km pour les bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système (si calculés)
- 1 km et 1A pour l'étape d'utilisation.

L'impact potentiel de l'étape d'utilisation est à calculer par l'utilisateur du PEP en fonction de l'ampérage réel lors de l'utilisation du produit en multipliant l'impact considéré par le carré de l'intensité. Le PEP est valide dans une plage d'intensité prenant en compte l'intensité maximum admissible.

Dans le cas où la plage d'intensité est liée aux conditions d'installation du produit, celles-ci seront spécifiées dans l'encart.

b. Unité déclarée

L'unité déclarée peut être :

« Un câble capable de transmettre "N" A sur une distance de 1 kilomètre pendant X années et un taux d'utilisation de Y%, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 6.1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

N est l'intensité réelle du courant utilisé dans le câble.

Conversion des impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle vers l'unité déclarée :

- Multiplier les impacts de l'étape d'utilisation par le carré de N (N^2).

3.1.2. Fils et Câbles de communication et de données

a. Unité Fonctionnelle

Ainsi, pour définir l'unité fonctionnelle des fils et câbles de communication et de données, le fabricant doit utiliser la formulation type indiquée ci-après :

« Transmettre 1 signal de communication sur 1m, à la fréquence de α Hz (ou respectivement à une longueur d'onde de β nm pour une fibre optique mono ou multimode), pendant X années et à un taux d'utilisation de Y%, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 6.1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

Si le protocole utilisé et la catégorie de câble (ou respectivement de fibre optique) sont connus, le fabricant doit utiliser la formulation indiquée ci-après :

« Transmettre 1 signal de communication sur 1m selon le protocole XX, catégorie YY, pendant X années et un taux d'utilisation de Y% en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 6.1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

La détermination du nombre X d'années est fonction de l'application. Elle est expliquée dans le chapitre "Étape d'utilisation" dans le paragraphe « 3.5.4.2. Fils et câbles de communications et de données".

De plus, compte tenu de la grande variabilité du nombre d'unités de communication que peut contenir un câble pour une application donnée, et pour assurer la comparabilité des PEP, les impacts doivent être calculés pour 1 signal de communication.

En conséquence, le fabricant doit réaliser l'analyse de cycle de vie pour la capacité maximale du produit de référence et doit présenter les résultats correspondant à l'unité fonctionnelle, soit 1 signal de communication.

Pour les câbles optiques, les impacts seront présentés pour 1 fibre optique. Pour les câbles en cuivre, les impacts seront présentés selon le protocole utilisé, à savoir 2 paires pour le protocole Ethernet 100M et 4 paires pour les autres protocoles (Ethernet 1G ou 10G).

Les résultats d'impact seront calculés par l'utilisateur du PEP en multipliant les impacts par le nombre de signaux de communication et par le nombre de mètres de câbles posés afin d'obtenir les impacts à l'échelle de l'équipement.

b. Unité déclarée

L'unité déclarée peut être :

« Un câble composé de "N" (fibres optiques ou paires de cuivre) utilisé pour transmettre des signaux de communication sur 1 mètre à la fréquence de α Hz (ou respectivement à une longueur d'onde de β nm pour une fibre optique mono ou multimode), pendant X années et à un taux d'utilisation de Y%, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 6.1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

N est le nombre de signaux de communication.

Si le protocole utilisé et la catégorie de câble (ou respectivement de fibre optique) sont connus, le fabricant doit utiliser la formulation indiquée ci-après :

« Un câble composé de "N" (fibres optiques ou paires de cuivre) utilisé pour transmettre des signaux de communication sur 1 mètre selon le protocole XX, catégorie YY, pendant X années et un taux d'utilisation de Y%, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 6.1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

Conversion des impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle vers l'unité déclarée :

- Multiplier les impacts des étapes de production, distribution, installation, utilisation et fin de vie par N
- Multiplier le module D (si calculé) par N

3.1.3. Fils et Câbles de mesure, de contrôle et de commande

a. Unité fonctionnelle

Ainsi, pour définir l'unité fonctionnelle des fils et câbles de mesure, de contrôle et de commande, le fabricant doit utiliser la formulation type indiquée ci-après :

« Transmettre des données et des signaux pendant X années et un taux d'utilisation de Y% sur une distance de 1 mètre pour contrôler, mesurer et réguler des équipements, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et matériels de raccordement. »

La détermination du nombre X d'années est fonction de l'application. Elle est expliquée dans le chapitre "Étape d'utilisation" dans le paragraphe "3.5.4.3. Fils et câbles de mesure, de contrôle et de commande".

b. Unité déclarée

L'unité déclarée est la même que l'unité fonctionnelle mentionnée ci-dessus. Ainsi, le facteur de conversion pour recalculer les impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle à l'unité déclarée est « 1 ».

3.1.4. Les matériels de raccordement d'énergie

a. Unité fonctionnelle

Ainsi, pour définir l'unité fonctionnelle des matériels de raccordement d'énergie, le fabricant doit utiliser la formulation type indiquée ci-après :

« Raccorder des câbles de transport d'énergie entre eux ou à des matériels, exprimé pour une unité et son conditionnement, dans des conditions d'utilisation identiques à celles du câble, à savoir : 1 A pendant X années et un taux d'utilisation de Y%, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée de vie et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

La détermination du nombre X d'années est fonction de l'application. Elle est expliquée dans le chapitre "Étape d'utilisation" dans le paragraphe "3.5.4.4. Les matériels de raccordement d'énergie".

En raison de la grande variété possible d'utilisations de ces produits pour une application donnée, et afin d'assurer la comparabilité des PEP, l'impact de l'étape d'utilisation sera calculé pour 1A. Dès lors, dans le tableau des impacts environnementaux, la colonne « Total » représente l'impact environnemental du flux de référence correspondant à l'unité fonctionnelle. L'impact total du matériel de raccordement installé est donc à calculer par l'utilisateur du PEP, en fonction de son propre scénario d'utilisation.

De plus, l'encart ci-dessous devra être présenté dans le PEP, afin de garantir clarté et transparence pour l'utilisateur.

Le PEP présenté a été élaboré en considérant les paramètres suivants :

- 1 unité de conditionnement pour les étapes de fabrication, distribution, installation et fin de vie dans les frontières du système
- 1 unité de conditionnement pour les bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système (si calculés)
- 1 unité de conditionnement et 1A pour l'étape d'utilisation.

L'impact potentiel de l'étape d'utilisation, estimé par la perte par effet Joule, est à calculer par l'utilisateur du PEP en fonction de l'ampérage réel lors de l'utilisation du produit en multipliant l'impact considéré par le carré de l'intensité. Le PEP est valide dans une plage d'intensité prenant en compte l'intensité maximum admissible.

b. Unité déclarée

L'unité déclarée peut être :

« Un matériel et accessoire de raccordement d'énergie composé de "M" points de connexion utilisés pour raccorder des câbles de transport d'énergie entre eux ou à des matériels, dans des conditions d'utilisation identiques à celles du câble, à savoir : "N" A pendant X années et un taux d'utilisation de Y%, en conformité avec les normes en vigueur (mentionner les normes en vigueur ou faire référence à la fiche technique du produit).

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau présenté en annexe 6.1. des règles spécifiques aux fils, câbles et accessoires. »

N est l'intensité réelle du courant utilisé pour l'ensemble de l'équipement. M est le nombre de points de connexion.

Conversion des impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle vers l'unité déclarée :

- Multiplier les impacts des étapes de production, distribution, installation et fin de vie par M
- Multiplier le module D (si calculé) par M
- Multiplier les impacts de l'étape d'utilisation par le carré de N (N^2).

3.1.5. Matériels de raccordement de télécommunications optique

a. Unité fonctionnelle

Ainsi, pour définir l'unité fonctionnelle des matériels et accessoires de raccordement Télécom optique, le fabricant doit utiliser la formulation type indiquée ci-après :

« Protéger et raccorder, épissurer ou connecter

- 1 point de connexion,
- pendant X années (durée de vie de référence)
- avec un taux d'utilisation de Y%

La durée et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau donné en Annexe 6.1 des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

De par la définition de l'unité fonctionnelle, les étapes de fabrication, de distribution, d'utilisation et de fin de vie sont dépendantes de la capacité maximale du flux de référence qui réalise l'unité fonctionnelle.

Le nombre de points de connexion N dépend du produit de référence entrant dans le flux de référence. Le produit de référence appartient à une des familles de produits listées en introduction.

En conséquence, le fabricant devra réaliser l'analyse de cycle de vie à la capacité maximale du produit de référence et présentera les résultats ramenés à un point de connexion.

A noter:

- 1 point de connexion se décline de diverses manières : épissure fusion, épissure mécanique, connectique. La nature de ces points de connexion sera précisée dans le PEP.
- Stocker, Brasser et Dériver sont des fonctions secondaires des matériels et accessoires de raccordement Telecom Optique, qui n'entrent pas dans le calcul des impacts environnementaux. Néanmoins, le cas échéant, ces fonctions pourront être précisées dans le PEP.

Exemple de formulation de l'unité fonctionnelle :

« Protéger et raccorder un point de connexion pendant 30 ans avec un taux d'utilisation de 70% pour une application de télécommunications optique en bâtiment résidentiel ».

b. Unité déclarée

L'unité déclarée peut être :

« Un matériel et accessoires de raccordement Télécom optique composé de N points de connexion utilisés pour protéger et raccorder, épissurer ou connecter pendant X années (durée de vie de référence) avec un taux d'utilisation de Y %.

La durée de vie et le taux d'utilisation correspondent à l'application Z telle que définie dans le tableau présenté en annexe 6.1. des règles spécifiques aux Fils, Câbles et Matériels de raccordement. »

Les impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle à l'unité déclarée peuvent être recalculés en multipliant chaque impact environnemental par le nombre N de points de connexion.

3.2. Frontières du système

Comme décrit dans les « Règles de définition des catégories de produits », les étapes du cycle de vie suivantes sont à comptabiliser :

- L'étape de fabrication telle que décrite dans le paragraphe 2.2.3 des « Règles de définition des catégories de produits »,
- L'étape de distribution telle que décrite dans le paragraphe 2.2.4 des « Règles de définition des catégories de produits »,
- L'étape d'installation telle que décrite dans le paragraphe 2.2.5 des « Règles de définition des catégories de produits »,
- L'étape d'utilisation telle que décrite dans le paragraphe 2.2.6 des « Règles de définition des catégories de produits »,

Si la décomposition des modules B (B1 à B7) est effectuée conformément au paragraphe 2.2.6 du PCRed.4, les impacts environnementaux de la phase d'utilisation doivent être ventilés comme indiqué ci-dessous :

B1: Utilisation ou application du produit installé	N'est pas applicable. Module égal à 0
B2: Maintenance	N'est pas applicable. Module égal à 0
B3: Réparation	N'est pas applicable. Module égal à 0
B4: Remplacement	N'est pas applicable. Module égal à 0
B5: Réhabilitation	N'est pas applicable. Module égal à 0
B6: Besoins en énergie durant l'étape d'utilisation	Les pertes d'énergie doivent être considérées comme indiqué au paragraphe 3.5.4 de ce document
B7: Besoins en eau durant l'étape d'utilisation	N'est pas applicable. Module égal à 0

- L'étape de fin de vie telle que décrite dans le paragraphe 2.2.7 des « Règles de définition des catégories de produits ».

Les bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système, également appelé « module D » comme décrit dans 2.2.8 des "Règles de définition des catégories de produits". Cette étape, telle que mentionnée dans les "Règles de catégorie de produits", est en dehors des limites du système et est facultative.

Les sections suivantes complètent, pour la fabrication, l'installation, l'utilisation, la fin de vie et les étapes du module D, les sections respectives 2.2.3, 2.2.5, 2.2.6, 2.2.7 & 2.2.8 des "Règles de Catégorie de Produit" (PEP- PCR-ed4-FR-2021 09 06).

3.3. Règles de coupure

Les règles énoncées au paragraphe « Règles de coupure » du PCR applicable (PEP-PCR-ed4-FR-2021-09 06) s'appliquent.

3.4. Règles d'affectation entre coproduits

Les règles énoncées au paragraphe « Règles d'allocation entre coproduits » du PCR applicable (PEP-PCR-ed4-FR-2021-09 06) s'appliquent.

3.5. Élaboration des scénarios (scénarios par défaut)

Ces règles spécifiques viennent en complément de la section 2.5 "Élaboration des scénarios (scénarios par défaut)" du PCR (PEP-PCR ed.4-FR-2021 09 06).

Les scénarios par défaut fournis pour toutes les phases du cycle de vie sont applicables pour tous les pays.

3.5.1. Étape de fabrication

3.5.1.1. Fils et câbles d'énergie

Cette section précise la section 2.2.3 « Étape de fabrication » des "Règles de définition des catégories de produits".

Le scénario par défaut à considérer dans cette étape est :

- Contenu recyclé : 0% de contenu recyclé ou 100% de matériaux vierges dans les matières premières ;
- Taux de perte de production : 20% du poids total des matières premières utilisées pour la fabrication du produit final.

Le scénario de traitement de fin de vie par défaut pour les pertes de fabrication à considérer :

- Transport, dans l'hypothèse d'un transport local tel que décrit dans les "Règles de définition des catégories de produits"
- Se référer à l'annexe D du PCR pour le recyclage des métaux et le traitement en fin de vie des différents matériaux
- Enfouissement pour les autres matières qui ne sont pas fournies dans l'annexe D du PCR.

Justificatifs acceptés pour modifier les scénarios par défaut

Si le déclarant souhaite utiliser des données spécifiques, ces données devront être justifiées dans le rapport. Ces données, transmises par les industriels, ne sont pas nécessairement certifiées mais basées sur des justificatifs sur la chaîne de traçabilité. Ces justificatifs sont des documents engageant la responsabilité du déclarant ou du fournisseur ou d'une tierce partie (exemple de tierce partie: organisme indépendant de certification). Ces justificatifs devront être disponibles si réclamés.

Le contenu en recyclé des matières premières pourra par exemple être justifié par des données fournisseur (fiche de produit ou déclaration du fournisseur) mais ne pourra pas être justifié par des données génériques (exemple : filière, syndicats, ADEME).

Les taux de chutes des matières premières pourront par exemple être justifiés par un document interne issu de l'usine de production (exemple : bilan annuel mentionnant la quantité de matière entrante et sortante du procédé)

Le traitement en fin de vie des déchets pourra par exemple être justifié par une attestation de l'entreprise en charge du traitement des déchets de l'usine

3.5.1.2. Fils et Câbles de communication et de données

Se reporter au paragraphe 3.5.1.1

3.5.1.3. Fils et câbles de mesure, de contrôle et de commande

Se reporter au paragraphe 3.5.1.1

3.5.1.4. Les matériels de raccordement d'énergie

Cette section précise la section 2.2.3 « Étape de fabrication » des "Règles de définition des catégories de produits" pour les matériels de raccordement d'énergie.

Le scénario par défaut à considérer dans cette étape est :

- Contenu recyclé : 0% de contenu recyclé ou 100% de matériaux vierges dans les matières premières
- Taux de perte de production : 50% du poids total des matières premières utilisées pour la fabrication du produit final.

Le scénario de traitement de fin de vie par défaut pour les pertes de fabrication à considérer :

- Transport, dans l'hypothèse d'un transport local tel que décrit dans les "Règles de définition des catégories de produits"
- Se référer à l'annexe D du PCR pour le traitement de fin de vie des différents matériaux
- Enfouissement pour les autres matières qui ne sont pas fournies dans l'annexe D du PCR.

3.5.1.5. Matériels de raccordement de télécommunications optique

Se reporter au paragraphe 3.5.1.4

3.5.2. Étape de distribution

Les règles énoncées au paragraphe 2.5.3 « Scénarios de transport » du PCR applicable (PEP-PCR-ed4-FR-2021 09 06) s'appliquent.

3.5.3. Étape d'installation

Cette section précise la section 2.2.5 « Étape d'installation » du PCR applicable (PEP-PCR-ed4-FR-2021 09 06).

3.5.3.1. Fils et câbles d'énergie

Compte tenu du large éventail d'installations possibles de ces produits, les processus d'installation sont exclus des frontières du système. Cette règle de coupure étendue n'exclut pas le respect des autres exigences des « Règles de définition des catégories de produits » (PEP-PCR-ed4-FR-2021 09 06), comme la prise en compte de la fin de vie du traitement des emballages et les déchets de la phase d'installation (fabrication, transport et fin de vie des déchets).

La valeur par défaut de 5 % de produit doit être considérée comme un déchet de produit lors de la phase d'installation.

Le scénario de traitement de fin de vie par défaut pour la fin de vie des emballages ou des déchets de l'étape d'installation à considérer :

- Transport, dans l'hypothèse d'un transport local tel que décrit dans les "Règles de définition des catégories de produits",
- Se reporter à l'annexe D du PCR pour le traitement de fin de vie des différents matériaux,
- Enfouissement des autres matériaux qui ne sont pas fournis dans l'annexe D du PCR.

En dessous du tableau des impacts environnementaux, il sera mentionné que l'impact concernant les processus d'installation du produit doit être renseigné par l'utilisateur du PEP.

3.5.3.2. Fils et Câbles de communication et de données

Se reporter au paragraphe 3.5.3.1

3.5.3.3. Fils et câbles de mesure, de contrôle et de commande

Se reporter au paragraphe 3.5.3.1

3.5.3.4. Les matériels de raccordement d'énergie

Compte tenu de la grande variété possible des modes d'installation de ces produits, la détermination de l'impact de l'installation sera réalisée avec les hypothèses énoncés ci-dessous, afin d'assurer la comparabilité des PEP :

- Les opérations d'installation manuelles ne nécessitant pas d'apport d'énergie ne sont pas comprises dans le champ de l'étude,
- Les procédés de vissage ou de sertissage sont exclus, de par leur faible impact, tel que décrit dans le paragraphe 2.2.8 des « Règles de définition des catégories de produits » (PEP-PCR-ed4-FR-2021 09 06),
- Pour les procédés d'installation nécessitant un apport d'énergie thermique (accessoires thermo-rétractables par exemple), l'impact de l'installation sera calculé de la manière suivante, en considérant l'utilisation d'un chalumeau à gaz :
 - Consommation de gaz au chalumeau :
Par convention, la donnée générique à prendre en compte est une consommation de 250g de gaz propane, calculée en considérant les hypothèses suivantes :
 - une caractéristique de buse (NC), exprimée en g/l, de 1000 g/h
 - une durée d'utilisation du chalumeau (Δt) exprimée en heure, de 0,25h (15 minutes) par conducteur, soit une consommation de gaz (C), exprimée en grammes, calculée selon la formule suivante:
$$C = NC \times \Delta t$$
 - Émissions relatives à la consommation du gaz :
Par convention, les émissions liées à la combustion complète des 250g de gaz propane dans l'air à considérer sont 749g de CO₂ et 408g d'H₂O.

Les modes d'installation décrits ci-dessus correspondent aux technologies actuellement employées. Dans le cas où des évolutions interviendraient à l'avenir, et afin d'assurer la comparabilité des PEP, une demande de mise à jour des règles spécifiques aux fils, câbles et matériels de raccordement sera alors faite auprès du comité technique de l'association PEP.

De plus, le traitement des déchets issus des emballages ayant servis à transporter le produit jusqu'au lieu d'installation est à considérer dans l'étape d'installation par application du principe de modularité énoncé dans les « Règles de définition des catégories de produits ». De même, pour les produits générant des chutes lors de leur installation, la production des chutes, leur transport jusqu'au lieu d'installation et leur fin de vie doivent être pris en compte à l'étape d'installation.

Le scénario de traitement de fin de vie par défaut des emballages en fin de vie à considérer :

- Transport, dans l'hypothèse d'un transport local tel que décrit dans les "Règles de définition des catégories de produits".
- Se reporter à l'annexe D du PCR pour le traitement de fin de vie des différents matériaux,
- Enfouissement des autres matériaux qui ne sont pas fournis dans l'annexe D du PCR.

3.5.3.5. Matériels de raccordement de télécommunications optique

Se référer au paragraphe 3.5.3.1

3.5.4. Étape d'utilisation

Cette section précise la section 2.2.6 « Étape d'utilisation » du PCR applicable (PEP-PCR-ed4-FR 2021 09 06) en fixant les hypothèses de calcul de l'impact de l'étape d'utilisation.

3.5.4.1. Fils et câbles d'énergie

Concernant les fils et câbles d'énergie, l'impact dû aux pertes d'énergie en phase d'utilisation est important voire parfois prédominant sur le cycle de vie total du produit. Par conséquent, l'impact du cycle de vie du produit dépend fortement des hypothèses faites à l'étape de l'utilisation.

L'impact de l'étape d'utilisation va dépendre des choix concernant :

- La durée de vie de référence du produit,
- Le taux d'utilisation du produit,
- La résistance linéique du conducteur,
- L'intensité du courant traversant le conducteur.

Afin d'assurer la comparabilité des PEP, différentes hypothèses ont été établies pour ces quatre paramètres.

c. Durée de vie de référence et taux d'utilisation

Se reporter au paragraphe 3.5.4.6

d. Résistance linéique et intensité

Pour les produits de transport d'énergie, la consommation énergétique se traduit par des pertes par effet Joule, sur le temps d'utilisation :

$$E = Z \times I^2 \times \Delta t$$

Avec:

- Z : résistance linéique du câble en Ω/km ;
- I : intensité en A ;
- Δt : temps d'utilisation en s.

Pour les fils et câbles d'énergie, en raison de la grande variété possible d'utilisation de ces produits pour une application donnée, et afin d'assurer la comparabilité des PEP, l'unité fonctionnelle est exprimée pour un courant de 1A.

La détermination de l'impact exact de l'utilisation sera réalisée par les utilisateurs du PEP, en fonction du contexte d'utilisation du produit et en se basant sur l'impact calculé pour 1A.

Concernant la résistance linéique du conducteur, celle-ci sera, par ordre de préférence, correspondant à une résistance croissante :

- Soit mesurée selon le protocole de l'annexe A de la norme IEC 60228 («Âmes des câbles isolés»),
- Soit fera référence à la résistance spécifiée dans la norme citée dans l'unité fonctionnelle,
- Soit fera référence aux valeurs maximales de résistance des conducteurs à 20°C de la norme IEC 60228 («Âmes des câbles isolés»).

Cette règle permet d'exprimer la perte par effet Joule lors de l'étape d'utilisation du câble indépendamment de la connaissance du scénario d'usage de la charge d'extrémité propre à chaque utilisateur du PEP et permet ainsi d'assurer la comparabilité des PEP.

La consommation énergétique lors de l'utilisation est alors exprimée en $\text{J.km}^{-1}.\text{A}^{-2}$ ou unité équivalente, considérant que l'unité fonctionnelle est donnée pour 1A et pour une longueur de câble de 1km.

$$[1] \quad E [\text{J.km}^{-1}.\text{A}^{-2}] = Z [\Omega.\text{km}^{-1}] \times I [\text{A}^2] \times \Delta t [\text{s}]$$

Ainsi, en multipliant par le carré de l'intensité et par la longueur réelle du circuit l'utilisateur du PEP obtient la consommation par effet Joule sur le temps d'utilisation considéré.

Exemple : longueur =10km et courant moyen $I = 15A$, la perte vaut alors $225 \times R \times \Delta t$.

Les conducteurs de protection ne sont pas pris en compte dans le calcul des pertes par effet Joule.

Pour les câbles multiconducteurs et en supposant un système équilibré, il faut considérer un courant de 1A dans chaque conducteur, hormis le conducteur de protection.

Les hypothèses suivantes seront précisées dans le PEP et justifiées dans le rapport d'accompagnement :

- Méthode d'obtention de la résistance du conducteur,
- Valeur de la résistance du conducteur ($\Omega \cdot \text{km}^{-1}$),
- Durée de vie de référence et taux d'utilisation.

3.5.4.2. Fils et câbles de communication et de données

On trouve trois types de câbles de communication et de transmission de données :

- Les câbles à paires torsadées,
- Les câbles coaxiaux,
- Les câbles à fibres optiques.

Dans le cas des fils et câbles de communication, l'impact de l'étape d'utilisation du produit est faible sur le cycle de vie total du produit. L'énergie consommée lors de l'étape d'utilisation par les câbles de communications et de données est liée à l'affaiblissement des signaux transmis. Cet affaiblissement est dû à la perte d'énergie du signal le long des conducteurs.

A noter:

- *Sur les conducteurs métalliques, l'affaiblissement est induit par les pertes résistives et l'émission électromagnétique qui se produit à haute fréquence. Il augmente avec la longueur des conducteurs et la fréquence du signal émis.*
- *Sur les câbles à fibres optiques, l'affaiblissement dépend du type de fibre, de la longueur d'onde utilisée et de la longueur des fibres optiques. La mesure (en dB) de l'affaiblissement exprime le rapport entre l'énergie émise et l'énergie reçue. Plus la valeur mesurée est petite, meilleur est le lien.*

L'énergie consommée lors de l'étape d'utilisation sera, par ordre de préférence correspondant à une consommation énergétique croissante :

- Soit mesurée. Les paragraphes « Pertes lors de l'utilisation déterminées par mesure » décrivent alors les méthodes de mesure des pertes,
- Soit fera référence aux valeurs maximales des pertes tels que spécifiées dans les normes respectives. Les paragraphes « Pertes lors de l'utilisation déterminées par les normes » décrivent alors les méthodes de calcul des pertes.

Dans tous les cas, la méthode de détermination des pertes utilisée devra être précisée dans le PEP et justifiée dans le rapport d'accompagnement.

a. Durée de vie de référence et taux d'utilisation

Se référer au paragraphe 3.5.4.6

b. Les câbles à paires torsadées

Les câbles à paires torsadées sont utilisés principalement pour la mise en réseau d'ordinateurs et la téléphonie.

Les réseaux sont définis, dans les normes, comme étant des liens de 100 mètres maximum, constitués de 90 mètres de câbles capillaires et de 2 fois 5 mètres de cordons de brassage. Dans les entreprises, les câbles capillaires installés peuvent varier de 10 à 90 mètres. La longueur moyenne usuellement constatée sur un ensemble de liaisons est de 40 mètres.

Cette longueur moyenne, de 40 mètres, est utilisée pour calculer la perte d'énergie à la fréquence du protocole considéré car l'affaiblissement n'est pas proportionnel à la longueur mais a un comportement exponentiel. En effet, on sait que plus de 50 % de l'énergie est consommée dans les 20 premiers mètres du câble.

Le calcul de perte d'énergie est réalisé en utilisant une longueur de câble de 40m, et la puissance consommée est ensuite ramenée à l'unité fonctionnelle, soit 1 mètre de câble.

Use stage losses determined by measurement

Pour la mesure des pertes lors de l'utilisation, on utilisera la formule issue de la Physique de transmission, ci-dessous:

$$P_{perdue} = (P_e - P_s) \times N_{bpaire} / L_{moy}$$

Où:

P_{perdue} : puissance consommé en Watt/mètre de câble

P_e : puissance d'entrée en Watt et $P_e = U^2/Z = Z.I^2 = U.I$

Z : résistance d'entrée du câble in Ohms

U : tension en Volt

I : intensité en Ampère

P_s : puissance de sortie en Watt et $P_s = P_e \times 10^{(-ATT/10)}$

ATT : affaiblissement linéique en dB du câble à la fréquence de l'amplitude maximale du spectre utilisé dans le protocole de communication pour une longueur moyenne (L_{moy}) d'utilisation en mètres. Les fréquences à utiliser sont mentionnées dans le tableau ci-dessous. La méthode de mesure de l'affaiblissement linéique est décrite par la norme IEC 61156-1.

N_{bpaire} : nombre de paires utilisées dans le protocole de communication.

L_{moy} : longueur moyenne en mètre d'un câble posé.

Dans tous les cas, la valeur obtenue en Watt est à multiplier par la durée de vie de référence et le taux d'utilisation de l'application correspondante pour obtenir l'énergie consommée en Wh ou Joules (voir Annexe 6.1.).

De manière générale, les choix faits et hypothèses retenues pour le calcul des pertes devront être indiqués dans le PEP et justifiés dans le rapport d'accompagnement.

Pertes lors de l'utilisation déterminées par les normes

Les protocoles des réseaux utilisés fixent les plages de fréquences des signaux transmis. Pour le calcul des pertes, nous utiliserons la valeur de la fréquence à l'amplitude maximale du spectre utilisé dans le protocole de communication. Les fréquences à utiliser sont mentionnées dans le Tableau 1 ci-dessous.

Pour répondre aux exigences de ces protocoles, les câbles sont divisés en catégories. Pour chaque catégorie, une valeur d'affaiblissement est affectée en fonction de la fréquence centrale du protocole considéré. Cet affaiblissement maximal par catégorie est défini dans la norme IEC 61156 correspondante à la catégorie du câble.

Le Tableau 1 regroupe toutes les données à utiliser pour les câbles capillaires, issues des normes de référence (norme de performance câble IEC 61156 et norme Ethernet IEEE 802.3).

Tableau 1 : Données pour les câbles cuivre

<i>Câbles Cuivre à paires torsadées</i>			
Protocole	Fréquence	Catégorie	Puissance consommée
Ethernet 100M BP (*) = 100 MHz	31,25 MHz	Cat. 5e selon IEC 61156-5	4,7 dB/40m à 31,25 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 0,462 mW/mètre de câble sur 2 paires
Ethernet 1G BP (*) = 250 MHz	83 MHz	Cat. 6 selon IEC 61156-5	7,2 dB/40m à 83 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 1,134 mW/mètre de câble sur 4 paires
Ethernet 10G BP (*) = 500 MHz	400 MHz	Cat. 6a selon IEC 61156-5 ed.2	16,0 dB/40m à 400 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 1,365 mW/mètre de câble sur 4 paires
Ethernet 10G BP (*) = 600 MHz	400 MHz	Cat. 7 selon IEC 61156-5	16,0 dB/40 m à 400 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 1,365 mW/mètre de câble sur 4 paires
Ethernet 10G BP (*) = 1000 MHz	400 MHz	Cat. 7a selon IEC 61156-5 ed.2	15,2 dB/40 m à 400 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 1,358 mW/mètre de câble sur 4 paires
Ethernet 10G BP (*) = 1200 MHz	400 MHz	Cat. 7+ (intermédiaire) Cat. 7a selon IEC 61156-7	14,8 dB/40 m à 400 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 1,353 mW/mètre de câble sur 4 paires
Ethernet 40G BP (*) = 2000 MHz	1600 MHz	Cat. 8.1 selon IEC 61156-9	16,0 dB/20 m à 1600 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 2,730 mW/mètre de câble sur 4 paires
Ethernet 40G BP (*) = 2000 MHz	1600 MHz	Cat 8.2 selon IEC 61156-9	16,0 dB/20 m à 1600 MHz Puissance injectée / paire = 14 mW Soit 2,730 mW/mètre de câble sur 4 paires

(*) BP: bande passante du câble

c. Coaxial câbles

Pour la télévision modulée de 47 à 2500MHz, la puissance utilisée ne dépasse pas les 85 dB μ V, soit 18mV sur 75 Ohms. La puissance perdue est de l'ordre de 0,26 μ W. Cette puissance perdue est considérée comme négligeable devant les impacts des étapes de fabrication, distribution et fin de vie du produit.

Pour les réseaux de téléphonie mobile, les câbles coaxiaux 50 Ohms équipant les antennes-relais sont alimentés par une puissance électrique maximum de 10 à 40W pour les antennes. La fréquence d'émission varie de 1,8 MHz à 3 GHz.

Étant donné qu'il existe différents diamètres de câbles coaxiaux et des affaiblissements variables en fonction des dimensions des câbles coaxiaux, il est difficile d'établir une règle générale. La détermination des pertes par mesure telle que définie pour les câbles à paires torsadées est utilisée avec la valeur 1 pour le paramètre Nbpair.

Dans tous les cas, la valeur obtenue en Watt est à multiplier par la durée de vie de référence et le taux d'utilisation de l'application correspondante pour obtenir l'énergie consommée en Wh ou Joules (voir Annexe 6.1.).

De manière générale, les choix faits et hypothèses retenues pour le calcul des pertes devront être indiqués dans le PEP et justifiés dans le rapport d'accompagnement.

d. Les câbles à fibres optiques

Les câbles à fibres optiques sont utilisés principalement pour la mise en réseau d'ordinateurs sur moyennes à grandes distances. Les protocoles des réseaux utilisés fixent le type de fibre optique : soit la fibre multimode, soit la fibre monomode. En optique, l'affaiblissement dépend de la longueur d'onde.

Les distances des réseaux locaux optiques en fibres multimodes sont de 300 à 2000 mètres maximum. La longueur de 150 mètres est utilisée comme hypothèse conservatrice, de manière consensuelle, pour calculer la perte du signal optique à la longueur d'onde du protocole considéré.

Les distances des réseaux locaux optiques en fibres monomodes sont inférieures à 10 km. La longueur de 500 mètres est utilisée comme hypothèse conservatrice de manière consensuelle pour calculer la perte du signal optique à la longueur d'onde du protocole considéré.

L'affaiblissement n'est pas proportionnel à la longueur mais a un comportement exponentiel. Cette valeur est ensuite ramenée à l'unité fonctionnelle retenue, soit 1 mètre de câble.

Pour le calcul des pertes du signal optique, nous utiliserons la longueur d'onde pour laquelle l'atténuation est maximale pour les deux types de fibres optiques (ne sachant laquelle sera utilisée par le client final), à savoir $\lambda=850$ nm pour les fibres multimodes (OM) et $\lambda = 1310$ nm pour les fibres monomodes (OS).

Les longueurs moyennes de pose à utiliser pour l'évaluation de la perte en ligne sont recensées dans le Tableau 2 ci-dessous.

Use stage losses determined by measurement

Pour la mesure des pertes lors de l'utilisation, on utilisera la formule issue de la Physique de transmission, ci-dessous:

$$P_{\text{perdue}} = (P_e - P_s) \times N_{\text{bFO}} / L_{\text{moy}}$$

Conversion mW en dBm : $P[\text{mW}] = 10^{(P[\text{dBm}]/10)}$

Où:

P_{perdue} : perte du signal optique en Watt/mètre de câble

P_e : puissance d'entrée en Watt

P_s : puissance de sortie en Watt et $P_s = P_e \times 10^{(-ATT/10)}$

ATT : affaiblissement en dB du câble à la longueur d'onde utilisée pour une longueur moyenne (L_{moy}) d'utilisation en mètres. Les longueurs d'ondes et longueur moyenne de pose sont spécifiées dans le tableau ci-dessus. La méthode de mesure de l'affaiblissement linéique est décrite par la norme IEC 60794.

N_{bFO} : nombre de fibres optiques dans le câble.

L_{moy} : longueur moyenne des câbles posés en mètre.

Dans tous les cas, la valeur obtenue en Watt est à multiplier par le temps d'utilisation correspondante pour obtenir l'énergie consommée en Wh ou Joules (voir Annexe 6.1.).

De manière générale, les choix faits et hypothèses retenues pour le calcul des pertes devront être indiqués dans le PEP et justifiés dans le rapport d'accompagnement.

Pertes lors de l'utilisation déterminées par les normes

Les valeurs maximales d'affaiblissement aux longueurs d'onde de référence sont de 3,5 dB/km (IEC 60793-2-10) pour les fibres multimodes et de 0,4dB/km (IEC 60793-2-50) pour les fibres monomodes.

Le tableau ci-dessous regroupe toutes les données à utiliser pour les câbles optiques, issues des normes de référence (norme de performance câble IEC 60793, IEC 60794 et norme Ethernet IEEE 802.3).

Tableau 2 : Données pour les fibres optiques

<i>Câbles à fibres optiques</i>					
Protocole	Type de fibre optique	Longueur d'onde	Distance maxi	Longueur moyenne de pose	Puissance consommée
10GBASE-SR	Multimode	@850nm	< 300m	150 m	Affaiblissement à $\lambda=850\text{nm}$: 3,5dB/km Puissance injectée = 0 dBm soit 1mW Soit 0,76 mW/km ou 0,76$\mu\text{W/m}$ de 1 FO
1000BASE-SX			500m		
10BASE-FL			2 km		
100BASE-LX	Monomode	@1310nm	2 to 3 km	500 m	Affaiblissement à $\lambda=1310\text{nm}$: 0,4dB/km Puissance injectée = 0 dBm soit 1mW Soit 0,09mW/km ou 0,09$\mu\text{W/m}$ de 1 FO
1000BASE-LX			2 km		
10GBASE-LR			10km		

3.5.4.3. Fils et câbles de mesure, de contrôle et de commande

Pour la catégorie des Fils et câbles de mesure, de contrôle et commande, l'impact de l'étape d'utilisation est négligeable par rapport à l'impact total du cycle de vie du produit.

Les impacts environnementaux des pertes par effet Joules des câbles de mesure, de contrôle et de commande sont négligeables face aux impacts des autres étapes (Fabrication, Distribution et Fin de vie). En effet, ces câbles sont traversés par des courants d'une intensité de l'ordre de quelques dizaines de mA, soit parce que les courants transportés sont de faible intensité (cas des câbles de mesure), soit parce que la tension et le courant sont appliqués de façon sporadique (cas des câbles de contrôle et de commande).

Aussi, dans le tableau des impacts environnementaux, la colonne utilisation comprendra donc la mention « Négligeable », indiquant que l'évaluation de l'impact de cette étape est négligeable par rapport à l'impact des autres étapes du cycle de vie de ces produits.

3.5.4.4. Les matériels de raccordement d'énergie

L'impact de l'étape d'utilisation va dépendre des choix concernant :

- La durée de vie de référence du produit;
- Le taux d'utilisation du produit;
- La résistance linéique de la partie conductrice du matériel de raccordement;
- L'intensité du courant le traversant.

Afin d'assurer la comparabilité des PEP, différentes hypothèses ont été fixées pour ces 4 paramètres. Ces hypothèses seront précisées dans le PEP et présentées dans le rapport d'accompagnement.

a. Durée de vie de référence et taux d'utilisation

Se référer au paragraphe 3.5.4.6.

b. Résistance linéique et intensité

Pour les Matériels de raccordement d'énergie, les impacts environnementaux de l'étape d'utilisation sont considérés comme négligeables, à l'exception de la consommation énergétique, qui se traduit par la perte par effet Joule, sur le temps d'utilisation.

La consommation énergétique lors de l'étape d'utilisation est alors exprimée selon la formule suivante :

$$E = R \times I^2 \times \Delta t \quad \text{with} \quad R = Z \times L \times 10^{-3}$$

Où:

E : consommation énergétique, exprimée en J;

R : résistance de la partie conductrice du produit de référence pour le matériel de raccordement d'énergie, exprimé en Ω ;

Z : résistance linéique de la partie conductrice du produit de référence pour le matériel de raccordement d'énergie, en prenant la valeur maximale de la résistance linéique du câble de la norme IEC 60228 en rapport à la classe du câble, à la nature d'âme, et pour la plus petite section supportée par le matériel, en Ω/km ;

L : longueur de la partie conductrice hors tout dans l'axe du câble en m;

I : intensité en A;

Δt : temps d'utilisation en s.

Pour les matériels de raccordement, en raison de la grande variété possible d'utilisation de ces produits pour une application donnée, et afin d'assurer la comparabilité des PEP, l'unité fonctionnelle est exprimée pour une intensité de 1A par conducteur actif.

Cette règle permet d'exprimer la perte par effet Joule lors de l'étape d'utilisation indépendamment de la connaissance du scénario propre à chaque utilisateur du PEP.

Dans le même objectif, la résistance R de la partie conductrice est calculée dans le cas le plus défavorable, afin de prendre en compte l'ensemble des situations possibles et de permettre le calcul par l'utilisateur.

La détermination de l'impact exact de l'utilisation sera réalisée par les utilisateurs du PEP, en fonction du contexte d'utilisation du produit et en se basant sur l'impact calculé pour 1A.

- Dans le cas où la partie conductrice fait partie du matériel de raccordement (accessoire et partie conductrice dans l'unité de conditionnement), R est alors donné par le fabricant, considérant que l'unité fonctionnelle est donnée pour 1A. Ainsi, en multipliant par le carré de l'intensité, l'utilisateur du PEP obtient la consommation par effet Joule sur le temps d'utilisation considéré.
- Dans le cas où la partie conductrice est fournie par l'installateur (accessoire sans la partie conductrice dans l'unité de conditionnement), l'impact de l'étape d'utilisation est donné pour une résistance R de 1Ω . La résistance réelle R est à prendre en compte par l'installateur selon les règles exposées précédemment. Ainsi, en multipliant par le carré de l'intensité, et par la résistance réelle de la partie conductrice, l'utilisateur du PEP obtient la consommation par effet Joule sur le temps d'utilisation considéré.

Pour les câbles multiconducteurs et en supposant un système équilibré, il faut considérer un courant de 1 A dans chaque conducteur hormis le conducteur de protection. Celui-ci n'est pas pris en compte dans le calcul des pertes par effet Joule.

3.5.4.5. Matériels de raccordement de télécommunications optique

Les impacts environnementaux dus aux pertes d'énergie de l'étape d'utilisation sont calculés à partir des pertes en transmission des raccordements optiques.

a. Durée de vie de référence et taux d'utilisation

Se référer au paragraphe 3.5.4.6

b. Pertes lors de l'utilisation déterminées par mesures

Pour la mesure des pertes lors de l'utilisation, on utilisera la formule suivante :

$$P_{perdue} = P_{entrée} - P_{sortie}$$

Conversion mW en dBm : $P[\text{mW}] = 10^{(P[\text{dBm}]/10)}$

Où: P_{perdue} : perte du signal optique en Watt

$P_{\text{entrée}}$: puissance d'entrée en Watt

P_{sortie} : puissance de sortie en Watt

Dans tous les cas, la valeur obtenue en Watt est à multiplier par la durée de vie de référence et le taux d'utilisation de l'application correspondante pour obtenir l'énergie consommée en Wh ou Joules (voir Annexe 6.1.).

c. Pertes lors de l'utilisation déterminées par calcul

En fonction de la technologie de raccordement utilisée, les pertes maximales (P_{cx}) spécifiées par les constructeurs sont données dans le tableau ci-dessous.

Comme pour le paragraphe 3.5.4.2 (Tableau 2) du présent document, il est considéré que la puissance injectée dans la connexion est 0 dBm ou 1 mW et supposant une proximité de la connexion avec le laser (cas le plus défavorable).

Le calcul de la valeur maximale de la perte de connexion s'effectue de la manière suivante :

$$P_{\text{connexion}} = 1 - 10^{(-P_{\text{cx}}/10)}$$

Tableau 3 : Données pour les connexions optiques

Technologie utilisée	Perte exprimée en dB (P_{cx})	Perte connexion en mW
Épissure fusion	0,1 dB	0,023 mW
Épissure mécanique	0,25 dB	0,056 mW
Connecteur	0,5 dB	0,109 mW

L'énergie consommée par un raccordement optique est obtenue ensuite par la multiplication de cette valeur exprimée en Watt par la durée de vie de référence d'utilisation exprimée en secondes et le taux d'utilisation.

Dans le cas de produits entrant dans le flux de référence acceptant plusieurs types de technologies de raccordement, le calcul sera effectué en prenant la technologie la plus défavorable.

A titre d'exemple, pour une durée de vie typique d'utilisation de 20 ans à un taux d'utilisation de 100%, l'énergie totale consommée en utilisation est donc :

$$0,109 \times 10^{-3} [\text{W}] \times 20 [\text{ans}] \times 365 [\text{jours}] \times 24 [\text{heures}] \times 3600 [\text{secondes}] = \mathbf{68\ 748\ Joules}$$

Pour illustration, 68,748 Joules est la consommation énergétique d'une ampoule de 70 Watts pendant 16 minutes.

De manière générale, les choix faits et hypothèses retenues pour le calcul des pertes devront être indiqués dans le PEP et justifiés dans le rapport d'accompagnement.

3.5.4.6. Durée de vie de référence et taux d'utilisation

La durée de vie de référence et le taux d'utilisation des fils, câbles et matériels de raccordement ont été déterminés de manière consensuelle par l'ensemble des experts techniques de la profession pour les différents domaines d'application possibles. Cette durée de vie de référence prise en hypothèse est toujours inférieure à la durée de vie réelle du produit.

Tout fil, câble ou matériel de raccordement, de par les normes auxquelles il répond, appartient à une seule et unique application. Le tableau donné en Annexe 6.1 regroupe les différents domaines d'application couverts pour les fils, câbles et matériels de raccordement et précise la durée de vie de référence des produits ainsi que leur taux d'utilisation aboutissant au temps d'utilisation à prendre en compte pour les calculs.

Dans le cas exceptionnel où une application ne serait pas décrite par le tableau en annexe, et afin d'assurer la comparabilité des PEP, une durée de vie de référence de 5 années avec un taux d'utilisation de 100% sera à considérer par défaut. De plus, une demande de mise à jour des règles spécifiques « fils, câbles et matériels de raccordement » sera alors faite auprès du comité technique de l'association PEP pour ajout d'une application avec une durée de vie de référence et un taux d'utilisation type.

3.5.5. Étape de fin de vie

Ce chapitre vient compléter le chapitre 2.2.7 «Étape de fin de vie» des "Règles de définition des catégories de produits", fixant les processus à considérer lors de l'étude de la fin de vie.

Une décomposition du module C (C1 à C4) peut se faire selon la figure 4 de l'annexe B du PCR. Si la ventilation du module est faite, le contenu de chaque sous-module devrait être le suivant :

C1: N'est pas applicable. Module égal à 0

C2: Transport du site d'installation jusqu'au site de traitement des déchets (broyage et séparation) ou au site d'élimination finale

C3: Processus de traitement des déchets (broyage et séparation), Recyclage des matériaux (métaux)

C4: Élimination (enfouissement) des autres matériaux

Remarque : Les ensembles de données LCI publics d'ECOSYSTEM ne sont pas pertinents pour les câbles, les fils et les matériels de raccordement, car ils font partie d'autres produits ou équipements. Il s'agit d'ensembles de données de fin de vie dans lesquels le pourcentage de produit recyclé, incinéré et mis en décharge n'est pas connu. Ils ne sont pas cohérents avec ce PSR où un scénario de fin de vie (recyclage, incinération ou enfouissement) est défini pour chaque matériau.

3.5.5.1. Fils et câbles d'énergie

Afin de garantir la comparabilité des PEP, les étapes de fin de vie devant être prise en compte sont :

- Transport du site d'installation au traitement des déchets (broyage et séparation) ou au site d'élimination finale, en supposant un transport local tel que décrit dans les "Règles de définition des catégories de produits",
- Une étape de broyage / séparation des métaux et plastiques,
- Se référer à l'annexe D du PCR pour le traitement en fin de vie des différents matériaux,
- Enfouissement pour les autres matériaux non prévus à l'annexe D7 du PCR.

Comme pour l'étape d'installation, en raison de la grande variété possible de désinstallation, les processus de désinstallation et/ou démontage des câbles sont exclus du périmètre du PEP. La détermination de l'impact de la désinstallation sera réalisée par les utilisateurs du PEP, en fonction du contexte d'utilisation du produit.

3.5.5.2. Fils et Câbles de communication et de données

Se référer au paragraphe 3.5.5.1

3.5.5.3. Fils et câbles de mesure, de contrôle et de commande

Se référer au paragraphe 3.5.5.1

3.5.5.4. Les matériels de raccordement d'énergie

Afin de garantir la comparabilité des PEP, les étapes de fin de vie devant être prises en compte sont :

- La séparation du matériel de raccordement et du câble qui s'y rapporte,

- Le transport, avec une hypothèse de transport local comme décrit dans les “Règles de définition des catégories de produits”,
- Se référer à l’annexe D du PCR pour le traitement en fin de vie des différents matériaux,
- Enfouissement pour les autres matériaux non prévus à l’annexe D7 du PCR.

Les processus de désinstallation et/ou démontage des matériels de raccordement d’énergie sont exclus du périmètre du PEP. La détermination de l’impact de la désinstallation sera réalisée par les utilisateurs du PEP, en fonction du contexte d’utilisation du produit.

3.5.5.5. Matériels de raccordement de télécommunications optique

Se référer au paragraphe 3.5.5.4

3.5.6. Bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système (module D) – facultatif

Comme mentionné au paragraphe 2.2.8 des « Règles de définition des catégories de produits », les bénéfices et charges nets au-delà des frontières du système également appelés « module D » peuvent également être inclus dans le PEP.

3.6. Règle(s) d’extrapolation à une famille environnementale homogène

Les règles énoncées au paragraphe « Règle(s) d’extrapolation à une famille environnementale homogène » du PCR applicable (PEP-PCR-ed4-EN-2021-09 06) s’appliquent. Aucune règle d’extrapolation par défaut n’a été définie dans le cadre de l’élaboration de ce PSR.

3.7. Règles pour l’élaboration des déclarations environnementales collectives

Les règles énoncées au paragraphe « Règles pour l’élaboration des déclarations environnementales collectives » du PCR applicable (PEP-PCR-ed4-FR-2021 09 06) s’appliquent.

3.8. Exigences en matières de données environnementales

Les règles énoncées au paragraphe « Exigences en matières de données environnementales » du PCR (PEP-PCR-ed4-EN- 2021 09 06) s’appliquent.

3.9. Calcul de l’impact environnemental

Les règles énoncées au paragraphe « Calcul de l’impact environnemental » du PCR (PEP-PCR-ed4-EN- 2021 09 06) s’appliquent.

3.10. Informations sur la compensation carbone, le stockage du carbone et les émissions différées

Les procédés de compensation carbone ne font pas partie du système de produits à l'étude. La compensation carbone ne sera pas incluse dans le calcul de l'indicateur « Changement climatique ».

NOTE : Une compensation carbone est une réduction des émissions de dioxyde de carbone ou d'autres gaz à effet de serre réalisée pour compenser une émission ailleurs.

L'effet du stockage temporaire du carbone et des émissions différées, c'est-à-dire l'actualisation des émissions et des absorptions comme dans l'ACV dynamique, n'est pas inclus dans le calcul du GWP. L'effet du stockage permanent de carbone biogénique ne doit pas être inclus dans le calcul de l'indicateur « Changement climatique ». Tout carbone biogénique entrant dans le système doit sortir en fin de vie.

4. Rédaction du Profil Environnemental Produit

Les règles énoncées au paragraphe « Rédaction du Profil Environnemental Produit » du PCR (PEP-PCR-ed4-EN-2021 09 06) s'appliquent.

5. Règles de mises à jour des PEP

Les règles énoncées au paragraphe « Règles de mise à jour des PEP » du PCR (PEP-PCR-ed4-EN-2021 09 06) s'appliquent.

6. Annexes

6.1. Hypothèses par domaine d'application

DOMAINES D'APPLICATIONS	Applications	Durée de vie de référence (ans)	Taux d'utilisation	Temps d'utilisation (ans)
INFRASTRUCTURES	Réseaux de distribution d'énergie	40	100%	40
	Réseaux ferroviaires	30	100%	30
	Réseaux Télécom (téléphone fixe et mobile)	20	100%	20
APPLICATIONS INDUSTRIELLES	Pétrole, Gaz & Pétrochimie	30	100%	30
	Manutention	10	50%	5
	Automatisme	5	100%	5
	Nucléaire	40	100%	40
	Turbines Éoliennes	20	30%	6
	Centrales Photovoltaïques	10	50%	5
	Aéroports	20	100%	20
SYSTEMES EMBARQUES	Aéronautique civile	15	80%	12
	Construction navale et marine	30	80%	24
	Matériel roulant ferroviaire	30	50%	15
	Automobile / Poids Lourds	10	10%	1
BATIMENT	Résidentiel/Tertiaire/Industriel hors LAN	30	70%	21
	Data Centers	10	100%	10
	LAN : Résidentiel	10	17%	1.7
	LAN : Tertiaire	10	25%	2.5
	LAN : Industriel (usines, entrepôts)	10	100%	10

6.2. Glossaire

- PTO** : Prise Terminal optique
- DTIo** : Dispositif de Terminaison Intérieur optique
- PMI** : Point de Mutualisation Immeuble
- PBo** : Point de Branchement optique
- PDo** : Point de Démarcation optique
- PR** : Point de Raccordement
- LAN** : Local Area Network
- IP** : Internet Protocol

6.3. Déclaration de conformité



Programme PEP Ecopassport*

Attestation de revue critique des règles additionnelles sectorielles pour les fils, câbles et matériels de raccordement

Document revu : PSR0001 – Fils, câbles et matériels de raccordement, version du 10/06/2022
Etabli par : SYCABEL / NEXANS

SYCABEL a demandé à EVEA, en tant que cabinet conseil spécialisé en Analyse du Cycle de Vie, la revue critique des règles additionnelles sectorielles pour les fils, câbles et matériels de raccordement.

Référentiels :

L'objectif de cette revue critique est de vérifier la conformité de ce document avec les référentiels suivants :

- Le PCR référence PCR-ed4-FR-2021 09 06, disponible sur www.pep-ecopassport.org établi par le programme PEP Ecopassport*.
- Les normes NF EN ISO 14020 - 2002 et NF EN ISO 14025 - 2010,
- Les normes NF EN ISO 14040 et 14044 – 2006.

Conclusion :

L'inclusion des câbles hybrides a été enlevé à cause d'un manque de méthodologie claire sur la façon d'appliquer les règles pour ces produits. La plupart des modifications concernent l'application des nouvelles règles de fin de vie, pour lesquelles les règles du PCR ed4 ont été retenue.

Le document revu ne présente pas de non-conformité avec les référentiels précités. Par conséquent le PSR relatif aux fils, câbles et matériels de raccordement est conforme aux exigences de ces référentiels.

Tim Osmond
Vérificateur PEP Ecopassport* - EVEA