

# Principes généraux pour l’affichage environnemental des produits de grande consommation

---

Référentiel méthodologique  
d’évaluation environnementale  
de la Fourniture d’Accès Internet  
(FAI)

---

Janv  
2023



FAITS & CHIFFRES

# REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'ensemble des participants des diverses instances mises en place pour l'élaboration de ce document : la concertation publique et son groupe miroir de plus de 70 participants, le GT Opérateurs regroupant les opérateurs, l'ARCEP, et le consortium NégaOctet pour son accompagnement de l'ADEME.

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ademe.fr/>

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

## **Ce document est diffusé par l'ADEME**

### **ADEME**

20, avenue du Grésillé  
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2020002339

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : NégaOctet

Coordination technique - ADEME : MEYER Julia

Direction/Service : Direction Economie Circulaire et Déchets, Service Ecoconception et Recyclage

# SOMMAIRE

<b>1. PORTEE DU REFERENTIEL .....</b>	<b>5</b>
1.1. Objectif du document.....	5
1.2. Champ d'application.....	6
1.3. Positionnement par rapport à la norme ITU L.1410 / ETSI 203 199 .....	7
<b>2. UNITE D’AFFICHAGE.....</b>	<b>7</b>
2.1. Unité fonctionnelle.....	7
2.2. Schéma fonctionnel et diagramme de flux .....	7
<b>3. FRONTIERES DU SYSTEME.....</b>	<b>9</b>
3.1. Etapes et flux inclus .....	9
3.2. Exclusion .....	12
3.3. Flux de référence .....	12
<b>4. REGLES D’ALLOCATION .....</b>	<b>12</b>
4.1. Contexte et objectifs .....	12
4.2. Présentation du modèle environnemental .....	14
4.3. Période d'évaluation et période de communication .....	19
4.4. Application du modèle environnemental.....	20
4.6. Communication finale.....	28
4.7. Points de contrôle.....	29
4.8. Détails des formules .....	29
<b>5. ARTICULATION ENTRE LES DONNEES .....</b>	<b>32</b>
5.1. Mode de collecte des données primaires.....	32
5.2. Complétude et articulation entre les données primaires, secondaires et semi-spécifiques .....	33
<b>6. SPECIFICITE .....</b>	<b>38</b>
6.1. Consommation d'électricité .....	38
6.2. Transport .....	38
6.3. Installation et Maintenance.....	38
<b>7. INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX .....</b>	<b>39</b>
7.1. Données à l'origine des impacts environnementaux .....	39
7.2. Indicateurs environnementaux retenus .....	39
7.3. Indicateurs environnementaux pertinents .....	39
<b>8. VALIDATION TEMPORAIRE DES DONNEES ET FREQUENCE DE MISE A JOUR.....</b>	<b>39</b>
<b>9. MODE DE VALIDATION DES DONNEES ET DES RESULTATS .....</b>	<b>39</b>

<b>10. MODALITE DE PRISE EN COMPTE DU DECALAGE DANS LE TEMPS DES EMISSIONS DE GES (GAZ A EFFET DE SERRE).....</b>	<b>40</b>
<b>11. LIMITES.....</b>	<b>41</b>
11.1. Prise en compte des points de vente.....	41
11.2. Non prise en compte de la phase d'utilisation des activités support.....	41
11.3. Limites du modèle environnemental.....	41
<b>12. ANNEXES .....</b>	<b>42</b>
12.1. Annexe A – Application des facteurs d’allocation à un équipement mutualisé.....	42
12.2. Annexe B – Processus global ACV réseau .....	47
12.3. Annexe C – Choix des données étudiées.....	48
12.4. Annexe D – Méthodologie d’ACV équipements.....	49
12.5. Annexe E – Méthodes pour évaluer la quantité de données consommées par un abonné.....	58
12.6. Annexe F – Notice explicative de l’annexe C.2 de la décision de l’ARCEP relative à la mise en place d’une collecte annuelle de données environnementales.....	59
12.7. Annexe G – Configurations de sites hébergement réseau .....	60
12.8. Annexe H – Liste des codes CPA concernés.....	61
<b>INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES.....</b>	<b>63</b>
<b>SIGLES ET ACRONYMES .....</b>	<b>64</b>

# 1. Portée du référentiel

## 1.1. Objectif du document

Le référentiel par catégorie de produit (RCP) fournit la méthode à respecter pour calculer les indicateurs de l’affichage environnemental d’une catégorie de produits. Les objectifs de l’affichage environnemental sont les suivants :

- Informer les consommateurs sur les impacts environnementaux des produits et services qu’ils achètent
- Orienter la demande des consommateurs vers des produits plus respectueux de l’environnement
- Inciter ainsi les producteurs à davantage éco-concevoir leurs produits pour limiter leur impact sur l’environnement.

Le référentiel catégoriel constitue une déclinaison du référentiel des bonnes pratiques BP X 30-323-0 « Principes généraux pour l’affichage environnemental des produits de grande consommation ».

Le référentiel catégoriel décline les items mentionnés à l’Article A.1 alinéa 1 du référentiel des bonnes pratiques BP X 30-323-0. Le référentiel de bonnes pratiques BP X 30-323-0 pose comme principe directeur que l’évaluation des impacts environnementaux des produits doit être élaborée conformément à l’approche cycle de vie et à l’approche multicritères.

Ce document complète et précise les règles sectorielles du RCP « mère » : « Référentiel méthodologique d’évaluation environnementale des services numériques » pour le cas des réseaux de télécommunication et la fourniture d’accès internet, et doit être lu en parallèle.

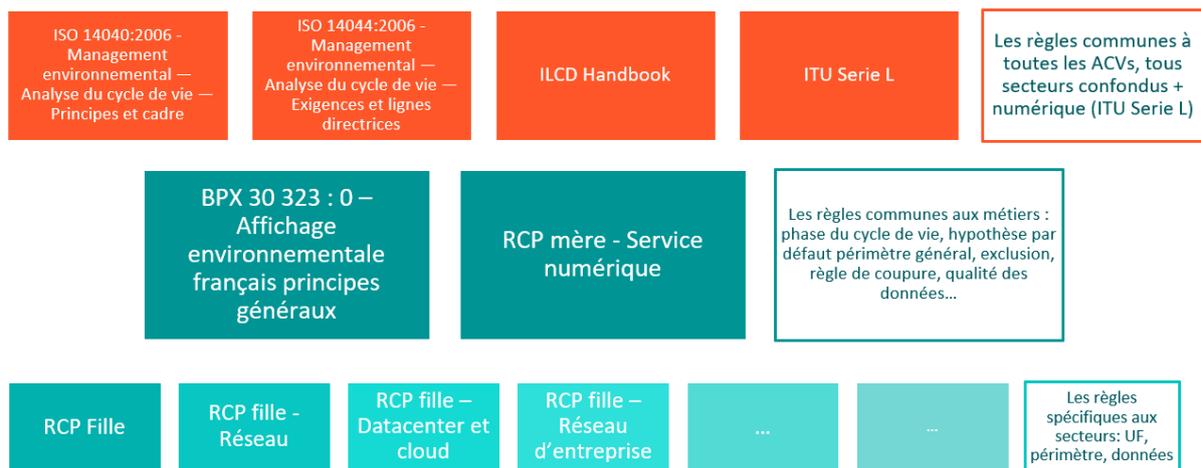


Figure 1 – Positionnement du référentiel dans le contexte normatif global

Le présent RCP est construit selon les mêmes bases méthodologiques que les référentiels reconnus dans le secteur numérique, à savoir :

- PEF IT equipments
- ITU Série L et spécifiquement L 1410

La norme ITU L.1410 indique les différentes étapes d’une ACV de service numérique, et celles couvertes par la norme. La figure ci-dessous reprend ces étapes et indique celles couvertes par le présent RCP et son RCP « mère ».

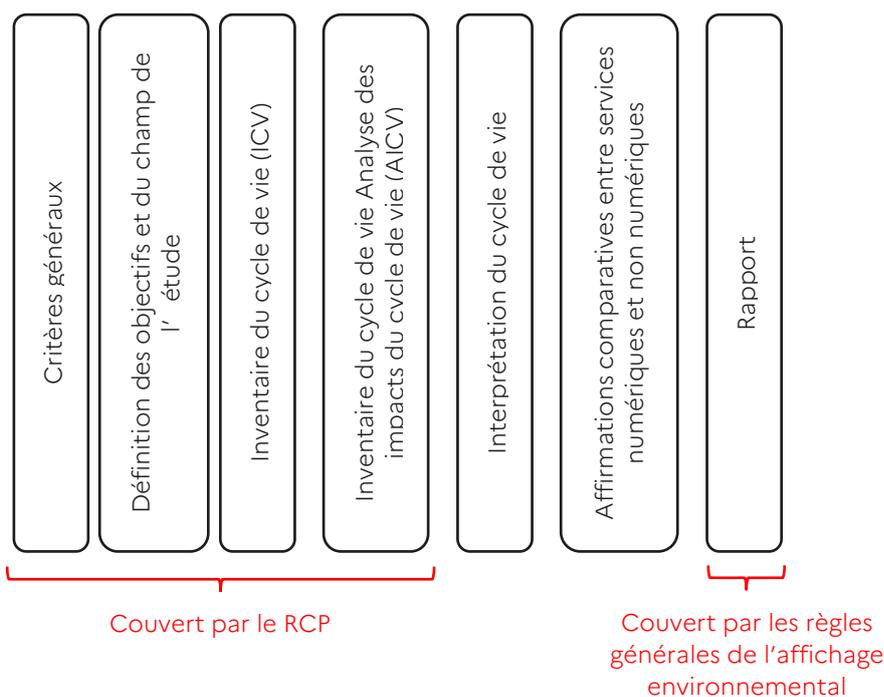


Figure 2 – Etapes couvertes par le RCP, extrait et traduit de la norme ITU L.1410

## 1.2. Champ d'application

Le présent référentiel est spécifiquement dédié à l'évaluation environnementale des **services de fourniture d'accès internet**.

Il a pour objectif :

- D'encadrer la méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux de ces services ;
- De simplifier la méthode de calcul afin de faciliter l'affichage environnemental pour les entreprises qui les commercialisent ;
- De servir de méthode d'application de l'alinéa III de l'article 13 de la loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, dite loi AGEC.

Ce référentiel regroupe les éléments nécessaires pour calculer les impacts environnementaux des services numériques comme définis ci-après.

Un service numérique est une activité se caractérisant par la réalisation d'une prestation ou la mise à disposition d'une information mobilisant un ensemble d'équipements et infrastructures numériques pour capter, faire circuler, traiter, analyser, restituer et stocker des données. Ces équipements et infrastructures étant caractérisés en 3 « tiers/parties physiques » : terminaux, réseaux de télécommunication et centre informatique ; un ensemble de logiciels étant utilisés à différents niveaux pour « orchestrer » les équipements physiques et délivrer le service attendu.

Bien que cette activité soit liée à un ou plusieurs produits physiques (terminaux, réseaux, serveurs), elle est transitoire, souvent intangible par nature et ne résulte pas normalement de la possession de l'un des produits.

Ces activités peuvent être réalisées entre entreprises, particuliers, administrations, collectivités et autres entités sans restriction.

**Codes CPA (2008) associés :** Voir Annexe H – Liste des codes CPA concernés

Note : la liste des codes CPA n'est pas adéquate pour catégoriser les services numériques. Elle est indiquée pour rappel, mais ne constitue pas une liste exhaustive.

### 1.3. Positionnement par rapport à la norme ITU L.1410 / ETSI 203 199

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » : pas de changement.

## 2. Unité d'affichage

### 2.1. Unité fonctionnelle

Dans le cadre de l'art. 13.III de la loi AGEC, l'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« **Accéder à internet sur réseau fixe ou mobile par abonnement, pour une consommation de X Go pendant un mois** »

La définition cette unité fonctionnelle est basée sur le questionnement suivant :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Accéder à internet
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	pour 1 abonnement, pour une consommation de X Go <i>Consommation à adapter</i>
Le niveau de qualité souhaité: « comment ? »	sur réseau fixe/mobile <i>à adapter en fonction des caractéristiques (fixe / mobile)</i>
La durée (de vie) du produit: « combien de temps ? »	pendant un mois <sup>1</sup>

*Tableau 1 : Définition de l'unité fonctionnelle dans le cadre de la loi AGEC*

Note : Accéder à Internet correspond, dans le cadre de ce document, à l'ensemble des infrastructures réseaux permettant la connexion d'un terminal utilisateur (smartphone, ordinateur etc.) à Internet qui rassemble l'ensemble des réseaux informatiques mondiaux. En ce sens, les services numériques s'appuyant sur la fourniture d'accès internet (réseaux privés, réseaux opérateurs mondiaux, centres de données etc.) sont exclus.

### 2.2. Schéma fonctionnel et diagramme de flux

Afin de comprendre ce qu'est un service numérique, il est nécessaire d'établir un schéma fonctionnel et un diagramme de flux du service numérique considéré.

- Le **schéma fonctionnel** indique les principaux ensembles d'équipements ou de sites permettant la réalisation du service numérique.
- Le **diagramme de flux de données** indique l'articulation et l'usage de chacun de ces ensembles à travers l'usage du service numérique.

Un schéma fonctionnel de l'articulation entre les différents RCP d'un service numérique est disponible ci-après.

Si le schéma fonctionnel proposé dans le présent document est une vue d'ensemble des éléments constitutifs du réseau en 2022, il devra être complété par une cartographie et une caractérisation des réseaux utilisés par l'opérateur.

Le diagramme de flux n'est pas pertinent dans le cadre de ces règles sectorielles définies dans ce document. En effet, elles traitent de la partie réseau (niveau 2), et non d'un service numérique dans sa globalité (niveau 1).

L'approche retenue minimale est l'approche screening.

<sup>1</sup> La durée de 1 mois correspond à la durée définie dans le cadre de la loi AGEC et nécessaire pour l'affichage. Cependant, les calculs se font sur une période de 1 an pour éviter les variations saisonnières (ramenés au mois par la suite)

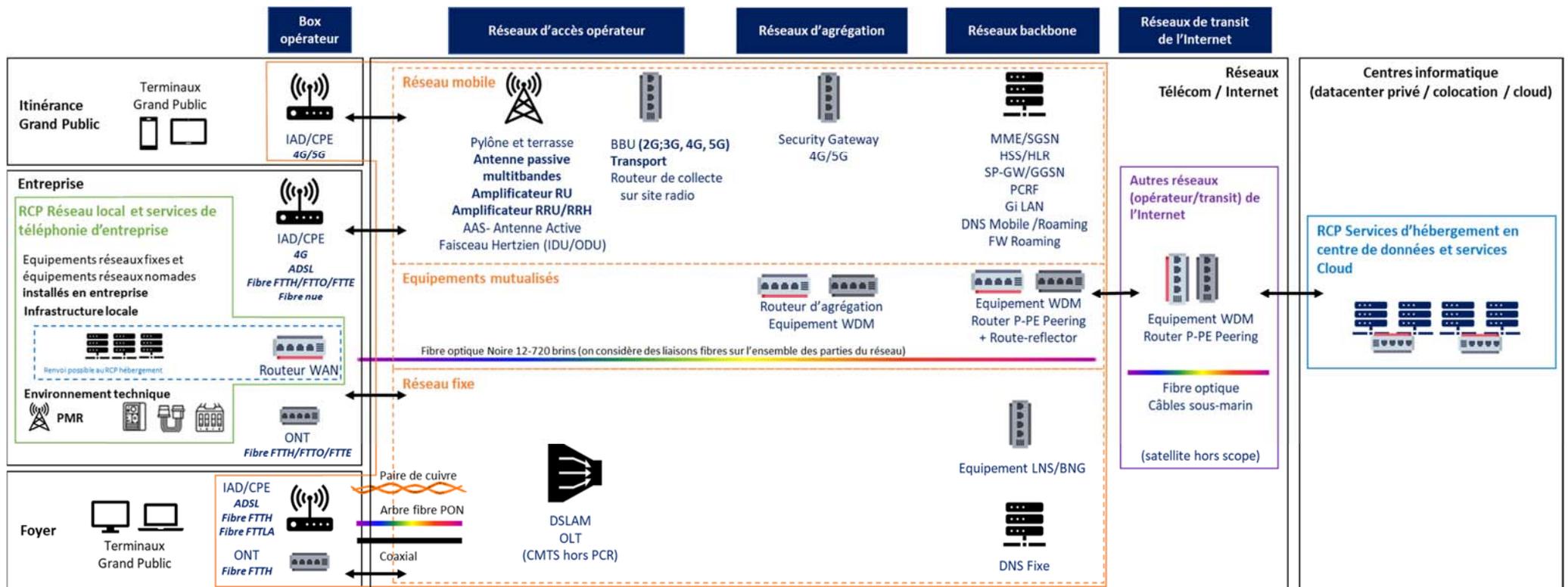


Figure 3 - Schéma fonctionnel de l'articulation entre les différents RCP d'un service numérique

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

Légendes :

Orange : Réseau opérateur dans l'ensemble considéré dans le périmètre RCP FAI

Bleu : Répartition des équipements entre les différentes parties des réseaux (Accès, Agrégation et backbone)

↔ Echange de données

## 3. Frontières du système

### 3.1. Etapes et flux inclus

L'évaluation environnementale des produits couverts par ce référentiel doit prendre en compte les étapes et les procédés du cycle de vie précisés dans ce chapitre.

Les tiers des services numériques considérés, ainsi que les niveaux d'analyse possibles sont les suivants :

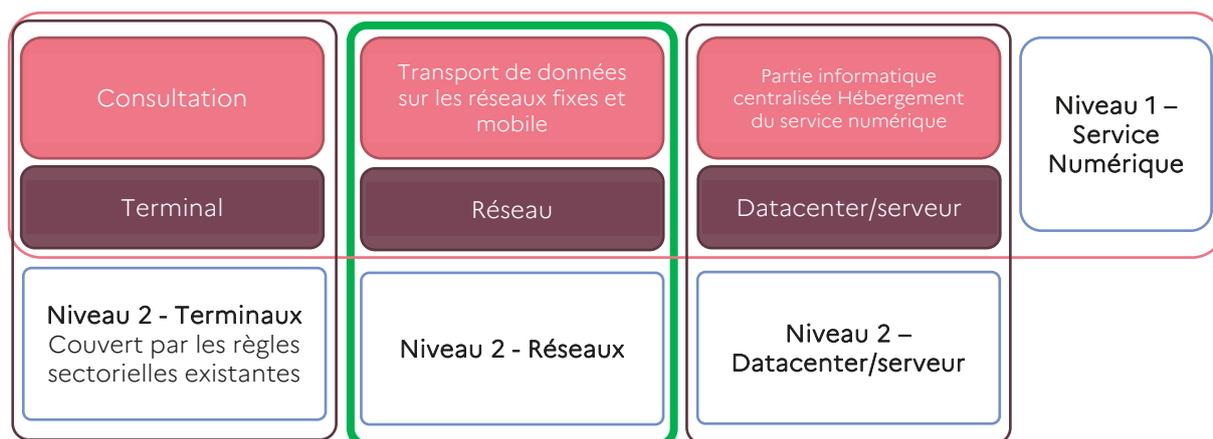


Figure 4 - Niveaux d'analyse du RCP « fille »

Ces règles sectorielles « fille », indiquées par le contour vert, couvrent le niveau suivant : Niveau 2 – Réseaux

Pour chaque équipement de chaque tiers (terminal, réseau, datacenter/serveur), ainsi que pour les systèmes de chaque tiers, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication, distribution & installation	A	Acquisition des matières premières	
	A1	Extraction des matières premières	Obligatoire
	A2	Traitement des matières premières	Obligatoire
	B	Production	
	B1	Production des équipements IT	
	B1.1	Production des composants	Obligatoire
	B1.2	Assemblage	Obligatoire
	B1.3	Activités support des fabricants d'équipement IT	Non pris en compte
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	Obligatoire
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	Obligatoire
	Utilisation	C	Utilisation
C1		Utilisation des équipements IT	Obligatoire
C2		Utilisation des équipements support	Obligatoire
C3		Activités support de l'opérateur	Obligatoire
C4		Activités support du fournisseur de service	Obligatoire
Fin de vie	D	Traitement de la fin de vie des équipements	
	D1	Préparation des équipements IT pour la réutilisation	Obligatoire
	D2	Fin de vie des équipements IT	

			Fin de vie des équipements supports ?	
	D2.1		Stockage / désassemblage / démontage / broyage	Obligatoire

*Tableau 2 : Périmètre du cycle de vie*

Note : Les tags sont issus de la norme ITU L.1410. A ne pas confondre avec la norme EN 15804 malgré la similitude des tags.

### 3.2. Exclusion

Le développement et l'application du référentiel est itératif. De manière spécifique à ces règles sectorielles, les éléments pouvant compléter le service d'accès internet sont exclus de l'évaluation environnementale de cette version, à savoir :

- Les set top box (STB), physiques ou virtuelles
- Les boîtiers TV
- Les répéteurs wifi
- L'accès à Internet par satellites
- Les connexions d'accès sans fil fixe (FWA)
- L'upgrade des équipements
- Les travaux de conception et de recherche et développement pour chaque équipement
- Le matériel et outillage nécessaire à l'installation ou la maintenance

### 3.3. Flux de référence

Les impacts liés à la fabrication et à la distribution des équipements sont considérés comme entièrement pris en compte l'année de leur achat, et non alloués/amortis sur leur durée de vie.

Deux raisons ont motivé ce choix méthodologique :

- une envie de se rapprocher de l'impact réel à un instant t. L'ensemble des impacts environnementaux pour produire un équipement sur une année n ont eu lieu cette même année. Un amortissement sur la durée de vie ne témoigne pas d'une réalité physique et pourrait, par exemple, minimiser les impacts environnementaux d'un renouvellement de parc d'équipements ;
- une durée de vie généralement comptable d'un équipement, qui n'incite pas à allonger au maximum sa durée de vie ni à se tourner vers du matériel reconditionné.

La problématique de collecte de donnée sur l'année en cours reste un enjeu considérable pour les opérateurs. Il a donc été choisi de prendre en compte les équipements installés sur l'année n-1 à l'échelle France pour faciliter le temps de relevés des données sur les phases de fabrication, distribution, installation ainsi que la fin de vie qui prend en compte le devenir et le niveau de collecte des équipements démontés sur l'année n-1.

## 4. Règles d'allocation

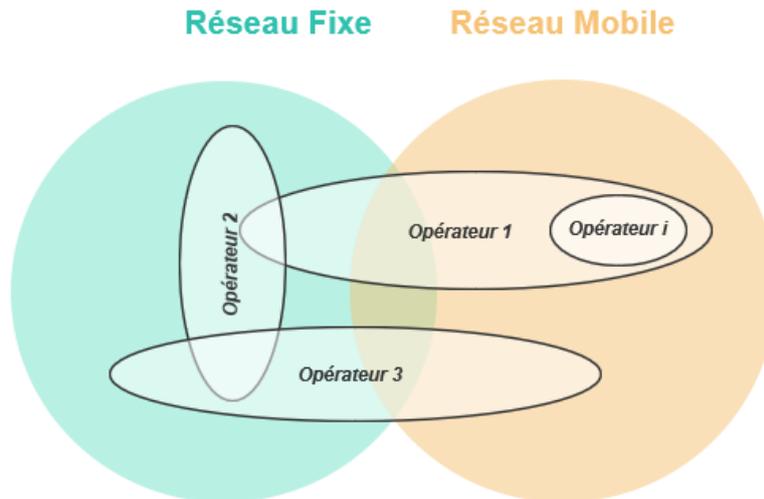
---

### 4.1. Contexte et objectifs

A compter du 1<sup>er</sup> janvier 2024, les fournisseurs d'accès internet et opérateurs télécom (physiques et virtuels) pour les réseaux fixes et mobiles doivent informer leurs abonnés de la quantité de données consommées et indiquer l'équivalent en émissions de gaz à effet de serre. Cette méthode doit prendre en compte les émissions de gaz à effet de serre de chacune des étapes du cycle de vie mentionnée dans le présent document des équipements concernés.

Le réseau télécom, fixe et mobile, est un système mettant en œuvre une multitude d'équipements, processus et services gérés par un ensemble d'opérateurs. Ces éléments ont la particularité d'être mutualisés sur certaines branches du réseau. Il existe deux niveaux de mutualisation possibles :

- **Mutualisation au niveau du réseau** : Les éléments du réseau peuvent être, soit dédiés à l'un des deux réseaux fixe ou mobile (dans ce cas, il n'y a pas de mutualisation), soit utilisés pour le fonctionnement des deux réseaux (cas avéré de mutualisation).
- **Mutualisation au niveau des opérateurs** : Les éléments du réseau détenus par un opérateur peuvent être, soient utilisés par l'opérateur pour son propre usage à destination de ses abonnés (dans ce cas, il n'y a pas de mutualisation), soient être utilisés par d'autre(s) opérateur(s) (cas avéré de mutualisation).



*Figure 5- Illustration simplifiée de la mutualisation du réseau télécom (fixe et mobile) géré par différents opérateurs*

Le réseau télécom est un donc un système complexe ne permettant pas de calculer de manière directe l'impact environnemental des réseaux fixe et mobile à l'échelle de chaque opérateur.

Pour permettre à chaque opérateur d'aboutir à la communication environnementale finale consistant à informer ses abonnés de l'impact environnemental du réseau fixe et mobile selon leurs données consommées, tout en tenant compte des éléments mutualisés, il est nécessaire de définir des règles d'allocation.

Appliquées de manière coordonnée, ces règles d'allocation devront permettre :

- De répartir les impacts environnementaux de chaque élément constituant les réseaux entre la part qui dépendent de la quantité de données échangée sur le réseau et celle qui n'en dépend pas,
- De répartir les impacts environnementaux entre chaque opérateur pour les éléments du réseau qui sont mutualisés,
- D'exprimer les impacts environnementaux à l'unité fonctionnelle désirée.

## 4.2. Présentation du modèle environnemental

Pour permettre l'application de règles d'allocation au réseau télécom, un modèle environnemental a été créé. Ce modèle théorique repose sur deux répartitions définies par la suite :

- **Répartition 1** : Distribution des éléments du réseau télécom selon un modèle  $a*x+b$
- **Répartition 2** : Représentation des éléments du réseau selon 6 catégories

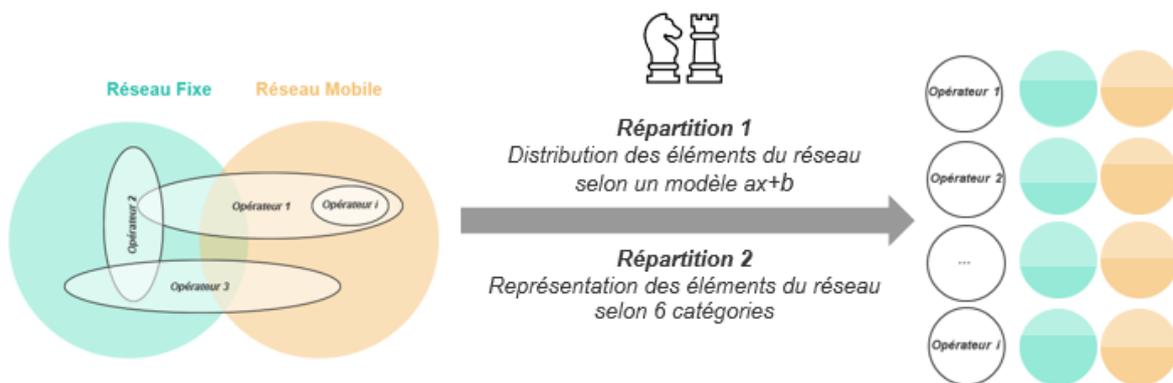


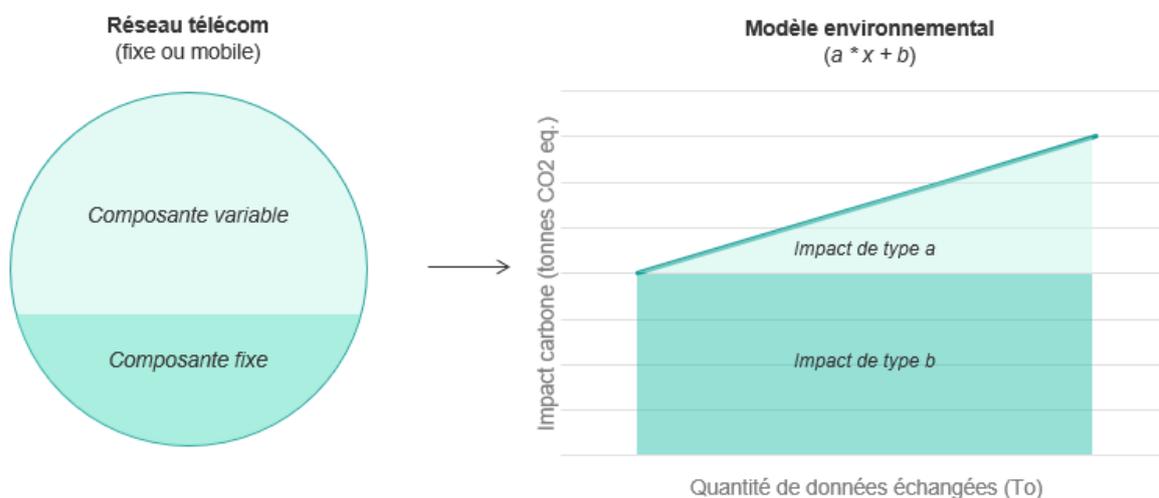
Figure 6- Illustration des principales répartitions du modèle environnemental

### 4.2.1. Répartition 1 : Distribution des éléments du réseau selon un modèle $ax+b$

Il a été convenu par les opérateurs que l'impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie d'un réseau télécom (fixe ou mobile) est principalement dû à deux composantes :

- Une **composante variable** dépendant de la quantité de données échangées sur le réseau par les utilisateurs
- Une **composante fixe** dépendant du nombre d'utilisateurs sur le réseau

Cette proposition de modélisation vise à simplifier les calculs d'impacts, par une représentation linéaire. En application de ce principe, les impacts environnementaux des réseaux fixe et mobile peuvent être représentés selon le modèle environnemental suivant :



Légende :

- **a** : Coefficient directeur liée à quantité de données échangées sur le réseau
- **x** : Quantité de données échangées sur le réseau par un utilisateur
- **b** : Ordonnées à l'origine correspondant aux impacts du réseau en l'absence d'échange de donnée sur le réseau

Figure 7 - Modèle de distribution des impacts environnementaux des éléments du réseau selon un modèle  $ax+b$

Pour déterminer les valeurs  $a$  et  $b$ , il est recommandé de combiner une approche statistique et une approche analytique. Ne disposant pas à ce jour de suffisamment de points de mesure (ou données terrain) pour la construction d'un modèle statistique, une **approche analytique** a été essentiellement retenue.

Cette approche analytique repose sur l'application d'une **règle d'allocation** distribuant chaque élément du réseau selon un ratio  $[a;b]$  :

- Ratio  $[100\% ; 0\%]$  : les impacts environnementaux de l'élément considéré dépendent à 100% de la quantité de données échangées sur le réseau.
- Ratio  $[0\% ; 100\%]$  : les impacts environnementaux de l'élément considéré dépendent à 100% du nombre d'abonnés sur le réseau.
- Ratio  $[xx\% ; yy\%]$  : les impacts environnementaux de l'élément considéré dépendent à  $xx\%$  de la quantité de données échangées sur le réseau et à  $yy\%$  du nombre d'abonnés sur le réseau ( $xx\% + yy\% = 100\%$ ).



Note : La règle d'allocation distribuant chaque élément du réseau selon un ratio  $[a;b]$  est présentée de manière détaillée dans le paragraphe 4.4.3.

## 4.2.2. Répartition 2 : Représentation des éléments du réseau selon 6 catégories

Nous considérons que les éléments du réseau télécom peuvent être classés selon **6 catégories** dépendant :

- Du **type de réseau** :
  - o « **Partie fixe** » : partie du réseau télécom utilisée strictement pour le fonctionnement du réseau fixe.
  - o « **Partie mobile** » : partie du réseau télécom utilisée strictement pour le fonctionnement du réseau mobile.
  - o « **Partie fixe + mobile** » : partie du réseau télécom utilisée, à la fois, pour le fonctionnement du réseau fixe et du réseau mobile.
- Du **type d'usage** :
  - o « **Usage mono-opérateur** » : élément du réseau télécom géré par un opérateur dont l'usage finale est à destination uniquement de ses abonnés.
  - o « **Usage multi-opérateurs** » : élément du réseau télécom géré par un opérateur dont l'usage finale est à destination d'abonnés rattachés à un ou plusieurs opérateurs.

Cas particulier : Dans le cas où un opérateur n'est pas capable de différencier un usage mono-opérateur d'un usage multiopérateur, l'élément du réseau sera par défaut considéré comme un usage **multi-opérateurs**. L'opérateur devra être en mesure de justifier cette situation.

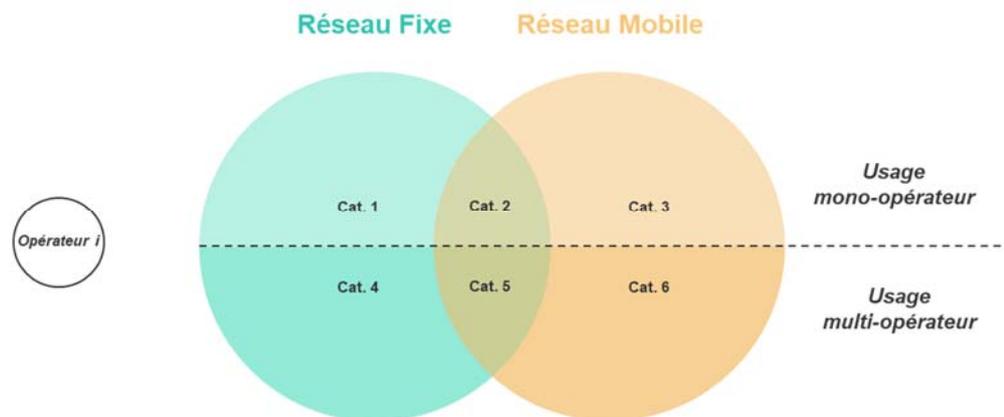


Figure 8- Modèle de représentation des éléments mutualisés du réseau

Légende :

- Catégorie 1 : Élément du réseau géré par un opérateur i utilisé pour le fonctionnement du **réseau fixe** pour un **usage mono-opérateur**
- Catégorie 2 : Élément du réseau géré par un opérateur i utilisé pour le fonctionnement du **réseau fixe et mobile** pour un **usage mono-opérateur**
- Catégorie 3 : Élément du réseau géré par un opérateur i utilisé pour le fonctionnement du **réseau mobile** pour un **usage mono-opérateur**
- Catégorie 4 : Élément du réseau géré par un opérateur i utilisé pour le fonctionnement du **réseau fixe** pour un **usage multi-opérateurs**
- Catégorie 5 : Élément du réseau géré par un opérateur i utilisé pour le fonctionnement du **réseau fixe et mobile** pour un **usage multi-opérateurs**
- Catégorie 6 : Élément du réseau géré par un opérateur i utilisé pour le fonctionnement du **réseau mobile** pour un **usage multi-opérateurs**

Les éléments du réseau associés aux catégories 2, 4, 5 et 6 étant des équipements mutualisés (« entre réseaux fixe et mobile » et/ou « usage multi-opérateurs »). Une **règle d'allocation** sera appliquée pour allouer ces éléments à chaque opérateur :

- **Type d'allocation :**
  - o La composante variable de « type a » des impacts environnementaux de l'équipement (défini à la première étape) sera allouée proportionnellement au volume de données à travers l'équipement.
  - o La composante fixe de « type b » sera allouée selon le nombre d'abonnés utilisant l'équipement. Le nombre d'abonnés considéré sera le nombre moyen de l'année n-1.
- **Scope de l'allocation :**
  - o Catégorie 2 : le volume de données échangées et le nombre d'abonnés sont relatifs à l'opérateur considéré sur le réseau fixe et mobile.
  - o Catégorie 4 : le volume de données échangées et le nombre d'abonnés sont relatifs à l'ensemble des opérateurs en partage sur le réseau fixe.
  - o Catégorie 5 : le volume de données échangées et le nombre d'abonnés sont relatifs à l'ensemble des opérateurs en partage sur le réseau fixe et mobile.
  - o Catégorie 6 : le volume de données échangées et le nombre d'abonnés sont relatifs à l'ensemble des opérateurs en partage sur le réseau mobile.

Les éléments du réseau associés aux catégories 1 et 3 étant par définition non-mutualisés, aucune règle d'allocation n'est nécessaire.

*Exemple : Dans le cas d'un équipement type BBU qui est sur une installation mutualisée entre opérateur (RAN-sharing), l'opérateur doit positionner dans la catégorie 6 (réseau mobile) cet équipement.*



mutualisation

Note : La règle d'allocation appliquée aux catégories 2, 4, 5 et 6 du réseau est présentée de manière détaillée dans le paragraphe 4.4.3.

### 4.2.3. Synthèse des répartitions 1 & 2

Les deux répartitions permettront d'aboutir à recombinaison des impacts environnementaux :

- **De manière individualisée** à l'échelle de chaque opérateur pour le réseau fixe et le réseau mobile
- **Selon un modèle ax+b** permettant le calcul à l'échelle de l'abonné selon sa consommation de données échangées

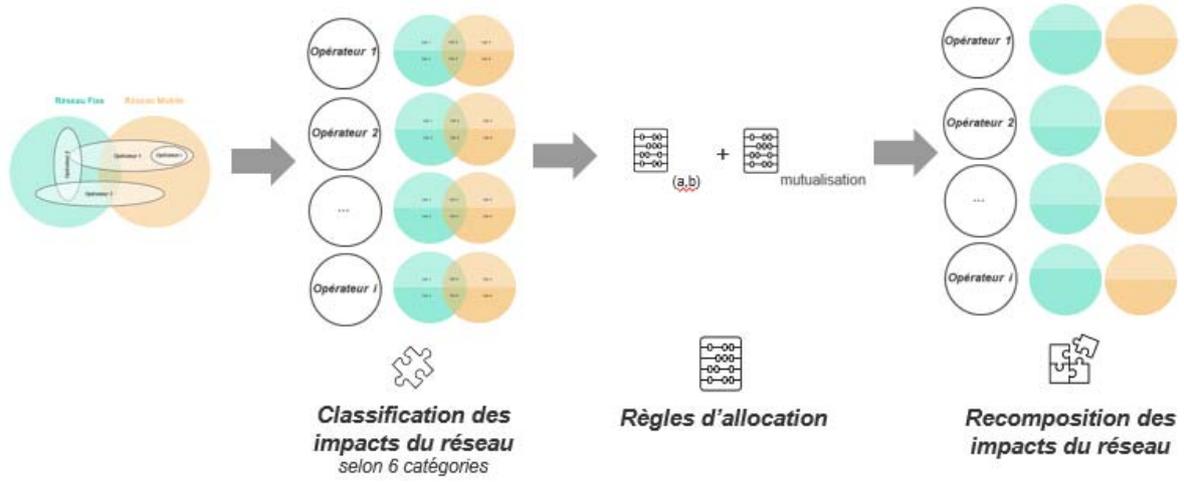


Figure 9- Illustration des principales répartitions proposées pour le modèle environnemental

### 4.3. Période d'évaluation et période de communication

Dans le cadre de la réglementation, l'opérateur devra mettre à jour chaque année son modèle d'évaluation environnementale de ses réseaux avec les données les plus récentes définies dans le présent document (renouvellement d'équipement, achat...).

Pour des raisons de mutualisation d'équipements et donc de partage d'information entre opérateurs, les opérateurs doivent collecter leurs données et mettre à jour leur modèle à la même période de l'année. Les opérateurs suivront la succession de ces trois périodes :

- La période de collecte et de relevé s'établit chaque année du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre (année n-1). Cette étape s'établit sur une année pleine notamment car les consommations d'énergie des réseaux opérés devront se baser sur des relevés de consommations d'énergie sur une période de douze mois glissant afin de s'astreindre des variations (climatiques, trafic, comportement). Les objectifs de la période d'évaluation sont notamment :
  - o La collecte des données relatives aux équipements achetés ou ayant subi des opérations de maintenance (impacts liés à la fabrication / distribution / maintenance / fin de vie)
  - o Relevé de la consommation électrique annuelle (impacts liés à la phase d'utilisateur du réseau d'un opérateur)
- La période d'évaluation s'établit chaque année du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre (année n). L'objectif de cette période est d'agréger les données collectées sur l'année n-1, de partager entre les opérateurs les données relatives aux équipements mutualisés et évaluer les impacts selon la méthodologie du référentiel défini dans la partie 4.4.
- La période de communication s'établit du 1<sup>er</sup> janvier au 31 décembre (de l'année n+1).

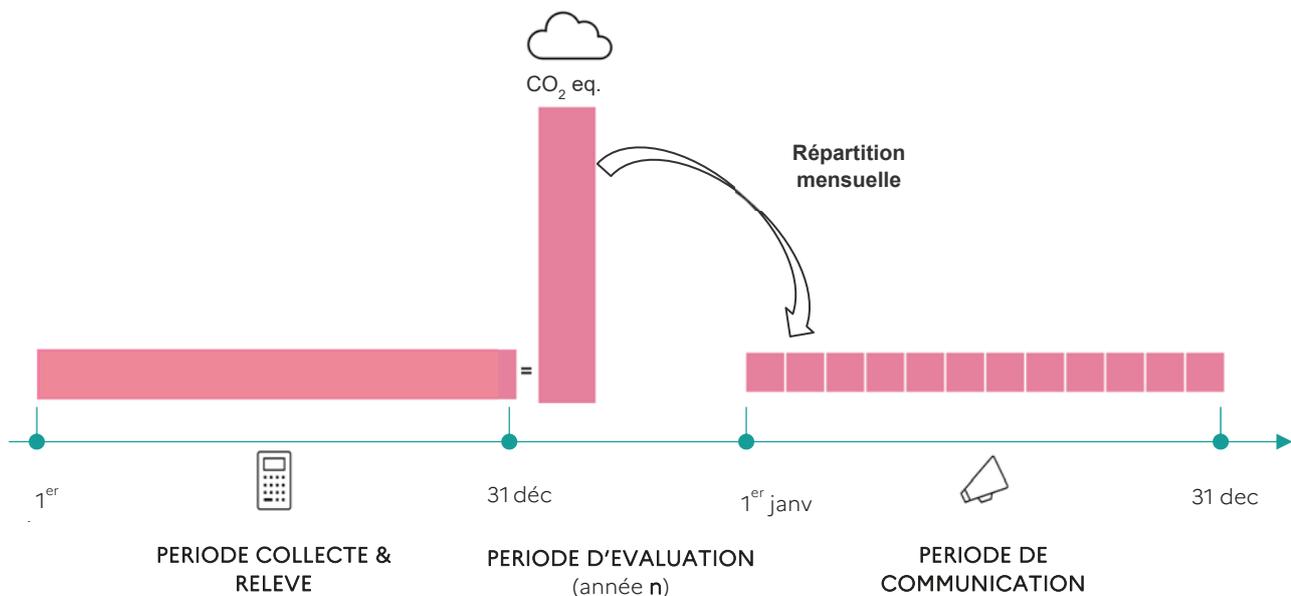


Figure 10- Période de collecte, d'évaluation et de communication des résultats

## 4.4. Application du modèle environnemental

### 4.4.1. Etapes

Les règles d'allocation devront s'appliquer de la manière suivante :

- **Données d'entrée** : Collecte des données primaires et calcul des impacts environnementaux des éléments du réseau sur la période d'évaluation (année n-1), puis classification selon les 6 catégories.
- **Etape 1** : Application de la règle d'allocation à l'ensemble des éléments du réseau pour une distribution des données par coefficient du macro-modèle (a, b)
- **Etape 2** : Echange des résultats intermédiaires entre les opérateurs
- **Etape 3** : Application de la règle d'allocation spécifiques aux équipements mutualisés
- **Etape 4** : Application des règles d'allocation pour ramener les impacts environnementaux à l'échelle de l'unité fonctionnelle
- **Communication finale** : Communication des impacts environnementaux pour l'opérateur i sur le réseau considéré à l'échelle d'un abonné selon sa quantité mensuelle de données échangées sur la période de communication (année n +1)

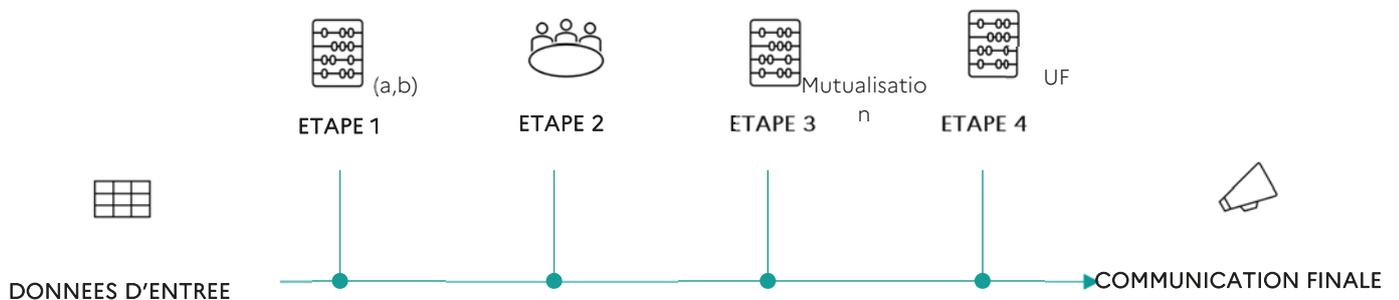


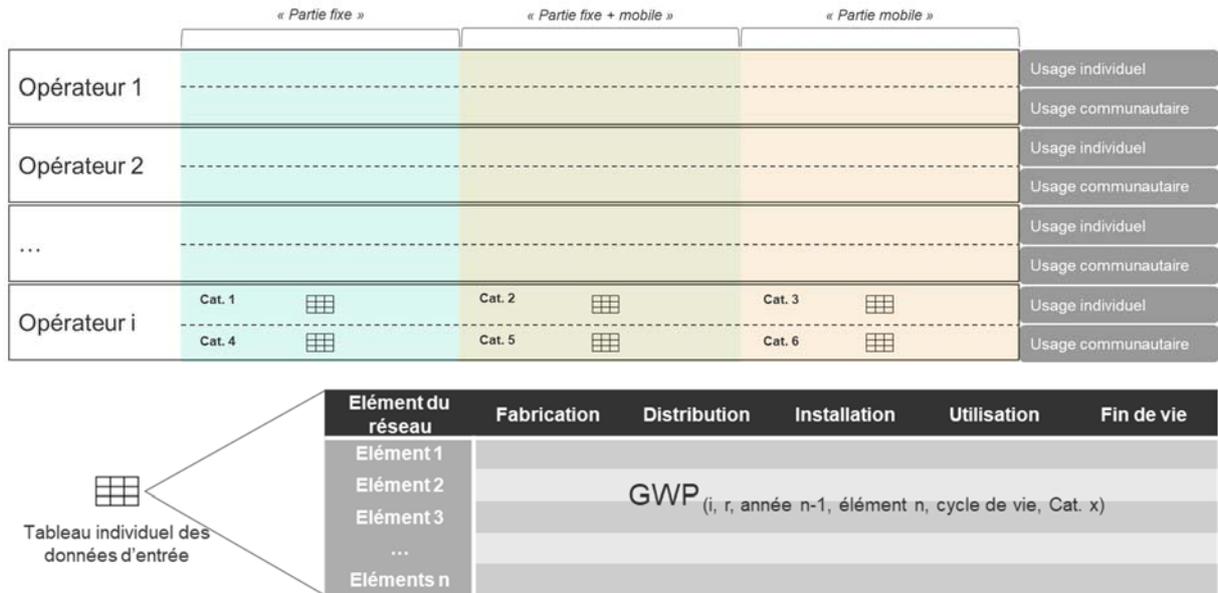
Figure 11- Processus d'application des règles d'allocation

#### 4.4.2. Données d'entrée

En respectant les frontières du système, les règles et méthodes d'évaluation du référentiel FAI, chaque opérateur devra calculer l'impact environnemental des éléments du réseau sous sa responsabilité. Les impacts seront calculés selon une approche cycle de vie et représentatifs de la période d'évaluation (année n-1).

Les impacts environnementaux des éléments du réseau, formalisés sous forme de tableaux individuels, seront classés selon les 6 catégories tels que définis dans la répartition 2 (cf. paragraphe 4.2.2).

Note : Le nombre d'éléments n du réseau est variable selon les opérateurs.



Les données d'entrée GWP<sub>(i, r, année n-1, élément n, cycle de vie, Cat. x)</sub> sont exprimées en tonnes CO<sub>2</sub> eq.

Figure 12- Données d'entrée de l'opérateur *i* avant l'étape

### 4.4.3. Etape 1 : Allocation des équipements selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental

Les impacts environnementaux des équipements, processus et services du réseau télécom (cf. tableau d'entrée des résultat) seront affectés au modèle environnemental en tenant compte des allocations suivantes :

- Réseau fixe

Technologie	Famille d'équipements	Fabrication		Distribution		Installation		Utilisation		Fin de vie	
		Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b
<b>ACCES</b>											
Commun	Routeur/switch de collecte sur site NRO et/ ou NRA	100	0	100	0	100	0	20	80	100	0
Fibre FTTH	ONT (externe)	0	100	0	100	0	100			0	100
	DSLAM/OLT	0	100	0	100	0	100			0	100
<b>AGREGATION</b>											
Tout type	Routeur d'agrégation	100	0	100	0	100	0	20	80	100	0
	Equipement WDM de boucle d'agrégation	100	0	100	0	100	0			100	0
<b>BACKBONE &amp; CŒUR DE RESEAU</b>											
Tout type	Equipement WDM backbone	100	0	100	0	100	0	20	80	100	0
	Routeur P-PE Peering	100	0	100	0	100	0			100	0
	DNS Fixe	100	0	100	0	100	0			100	0

Tableau 3- Règles d'allocation des équipements du réseau fixe selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental

#### Cas spécifique des box

Technologie	Famille d'équipements	Fabrication		Distribution		Installation		Utilisation		Fin de vie	
		Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b
<b>BOX</b>											
ADSL	Box IAD/CPE avec routeur wifi intégré	0	100	0	100	0	100	5	95	0	100

Fibre FTTH	Box IAD/CPE sans ONT/SFP	0	100	0	100	0	100			0	100
	Box IAD avec ONT/SFP intégré (routeur wifi intégrant un ONT ou SFP)	0	100	0	100	0	100			0	100
Fibre FTTLA	Box IAD/CPE câble (routeur WiFi intégrant un modem DOCSIS)	0	100	0	100	0	100			0	100

Tableau 4- Règles d'allocation des box selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental

• Réseau mobile

Technologie	Famille d'équipements	Fabrication		Distribution		Installation		Utilisation		Fin de vie	
		Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b
<b>ACCES</b>											
Commun	Antenne passive multibandes (1,4 à 2,7m)	0	100	0	100	0	100	40	60	0	100
	Amplificateur RU (700, 800, 900, 1800, 2 100, 2 600 MHz)	35	65	35	65	35	65			35	65
	Amplificateur RRU/RRH (1 800, 2 100, 2 600 MHz)	35	65	35	65	35	65			35	65
	Amplificateur RRU/RRH (700, 800, 900 MHz)	35	65	35	65	35	65			35	65
2G (GSM)	BBU 2G	0	100	0	100	0	100			0	100
3G (UMTS)	BBU 3G	0	100	0	100	0	100			0	100
4G(LTE)	BBU 4G	60	40	60	40	60	40			60	40
5G (NR)	BBU 5G	100	0	100	0	100	0			100	0
	AAS- Antenne Active 3,5GHz	100	0	100	0	100	0			100	0
Transport	Routeur de collecte sur site radio	100	0	100	0	100	0			100	0
	Faisceau Hertzien-ODU -Antenne passive	0	100	0	100	0	100	0	100		
	Faisceau Hertzien ODU- Ampli RF	0	100	0	100	0	100	0	100		
	Faisceau Hertzien IDU	0	100	0	100	0	100	0	100		
<b>AGREGATION</b>											
Tout type	Routeur d'agrégation	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0

	Equipement WDM de boucle d'agrégation	100	0	100	0	100	0			100	0
	Security Gateway 4G/5G	100	0	100	0	100	0			100	0
<b>BACKBONE &amp; CCEUR DE RESEAU</b>											
Tout type	Equipement WDM backbone	100	0	100	0	100	0	100	0	100	0
	Routeur P-PE Peering	100	0	100	0	100	0			100	0
	MME/SGSN	0	100	0	100	0	100			0	100
	HSS/HLR	0	100	0	100	0	100			0	100
	SP-GW/GGSN	100	0	100	0	100	0			100	0
	PCRF	100	0	100	0	100	0			100	0
	Gi LAN	100	0	100	0	100	0			100	0
	DNS Mobile/ Roaming	100	0	100	0	100	0			100	0
	FW Roaming	100	0	100	0	100	0			100	0

Tableau 5- Règles d'allocation des équipements du réseau mobile selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental

• Equipements Site hébergement réseaux

Technologie	Famille d'équipements	Fabrication		Distribution		Installation		Utilisation		Fin de vie	
		Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b	Type a	Type b
<b>Site hébergement réseaux</b>											
<b>FIXE &amp; MOBILE</b>	Site hébergement réseau	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100

Tableau 6- Règles d'allocation des sites hébergement réseaux selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental

A l'issue de l'étape 1, chaque opérateur disposera de tableaux individuels tenant compte de la distribution des éléments selon le modèle ax+b.

	« Partie fixe »	« Partie fixe + mobile »	« Partie mobile »	
Opérateur 1				Usage individuel
				Usage communautaire
Opérateur 2				Usage individuel
				Usage communautaire
...				Usage individuel
				Usage communautaire
Opérateur i	Cat. 1  (a,b)	Cat. 2  (a,b)	Cat. 3  (a,b)	Usage individuel
	Cat. 4  (a,b)	Cat. 5  (a,b)	Cat. 6  (a,b)	Usage communautaire

Tableau individuel des données d'entrée distribuées selon le modèle ax+b  (a,b)	Elément du réseau	Fabrication	Distribution	Installation	Utilisation	Fin de vie
	Elément 1					
Elément 2			$\{GWP_{a(i, r, \text{année } n-1, \text{élément } n, \text{cycle de vie, Cat. } x)} ;$ $GWP_{b(i, r, \text{année } n-1, \text{élément } n, \text{cycle de vie, Cat. } x)}\}$			
Elément 3						
...						
Eléments n						
$\Sigma$			$\{GWP_{a(i, r, \text{année } n-1, \text{Cat. } x)} ;$ $GWP_{b(i, r, \text{année } n-1, \text{Cat. } x)}\}$			

Tableau 7- Tableau de résultat intermédiaire de l'opérateur i à l'issue de l'étape 1

#### 4.4.4. Etape 2 : Phase d'échanges des résultats intermédiaires entre les opérateurs

En vue de l'application des règles d'allocation de l'étape 3, les opérateurs devront échanger les impacts environnementaux relatifs à « l'usage **multi-opérateurs** ». Chaque opérateur devra ainsi fournir les informations suivantes aux autres opérateurs : impact GWP pour les catégories 4, 5 et 6 symbolisés par : . Le niveau d'échange de données est synthétisé dans le schéma suivant :

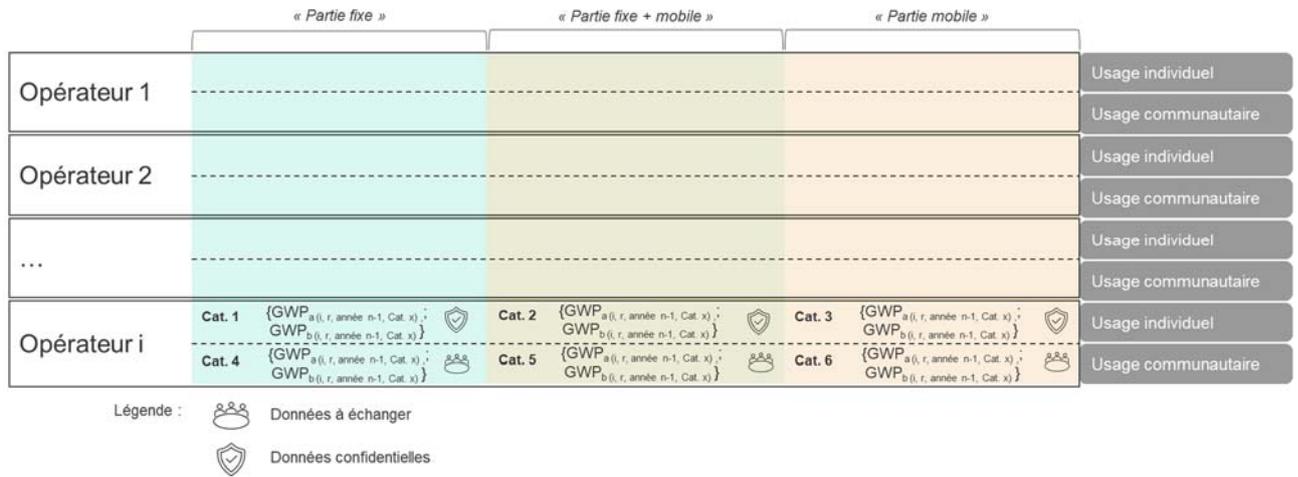


Figure 13- Données de résultats intermédiaires à échanger par l'opérateur i pendant l'étape 2

Les impacts environnementaux des catégories 4, 5 et 6 seront additionnés pour connaître l'impact total des usages **multi-opérateurs** à l'échelle de l'ensemble des opérateurs.

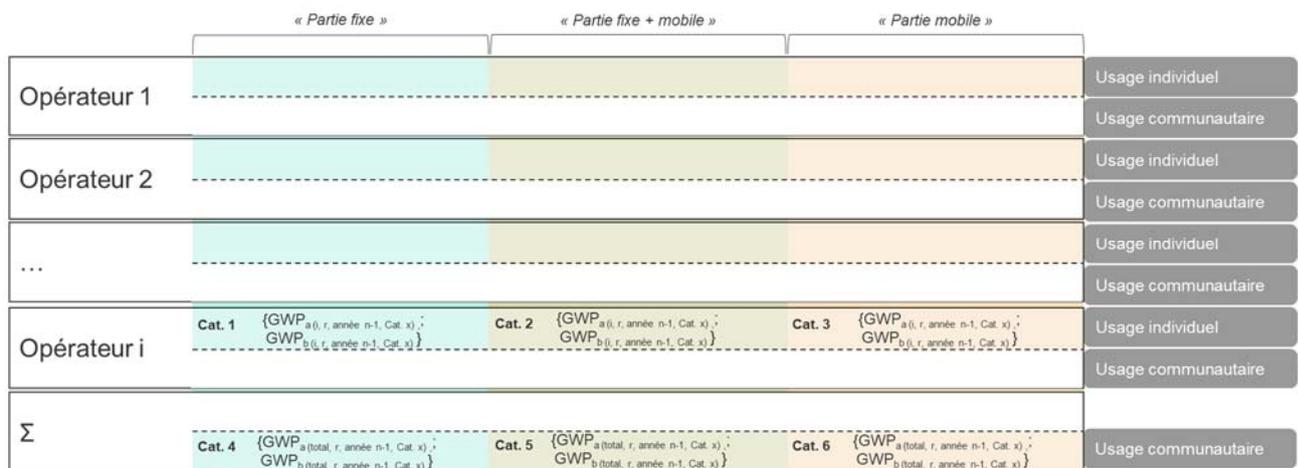


Figure 14- Données de résultats intermédiaires de l'opérateur i à l'issue de l'étape 2



#### 4.5. Etape 4 : Règle d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle

A l'issue de l'étape 3, chaque opérateur dispose d'une quantification carbone pour l'usage du réseau fixe (dit « Réseau fixe alloué ») et du réseau mobile (dit « Réseau mobile alloué ») calculée sur la période d'évaluation (année n-1) avec un couple de valeurs  $\{GWP_a(i, r, \text{année } n-1); GWP_b(i, r, \text{année } n-1)\}$ , exprimées en tonnes CO<sub>2</sub> eq.

Pour exprimer les impacts de son réseau à 1 abonné selon sa consommation de données (unité fonctionnelle), les règles d'allocation suivantes devront s'appliquer :

- **Allocation temporelle** : l'impact carbone calculé sur la période d'évaluation sera réparti de manière mensuelle selon les 12 mois de la période de communication (facteur d'allocation = 1/12).
- **Allocation au volume de données** : l'impact carbone mensualisé de "type a" sera divisé par la quantité de données échangées sur le mois précédent (mois m de l'année n-1), puis multiplié par la quantité de données consommées par l'abonné considéré sur le mois (mois m). A noter qu'il existe différentes méthodes pour évaluer la quantité de données consommées par un abonné (voir annexe pour le détail des méthodes, et en particulier la méthode recommandée).
- **Allocation au nombre d'abonnés** : l'impact carbone mensualisé de "type b" sera divisé par le nombre d'abonnés de l'opérateur i sur le mois précédent (mois m de l'année n-1).

#### 4.6. Communication finale

Se référer à l'article 13.III et décrets associés.

## 4.7. Points de contrôle

Ce paragraphe traite des recommandations et/ou exigences de vérification pour s'assurer de l'application sans biais des règles d'allocation. L'objectif est d'éviter un double comptage des impacts ou d'oublier des impacts.

Chaque opérateur devra à minima documenter les éléments suivants en cas d'opération de contrôle :

- Le nombre d'abonnés sur la période d'évaluation sur les réseaux fixe et mobile
- Quantité totale de données échangées sur la période d'évaluation sur les réseaux fixe et mobile
- Le nombre d'équipements de l'année n-1 achetés par l'opérateur
- La répartition entre opérateur des équipements mutualisés
- Les différents calculs établis pour avoir la somme des a et des b

## 4.8. Détails des formules

Notation :

- $i$  = Opérateur télécom  $i$ .  
*Exemple :  $i$  = Opérateur 1*
- $r$  = Type de réseau.  
*Exemple :  $r$  = Réseau Mobile*
- $Cat. x$  = Catégorie du réseau  
*Exemple :  $Cat. x = Cat. 3$  correspondant à la catégorie n°3 relatif à la « partie fixe + mobile » pour un « usage mono-opérateur »*
- année n-1 = année d'évaluation  
*Exemple : année n-1 = 2022 (du 1<sup>er</sup> janv.22 au 31 déc.22)*
- année n + 6 mois = année de communication  
*Exemple : année n-1 = 2023 (du 1<sup>er</sup> juil.23 au 31 juin.24)*
- $c$  = Client  $c$ .  
*Exemple :  $c$  = Dubois*
- $m$  = Mois de communication de la facture du client  $c$ .  
*Exemple : pour une facture éditée le 15 Sept.23 relative à la consommation de données du 15 Août.23 au 14 Sept.23,  $m = Sept.23$*
- Abonnés  $(i, r, \text{année } n-1)$  = Nombre d'abonnés de l'opérateur  $i$  sur le réseau  $r$  pendant l'année **n-1**.  
*Exemple : Abonnés (Opérateur 1, Réseau mobile, 2022) = 19 800 000 d'abonnés*
- Abonnés  $(i, r, m-1)$  = Nombre d'abonnés de l'opérateur  $i$  sur le réseau  $r$  pendant le mois **m-1**.  
*Exemple : Abonnés (Opérateur 1, Réseau mobile, Août.23) = 20 599 920 d'abonnés*
- Data  $(i, r, \text{année } n-1)$  = Quantité totale de données échangées par les abonnés de l'opérateur  $i$  sur le réseau  $r$  pendant l'année **n-1** (valeur exprimée en To)  
*Exemple : Data (Opérateur 1, Réseau mobile, 2022) = 59 400 To*
- Data  $(i, r, m-1)$  = Quantité totale de données échangées par les abonnés de l'opérateur  $i$  sur le réseau  $r$  pendant le mois **m-1** (valeur exprimée en To)  
*Exemple : Data (Opérateur 1, Réseau mobile, Août.23) = 61 800 To*
- Data  $(i, r, c, m)$  = Quantité de données consommées par le client  $c$  pour du mois  $m$  sur le réseau  $r$  de l'opérateur  $i$  (valeur exprimée en Go).  
*Exemple : Data (Opérateur 1, Réseau mobile, Dubois, Sept.23) = 15,6 Go*
- GWP  $(i, r, \text{année } n-1)$  = Impact carbone annuel de l'année d'évaluation **année n-1** rattaché à l'opérateur  $i$  pour l'exploitation du réseau  $r$  (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)  
*Exemple : GWP (Opérateur 1, Réseau mobile, 2023) = 57 859 tonnes CO<sub>2</sub> eq*

- $GWP_{(i, r, c, m)}$  = Impact carbone rattaché à la facture télécom du client **c** du mois **m** pour sa quantité de données consommées **Data (c,m)** sur le réseau **r** l'opérateur **i** (valeur exprimée en g CO<sub>2</sub> eq.)  
*Exemple :  $GWP_{(Opérateur 1, Réseau mobile, Dubois, Sept.23)} = 649 \text{ g CO}_2 \text{ eq}$*
- $GWP_a(i, r, \text{année } n-1)$  = Impact carbone annuel de type a rattaché à l'opérateur **i** pour l'exploitation du réseau **r** sur l'année d'évaluation **année n-1** (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)
- $GWP_b(i, r, \text{année } n-1)$  = Impact carbone annuel de type b rattaché à l'opérateur **i** pour l'exploitation du réseau **r** sur l'année d'évaluation **année n-1** (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)
- $GWP_a(i, r, \text{année } n-1, \text{Cat. } x)$  = Résultat intermédiaire de **type a** à l'issue de l'étape 2 rattaché à l'opérateur **i** pour le réseau **r** pour la catégorie **Cat. x** sur l'année d'évaluation **année n-1** (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)
- $GWP_b(i, r, \text{année } n-1, \text{Cat. } x)$  = Résultat intermédiaire de **type b** à l'issue de l'étape 2 rattaché à l'opérateur **i** pour le réseau **r** pour la catégorie **Cat. x** (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)
- $GWP_a(i, r, \text{année } n-1, \text{élément } n, \text{cycle de vie, Cat. } x)$  = Donnée intermédiaire de **type a** à l'issue de l'étape 1 rattachée à l'étape du cycle de vie de l'élément **n** géré par l'opérateur **i** pour le réseau **r** pour la catégorie **Cat. x** (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)
- $GWP_b(i, r, \text{année } n-1, \text{élément } n, \text{cycle de vie, Cat. } x)$  = Donnée intermédiaire de **type a** à l'issue de l'étape 1 rattachée à l'étape du cycle de vie de l'élément **n** géré par l'opérateur **i** pour le réseau **r** pour la catégorie **Cat. x** (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)
- $GWP(i, r, \text{année } n-1, \text{élément } n, \text{cycle de vie, Cat. } x)$  = Donnée d'entrée de l'étape 1 rattachée à l'étape du cycle de vie de l'élément **n** géré par l'opérateur **i** pour le réseau **r** pour la catégorie **Cat. x** (valeur exprimée en tonnes CO<sub>2</sub> eq.)
- $A(i, r, m)$  = Indice carbone de **type a** rattaché à l'opérateur **i** pour l'exploitation du réseau **r** pour le mois de communication **m** (valeur exprimée en g CO<sub>2</sub> eq. par Go)
- $B(i, r, m)$  = Indice carbone de **type b** rattaché à l'opérateur **i** pour l'exploitation du réseau **r** pour le mois de communication **m** (valeur exprimée en g CO<sub>2</sub> eq.)

Formules :

$$GWP_a(i, r, \text{année } n-1) = \sum_{x=1}^6 GWP_a(i, r, \text{année } n-1, \text{Cat. } x) * \text{« Règles d'allocation des éléments mutualisés »}$$

$$GWP_b(i, r, \text{année } n-1) = \sum_{x=1}^6 GWP_b(i, r, \text{année } n-1, \text{Cat. } x) * \text{« Règles d'allocation des éléments mutualisés »}$$

Avec :

« Règles d'allocation des éléments mutualisés » : règles définies dans le paragraphe 4.4.5

Pour r = réseau fixe, les catégories Cat.3 et Cat.6 ne s'appliquent pas.

Pour r = réseau mobile, les catégories Cat.1 et Cat.4 ne s'appliquent pas.

$$GWP(i, r, \text{année } n-1) = GWP_a(i, r, \text{année } n-1) + GWP_b(i, r, \text{année } n-1)$$

Exemple :

$$\begin{aligned} GWP_{(Opérateur 1, Réseau mobile, 2022)} &= GWP_a_{(Opérateur 1, Réseau mobile, 2022)} + GWP_b_{(Opérateur 1, Réseau mobile, 2022)} \\ &= 31\,220 \text{ tonnes CO}_2 \text{ eq.} + 26\,640 \text{ tonnes CO}_2 \text{ eq.} \\ &= 57\,859 \text{ tonnes CO}_2 \text{ eq.} \end{aligned}$$

$$GWP_{(i, r, c, m)} = A_{(i, r, m)} \times Data_{(i, r, c, m)} + B_{(i, r, m)}$$

Avec :

$$A_{(i, r, m)} = GWP_a_{(i, r, \text{année } n-1)} * (1/12) * (1/Data_{(i, r, m-1)})$$

$$B_{(i, r, m)} = GWP_b_{(i, r, \text{année } n-1)} * (1/12) * (1/Abonnés_{(i, r, m-1)})$$

Exemple :

$$A_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Sept.23})} = GWP_a_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, 2022})} * (1/12) * (1/Data_{(\text{Opérateur i, Réseau mobile, Août.23})})$$

$$= 31\,220 \text{ tonnes CO}_2 \text{ eq.} * (1/12) * (1/59\,400 \text{ To})$$

$$= \dots \text{ tonnes CO}_2 \text{ eq. / To}$$

$$= 4,44^{E+01} \text{ g CO}_2 \text{ eq. / Go}$$

$$B_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Sept.23})} = GWP_b_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, 2022})} * (1/12) * (1/Abonnés_{(\text{Opérateur i, Réseau mobile, Août.23})})$$

$$= 26\,640 \text{ tonnes CO}_2 \text{ eq.} * (1/12) * (1/20\,599\,920 \text{ Abonnées})$$

$$= \dots \text{ tonnes CO}_2 \text{ eq.}$$

$$= 7,00^{E-02} \text{ g CO}_2 \text{ eq.}$$

$$GWP_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Dubois, Sept.23})} = A_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Sept.23})} \times Data_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Dubois, Sept.23})} + B_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Sept.23})}$$

$$= 4,44^{E+01} \text{ g CO}_2 \text{ eq. / Go} \times 15,6 \text{ Go} + 7,00^{E-02} \text{ g CO}_2 \text{ eq.}$$

$$= 693 \text{ g CO}_2 \text{ eq.}$$

## 5. Articulation entre les données

Cette partie renseigne les différents types de données à collecter et de modélisation, ainsi que les critères de collecte et de qualité à respecter. Enfin, elle liste les données primaires, secondaires et semi-spécifiques nécessaires pour modéliser le service numérique, en fonction du contrôle des déclarants sur chaque donnée à collecter.

**Une donnée primaire d'activité** (ou donnée spécifique) est une valeur quantifiée issue d'une mesure directe ou d'un calcul à partir de mesures directes d'une activité ou d'un processus du cycle de vie du produit. Cette valeur permet, après multiplication par un facteur d'émission ou de caractérisation, de calculer un indicateur de catégorie d'impact.

Chaque déclarant doit détailler les données primaires utilisées, ainsi que le niveau de qualité associé dans le rapport.

**Une donnée secondaire** (ou donnée générique) est une valeur quantifiée d'une activité ou d'un processus de cycle de vie du produit obtenue à partir de sources autres que la mesure directe ou le calcul à partir de mesures directes.

**Une donnée semi-spécifique** est une donnée primaire (ou spécifique) à renseigner par l'opérateur pour laquelle une valeur par défaut est proposée. Ces valeurs semi-spécifiques, volontairement conservatives, ont pour objectif d'inciter les acteurs de la filière à substituer leur propre valeur afin d'améliorer les résultats de l'évaluation environnementale. Les valeurs conservatives ainsi proposées ne sont pas des valeurs moyennes et doivent être strictement utilisées dans le cadre de ce référentiel méthodologique.

### 5.1. Mode de collecte des données primaires

L'approche retenue dans le cadre de ce RCP et son application pour l'art. 13.III de la loi AGEC est l'approche au réel : le taux de charge est déterminé en se basant sur la collecte de données réalisées. Il doit être indiqué.

Cette approche au réel est obligatoire.

Par ailleurs, dans le cadre de ce RCP et son application pour l'art. 13.III de la loi AGEC, les données sont à collecter sur une période d'un an (cf 4.3), à l'exception de la donnée de consommation de données numériques du consommateur qui est à collecter sur une période mensuelle, correspondant à la fréquence d'affichage des impacts.

Comme explicité à travers les étapes d'application des règles d'allocation (partie 4.), la collecte des données devra s'effectuer selon le périmètre maîtrisé par le fournisseur d'accès internet :

Périmètre	Equipements IT / non IT opérés par le fournisseur d'accès internet	Equipements IT / non IT opérés non opérés par le fournisseur d'accès internet
Données à collecter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'évaluation des impacts liés à la fabrication des équipements achetés par les FAI devra se faire soit sur des déclarations environnementales publiques des équipementiers soit sur des déclarations environnementales que les équipementiers devront fournir directement aux opérateurs. Ces déclarations devront respecter les critères de qualité établis en annexe.</li> <li>- L'évaluation des impacts liés aux autres phases du cycle de vie des équipements devra se faire par l'opérateur selon la méthodologie détaillée au paragraphe 4.</li> </ul>	<p>Les résultats d'évaluation des impacts liés à ces équipements devront être transmis par les FAI opérant cette partie du réseau tel qu'explicité au paragraphe 4.</p>

## 5.2. Complétude et articulation entre les données primaires, secondaires et semi-spécifiques

Le principe des règles de coupure massiques, énergétiques ou d'impact peuvent difficilement s'appliquer dans le cas des services numériques. L'approche privilégiée ici est donc celle de la représentativité (complétude) des équipements ou des systèmes en fonction de l'approche choisie.

Dans le cadre de ce RCP, la mesure et/ou la modélisation du service numérique doit couvrir un pourcentage défini (supérieur ou égal à 95%) des équipements ou des systèmes, en termes de consommation énergétique des éléments modélisés par rapport à la consommation énergétique de l'ensemble des éléments associés au service numérique considéré, pour chaque tiers (terminaux, réseau, datacenter).

Le tableau suivant liste les données primaires, semi-spécifiques et secondaires à utiliser :

Equipements ACCES				
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données	Impact sur le changement climatique (kg CO <sub>2</sub> eq)
FIXE	Commun	Routeur/switch de collecte sur site NRO <sup>4</sup> et/ou NRA <sup>5</sup>	Primaire	-
		Fibre optique Câble cuivre		
	xDSL	Box IAD <sup>6</sup> /CPE <sup>7</sup> (modem ADSL avec routeur WiFi intégré DSLAM <sup>8</sup> )	Primaire	-
	FTTH Fibre	Box IAD/CPE sans ONT <sup>9</sup> /SFP <sup>10</sup> (routeur WiFi)	Primaire	-
		ONT (externe)	Primaire	-
		Box IAD avec ONT/SFP intégré (routeur WiFi intégrant un ONT ou un SFP)	Primaire	-
		OLT <sup>11</sup>	Primaire	-
FTTLA Fibre	Box IAD/CPE câble (routeur WiFi intégrant un modem DOCSIS)	Primaire	-	
MOBILE	Commun	Antenne passive multibandes (1.4m à 2.7m)	Semi-spécifique	5,53E+01
		Amplificateur RU (700, 800, 900, 1800, 2100, 2600MHz)	Secondaire	Hors scope pour cette version
		Amplificateur RRU <sup>12</sup> /RRH <sup>13</sup> (700, 800, 900, 1800, 2100, 2600MHz)	Primaire	-
	2G (GSM)	BTS <sup>14</sup> - BBU <sup>15</sup> 2G	Semi-spécifique	4,90E+01
	3G (UMTS)	NODEB - BBU 3G		
	4G (LTE)	ENODEB - BBU 4G		
	5G (NR)	GNODEB - BBU 5G	Primaire	-
AAS - Antenne Active 3,5GHz				

<sup>4</sup> Nœud de raccordement optique

<sup>5</sup> Nœuds de raccordement abonné

<sup>6</sup> Integrated Access Device

<sup>7</sup> Customer Premise Equipment)

<sup>8</sup> Digital Subscriber Line Access Multiplexer

<sup>9</sup> Optical Network Termination

<sup>10</sup> Small Form-factor-Pluggable

<sup>11</sup> Optical Line Termination

<sup>12</sup> Remote Radio Unit

<sup>13</sup> Remote Radio Head

<sup>14</sup> Base Transceiver Station

<sup>15</sup> BaseBand Unit

	Transport	Routeur de collecte sur site radio	Semi-spécifique	6,68E+01
		Faisceau Hertzien - ODU <sup>16</sup> - Antenne passive	Secondaire	Hors scope pour cette version
		Faisceau Hertzien - ODU - Ampli RF <sup>17</sup> r	Secondaire	Hors scope pour cette version
		Faisceau Hertzien - IDU <sup>18</sup>	Secondaire	Hors scope pour cette version

Tableau 9 - Articulation des données primaires, semi-spécifiques, secondaires pour les équipements Accès

Equipements AGREGATION				
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données	Impact sur le changement climatique (kg CO <sub>2</sub> eq)
FIXE	Tout type	Routeur d'agrégation	Secondaire	5,85E+02
		Équipement WDM <sup>19</sup> de boucle d'agrégation		2,67E+03
MOBILE	Tout type	Routeur d'agrégation		5,85E+02
		Équipement WDM <sup>20</sup> de boucle d'agrégation		2,67E+03
		Security Gateway 4G/5G		1,16E+02

Tableau 10 - Articulation des données secondaires pour les équipements Agrégation

Equipements BACKBONE				
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données	Impact sur le changement climatique (kg CO <sub>2</sub> eq)
FIXE	Tout type	Equipement WDM backbone	Secondaire	2,67E+03
		Routeur P-PE-Peering		2,01E+03
		DNS Fixe		Hors scope pour cette version
MOBILE		Equipement WDM backbone		2,67E+03
Routeur P-PE-Peering		2,01E+03		
MME <sup>21</sup> /SGSN <sup>22</sup>		1,51E+03		
HSS <sup>23</sup> /HLR <sup>24</sup>		2,38 E+03 <sup>25</sup>		
SP-GW <sup>26</sup> /GGSN <sup>27</sup>		3,94E+02		
PCRF <sup>28</sup>	2,38 E+03 <sup>29</sup>			

<sup>16</sup> OutDoor Unit

<sup>17</sup> Radio Frequency

<sup>18</sup> InDoor Unit

<sup>19</sup> Wavelength Division Multiplexing

<sup>20</sup> Wavelength Division Multiplexing

<sup>21</sup> Mobility Management Entity

<sup>22</sup> Serving GPRS support node

<sup>23</sup> Home Subscriber Server

<sup>24</sup> Home Location Register

<sup>25</sup> L'hypothèse prise pour cette première modélisation est de considérer l'impact de la fabrication de cet équipement comme l'équivalent d'un équipement virtualisé dimensionné pour 1 à 2 millions d'utilisateurs (modélisé par 8 instances de caractéristiques : 95Ymwj fix -{HUZ .1; 9Lt -WFR ..

<sup>26</sup> Serving/PDN-Gateway

<sup>27</sup> Gateway GPRS Support Node

<sup>28</sup> Policy and Charging Rules Function

<sup>29</sup> L'hypothèse prise pour cette première modélisation est de considérer l'impact de la fabrication de cet équipement comme l'équivalent d'un équipement virtualisé dimensionné pour 1 à 2 millions d'utilisateurs (modélisé par 8 instances de caractéristiques : 95Ymwj fix -{HUZ .1; 9Lt -WFR ..

	Gi <sup>30</sup> LAN <sup>31</sup>	5,85E+02 <sup>32</sup>
	DNS <sup>33</sup> Mobile / Roaming	Hors scope pour cette version
	FW <sup>34</sup> Roaming	6,68E+01 <sup>35</sup>

Tableau 11 - Articulation des données secondaires pour les équipements Backbone

FIBRES OPTIQUES AGREGATION ET BACKBONE				
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données	Impact sur le changement climatique (kg CO <sub>2</sub> eq)
FIXE & MOBILE	Commun	Fibre optique 2 brins (1 mètre linéaire)	Secondaire	5,93E-02
		Fibre optique 12 brins (1 mètre linéaire)		7,01E-02
		Fibre optique 24 brins (1 mètre linéaire)		8,29E-02
		Fibre optique 48 brins (1 mètre linéaire)		1,09E-01
		Fibre optique 72 brins (1 mètre linéaire)		1,34E-01
		Fibre optique 96 brins (1 mètre linéaire)		1,60E-01
		Fibre optique 144 brins (1 mètre linéaire)		2,12E-01
		Fibre optique 288 brins (1 mètre linéaire)		3,66E-01
		Fibre optique 576 brins (1 mètre linéaire)		6,76E-01
		Fibre optique 720 brins (1 mètre linéaire)		8,31E-01

Tableau 12 - Articulation des données secondaires pour les fibres optiques

<sup>30</sup> Gateway-Internet

<sup>31</sup> Local Area Network

<sup>32</sup> L'hypothèse prise pour cette première modélisation est de considérer l'impact de la fabrication de cet équipement dédié à la gestion de trafic comme équivalent à celui d'un routeur d'agrégation

<sup>33</sup> Domain Name System

<sup>34</sup> FireWall

<sup>35</sup> L'hypothèse prise pour cette première modélisation est de considérer l'impact de la fabrication de cet équipement comme équivalent à celui d'un routeur de collecte sur site radio

Pour l’articulation des données semi-spécifiques entre les sites d’hébergement (tableaux ci-dessous), en l’absence d’informations prendre en compte les indications en **annexe G** :

Petit site d’hébergement réseau fixe			
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données
<b>FIXE</b>	Urbanisation	Architecture du bâtiment (m3 béton et kg acier)	Semi-spécifique

*Tableau 13 - Articulation des données semi-spécifiques pour les petits sites d’hébergement réseau fixe*

Site Moyen d’hébergement réseau fixe			
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données
<b>FIXE</b>	Urbanisation	Architecture du bâtiment (m3 béton et kg acier)	Semi-spécifique
	Courant fort et distribution	Transformateur (unité), TGBT (unité) et TDHQ (unité)	
	Atelier 48V	Redresseur (unité)	
	Climatisation	Climatiseur (unité) et Centrale de traitement d'air (unité)	
	Secours électrique	Groupe électrogène (unité), cuve à fioul remplis (unité)	

*Tableau 14 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites moyens d’hébergement réseau fixe*

Grand site d'hébergement réseau fixe			
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données
<b>FIXE</b>	Urbanisation	Architecture du bâtiment (m3 béton et kg acier)	Semi-spécifique
	Courant fort et distribution	Transformateur (unité), TGBT (unité) et TDHQ (unité)	
	Atelier 48V	Redresseur (unité)	
	Climatisation	Climatiseur (unité) et Centrale de traitement d'air (unité)	
	Câblage	Cuivre (mètre linéaire)	
		Fibre optique (mètre linéaire)	
	Secours électrique	Groupe électrogène (unité), cuve à fioul remplis (unité)	
Sécurisation électrique	Onduleurs (unité) et batteries (unité)		

Tableau 15 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites moyens d'hébergement réseau fixe

Site hébergement réseau mobile - NRO			
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données
<b>MOBILE</b>	Urbanisation	Architecture du bâtiment (m3 béton et kg acier) incluant dalles et shelter	Semi-spécifique
	Courant fort et distribution	Transformateur TGBT (unité)	
	Climatisation	Climatiseur (unité)	

Tableau 16 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites d'hébergement réseau mobile

Site hébergement réseau mobile- Terrasse et Pylone			
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Type de données
<b>MOBILE</b>	Urbanisation	Architecture du bâtiment (m3 béton et kg acier)	Semi-spécifique

Tableau 17 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites d'hébergement réseau mobile – Terrasse et Pylone

## 6. Spécificité

---

### 6.1. Consommation d'électricité

Pour l'ensemble des étapes du cycle de vie, la consommation d'électricité doit être représentative de la zone géographique correspondant à l'étape.

Les données relatives aux modèles électriques figurent dans la base de données Impacts®.

Pour le cas de la compensation carbone et des certificats verts ainsi qu'à l'autoconsommation d'énergie se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques ».

### 6.2. Transport

Les données spécifiques au transport doivent être prises en compte pour les étapes de transport (kilomètres parcourus, mode de transport) qui correspondent au scénario moyen de distribution en France.

Si aucune donnée spécifique n'est disponible, les données par défaut suivantes sont utilisées pour l'ensemble des étapes, depuis la fabrication jusqu'à la fin de vie :

- Transport International : 19 000 km par bateau + 1 000 km camion,
- Transport Intracontinental : 3 500 km par camion
- Transport local/national : 1 000 km par camion

Par défaut, un semi-remorque supérieur 27 Tonnes est utilisé avec un taux de charge de 85%. Le type de bateau à prendre en compte est un porte conteneur de 27 500 T.

Si des moyens de transport spéciaux ou des retours à vide s'avèrent nécessaires alors ils doivent être pris en compte.

### 6.3. Installation et Maintenance

Une attention particulière est faite pour l'installation et la maintenance de certains équipements (notamment l'installation/ désinstallation des box, fibre optique etc) car elle peut générer des impacts environnementaux supplémentaires potentiellement importants. Sur la base de données spécifiques, l'ensemble des opérations d'installation et de maintenance devra être prise en compte, ceci inclus :

- La fabrication des équipements et des pièces de rechange nécessaires aux opérations,
- Les transports des professionnels et du matériel nécessaire aux opérations : une distance de transport global (en km) des professionnels qui réalisent des opérations d'installation et de maintenance peut être pris en compte, en précisant le moyen de transport (par exemple, un véhicule utilitaire). *A défaut de plus d'informations, la valeur utilisée sera de 220 g CO2 eq/km.*
- Le traitement en fin de vie des déchets éventuels (pièces de rechanges, chutes et autres consommables) effectués lors des opérations,

## 7. Indicateurs environnementaux

---

### 7.1. Données à l'origine des impacts environnementaux

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » : pas de changements.

### 7.2. Indicateurs environnementaux retenus

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » : pas de changements.

### 7.3. Indicateurs environnementaux pertinents

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » : pas de changements.

## 8. Validation temporaire des données et fréquence de mise à jour

---

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » : pas de changements.

## 9. Mode de validation des données et des résultats

---

Le mode de validation des données et des résultats de l'affichage environnemental envisagé est le suivant.

Les industriels conservent un dossier par référence produit contenant les données primaires (ou spécifiques). La validation consiste à :

- s'assurer de la reproductibilité des calculs des indicateurs sur la base du contenu du dossier ;
- rechercher des preuves des informations contenues dans le dossier, sur base d'échantillonnage.

Les informations relatives à l'élaboration de l'affichage doivent être accessibles à tous, de manière transparente et libre dans des conditions appropriées (rapport, site internet...). Ces informations portent sur les hypothèses, les méthodes d'acquisition de données, l'articulation entre données primaires (ou spécifiques) et secondaires (ou génériques), les facteurs de caractérisation et les limites de l'évaluation.

Il n'y a pas d'obligation à communiquer au consommateur les données nécessaires au calcul des indicateurs d'impacts. Ces données doivent toutefois être conservées pour les instances en charge de la surveillance des marchés en précisant et en conservant (dans la limite de confidentialité de ses processus) :

- les données primaires (ou spécifiques) ;
- les sources des données secondaires (ou génériques) ;
- les valeurs par défaut retenues.

Dans le cadre de la loi AGEC, un contrôle des déclarations *a priori* n'est pas prévu. Cependant, les allégations environnementales établies dans le cadre de cette loi peuvent faire l'objet de contrôles ultérieurs par la DGCCRF.

## 10. Modalité de prise en compte du décalage dans le temps des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre)

---

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » : pas de changements.

## 11. Limites

---

Un certain nombre de limites – en plus des limites identifiées dans le RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » – ont été identifiées lors de la rédaction de ces règles sectorielles, dépendant notamment des limites actuelles en termes d'accessibilité aux données.

### 11.1. Prise en compte des points de vente

Plusieurs éléments ont conduit au choix d'exclure les points de vente : difficulté du calcul des impacts des points de vente, dont la nature est très différente des services numériques, et difficulté de détermination de la règle d'allocation.

### 11.2. Non prise en compte de la phase d'utilisation des activités support

Les activités support des opérateurs (notamment boutiques, R&D, administration, etc.) ne sont pas prises en compte de part la difficulté de collecter et de relier les données à l'unité fonctionnelle.

### 11.3. Limites du modèle environnemental

La détermination précise et exhaustive des impacts environnementaux des équipements et infrastructures numériques en France est une tâche complexe qui fait face à de nombreuses limites du fait de l'accès des données et des incertitudes associées. Ce paragraphe traite des limites connues du modèle environnemental et des points d'amélioration à envisager lors d'une mise à jour du référentiel FAI. Sont notamment identifiés à ce jour :

#### Notion des différentes répartitions

- La notion des différentes répartitions définies dans ce document se base principalement sur les retours qualitatifs des opérateurs et professionnels du secteur (choix d'un modèle de type  $ax+b$  et définition des coefficients  $a$  et  $b$  pour l'ensemble des équipements). La composante fixe dépendant du nombre d'utilisateurs sur le réseau constitue une incertitude ainsi que les règles d'allocations définies sur la base des retours opérateurs sont à prendre en compte lors de la réalisation des calculs. Des évolutions peuvent avoir lieu, notamment sur la phase d'utilisation où les données se concentrent actuellement sur l'ensemble des données réseaux accessibles par les opérateurs.

#### Evolution des équipements du réseaux

- Certains réseaux n'ont pas pu être inclus du fait d'un manque de connaissances sur les technologies utilisées (c'est le cas des réseaux utilisant des technologies satellitaires)  
- Certains équipements n'ont pas pu être inclus en raison d'un manque de données et d'une évolution constante de l'architecture des réseaux (ex : CMTS, satellite...)

#### Collecte des données

- Les données primaires collectées concernant le nombre d'équipements, leurs durées de vie et leur consommation électrique sont porteuses d'incertitude. Cette limite peut entraîner une sous ou surestimation des résultats.  
- Les données semi-spécifiques et secondaires représentent par définition une approximation de l'impact d'un équipement. La configuration considérée pour établir ces valeurs par défaut peut ne pas correspondre tout à fait à celle de l'équipement de l'opérateur. Cette limite peut entraîner une sous ou surestimation des résultats.

#### Evolution du scénario de maintenance

- Lors de la phase d'utilisation, certains équipements requièrent une maintenance (changement de composants, nettoyage, etc.), et certains peuvent être upgradés. L'estimation des impacts environnementaux liés à cette maintenance ou upgrade ont été pour la plupart exclus de la méthodologie. Cette limite peut entraîner une sous-estimation des résultats. Ce point constitue une marge de progression importante pour les études futures, et devra être renforcé.

## 12. Annexes

### 12.1. Annexe A – Application des facteurs d'allocation à un équipement mutualisé

Cette annexe a pour objectif d'illustrer l'application des facteurs d'allocation (Étapes 1 à 4) à un équipement mutualisé. L'équipement mutualisé étudié dans cet exemple est un BBU 4G partagé entre deux opérateurs. L'équipement BBU 4G appartient à la Catégorie 6 « Élément du réseau géré par un opérateur i utilisé pour le fonctionnement du réseau mobile pour un usage multi-opérateurs ». La période d'évaluation (année n-1) est 2022. La période de communication est 2023. Les autres équipements du réseau mobile ne sont pas traités dans cet exemple pour des raisons de lisibilité (note : une présentation de données matricielles serait nécessaire). Les principes évoqués dans cet exemple s'appliquent à tous les équipements des réseaux fixes et/ou mobiles. Les valeurs retenues dans cet exemple sont fictives et doivent être considérées comme telles.

Exemple :

En 2022, l'opérateur 1 a installé plusieurs BBU 4G sur son réseau mobile. Il partage ses équipements avec l'opérateur 2.

L'opérateur 2, quant à lui, ne dispose d'aucun BBU 4G sur son propre réseau. Il est entièrement dépendant de l'opérateur 1 pour ce type d'équipement.

#### Données d'entrées :

Les tableaux individuels des données d'entrée des opérateurs 1 et 2 sont les suivants :

- Sur la base de données fabricant, l'opérateur a été en mesure de calculer l'impact carbone des BBU 4G. L'opérateur déclare 4 446 tonnes CO<sub>2</sub> eq. sur l'année 2022 qui se répartissent de la manière suivante.

Tableau individuel des données d'entrée

Élément du réseau	Fabrication	Distribution	Installation	Utilisation	Fin de vie
BBU 4G	780 t CO <sub>2</sub> eq.	156 t CO <sub>2</sub> eq.	234 t CO <sub>2</sub> eq.	3 120 t CO <sub>2</sub> eq.	156 t CO <sub>2</sub> eq.
GWP <sub>(1, réseau mobile, 2022, BBU 4G, cycle de vie, Cat. 6)</sub>					
...					
Éléments n					

- Ne disposant pas de BBU 4G, l'opérateur 2 ne déclare aucune émission direct.

Tableau individuel des données d'entrée

Élément du réseau	Fabrication	Distribution	Installation	Utilisation	Fin de vie
BBU 4G	0 t CO <sub>2</sub> eq.				
GWP <sub>(2, réseau mobile, 2022, BBU 4G, cycle de vie, Cat. 6)</sub>					
...					
Éléments n					

#### Étape 1 :

Conformément au paragraphe 4.4.3, les facteurs d'allocation [a;b] définies pour les BBU 4G sont [100;0] pour la phase d'utilisation et [60;40] pour les autres phases du cycle de vie.

En appliquant les facteurs d'allocation [60;40], nous obtenons pour l'étape de fabrication :

$$\begin{aligned} \text{GWP}_a(1, \text{réseau mobile, 2022, BBU 4G, fabrication, Cat. 6}) &= 60\% \times \text{GWP}_{(1, \text{réseau mobile, 2022, BBU 4G, cycle de vie, Cat. 6})} \\ &= 60\% \times 780 \text{ t CO}_2 \text{ eq.} \\ &= 468 \text{ t CO}_2 \text{ eq.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{GWP}_b(1, \text{réseau mobile, 2022, BBU 4G, fabrication, Cat. 6}) &= 40\% \times \text{GWP}_{(1, \text{réseau mobile, 2022, BBU 4G, cycle de vie, Cat. 6})} \\ &= 40\% \times 780 \text{ t CO}_2 \text{ eq.} \end{aligned}$$

= 312 t CO<sub>2</sub> eq.

Nous procédons de la même manière pour les autres étapes du cycle de vie. Nous obtenons alors pour les opérateurs 1 et 2 :

Tableau individuel des données d'entrée distribuées selon le modèle ax+b	Elément du réseau	Fabrication	Distribution	Installation	Utilisation	Fin de vie
	 (a,b) Tableau individuel des données d'entrée distribuées selon le modèle ax+b	BBU 4G	a = 468 b = 312	a = 93,6 b = 62,4	a = 140,4 b = 93,6	a = 3 120 b = 0
...						
Eléments n						
	Σ	$\{GWP_{a(1, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}, GWP_{b(1, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}\} = \{3\,915,6; 530,4\}$				

Tableau individuel des données d'entrée distribuées selon le modèle ax+b	Elément du réseau	Fabrication	Distribution	Installation	Utilisation	Fin de vie
	 (a,b) Tableau individuel des données d'entrée distribuées selon le modèle ax+b	BBU 4G	a = 0 b = 0			
...						
Eléments n						
	Σ	$\{GWP_{a(2, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}, GWP_{b(2, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}\} = \{0; 0\}$				

Avec :

$$\{GWP_{a(1, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}, GWP_{b(1, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}\} = \{468 + 93,6 + 140,4 + 3\,120 + 93,6; 312 + 62,4 + 93,6 + 0 + 62,4\} = \{3\,915,6; 530,4\} \text{ valeurs exprimées en t CO}_2 \text{ eq.}$$

### Etape 2 :

En vue de l'application des règles d'allocation de l'étape 3, les opérateurs 1 et 2 échangent leurs impacts environnementaux relatifs à « l'usage **multi-opérateurs** ». Dans l'exemple, il s'agit des valeurs :

- $\{GWP_{a(1, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}, GWP_{b(1, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}\} = \{3\,915,6; 530,4\}$  valeurs exprimées en t CO<sub>2</sub> eq.
- $\{GWP_{a(2, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}, GWP_{b(2, \text{réseau mobile, 2022, Cat. 6})}\} = \{0; 0\}$  valeurs exprimées en t CO<sub>2</sub> eq.

	« Partie fixe »	« Partie fixe + mobile »	« Partie mobile »	
Opérateur 1	[Cyan]	[Green]	[Orange]	Usage individuel 
				Usage multi-opérateurs  Cat. 6 {3 915,6 t CO <sub>2</sub> eq; 530,4 t CO <sub>2</sub> eq}
Opérateur 2	[Cyan]	[Green]	[Orange]	Usage individuel 
				Usage multi-opérateurs  Cat. 6 {0 t CO <sub>2</sub> eq; 0 t CO <sub>2</sub> eq}
...				Usage individuel
Opérateur i	[Cyan]	[Green]	[Orange]	Usage individuel
				Usage multi-opérateurs

Légende :  Données à échanger  
 Données confidentielles

Les impacts environnementaux des catégories 6 sont additionnés pour connaître l'impact total des usages **multi-opérateurs** à l'échelle de l'ensemble des opérateurs (dans le cas présent, les opérateurs 1 et 2).

	« Partie fixe »	« Partie fixe + mobile »	« Partie mobile »	
Opérateur 1				Usage individuel
				Usage multi-opérateurs
Opérateur 2				Usage individuel
				Usage multi-opérateurs
...				Usage individuel
				Usage multi-opérateurs
Opérateur i				Usage individuel
				Usage multi-opérateurs
Σ			Cat. 6 { 3 915,6 t CO <sub>2</sub> eq ; 530,4 t CO <sub>2</sub> eq }	Usage multi-opérateurs

Nous obtenons :

$$\{GWP_a(\text{total, réseau mobile, 2022, Cat. 6}) ; GWP_b(\text{total, réseau mobile, 2022, Cat. 6})\}$$

$$= \{3\,915,6 ; 530,4\} \text{ valeurs exprimées en t CO}_2 \text{ eq.}$$

### Etape 3 :

Les impacts environnementaux des équipements mutualisés de catégorie 6 sont individualisés à chaque opérateur en tenant compte des règles d'allocation suivantes :

Catégorie	Type données de	Type d'allocation	Périmètre
Cat.6	GWP <sub>a</sub>	Volume de données échangées <sup>2</sup>	sur le <b>réseau mobile</b> par l'ensemble <b>des opérateurs</b> sur la période d'évaluation
	GWP <sub>b</sub>	Nombre d'abonnés <sup>3</sup>	

Dans notre exemple, nous disposons des données d'entrées suivantes :

	Opérateur 1	Opérateur 2	Total
Volume de données échangées sur le <b>réseau mobile</b> pour la période d'évaluation 2022 (en To)	66 000	64 800	130 800
	50,46 %	49,54 %	100,0 %
Nombre d'abonnés sur le <b>réseau mobile</b> pour la période d'évaluation 2022	13 200 000	8 100 000	21 300 000
	61,97 %	38,03 %	100,0 %

L'application des facteurs d'allocation permet d'obtenir les résultats suivants :

	« Réseau Fixe alloué »	« Réseau Mobile alloué »	
Opérateur 1		{ 1 975,8 t CO <sub>2</sub> eq ; 328,7 t CO <sub>2</sub> eq }	Usage alloué
Opérateur 2		{ 1 939,8 t CO <sub>2</sub> eq ; 201,7 t CO <sub>2</sub> eq }	Usage alloué
...			Usage alloué
Opérateur i			Usage alloué

Avec :

$$\{GWP_a(1, \text{réseau mobile, 2022}) ; GWP_b(1, \text{réseau mobile, 2022})\}$$

$$= \{50,46\% \times GWP_a(\text{total, réseau mobile, 2022, Cat. 6}) ; 61,97\% \times GWP_b(\text{total, réseau mobile, 2022, Cat. 6})\}$$

$$= \{50,46\% \times 3\,915,6; 61,97\% \times 530,4\}$$

$$= \{1\,975,8; 328,7\} \text{ valeurs exprimées en t CO}_2 \text{ eq.}$$

$$\{GWP_a(2, \text{réseau mobile, 2022}); GWP_b(2, \text{réseau mobile, 2022})\}$$

$$= \{49,54\% \times GWP_a(\text{total, réseau mobile, 2022, Cat. 6}); 38,03\% \times GWP_b(\text{total, réseau mobile, 2022, Cat. 6})\}$$

$$= \{49,54\% \times 3\,915,6; 38,03\% \times 530,4\}$$

$$= \{1\,939,8; 201,7\} \text{ valeurs exprimées en t CO}_2 \text{ eq.}$$

Ce qu'il faut retenir :

<p>Les données d'entrée étaient : « L'opérateur 1 déclare 4 446 tonnes CO<sub>2</sub> eq. sur l'année 2022. Ne disposant pas de BBU 4G, l'opérateur 2 ne déclare aucune émission direct ».</p> <p>Après application des facteurs d'allocation, ces données d'entrées deviennent :</p> <p>L'impact carbone total de l'opérateur 1 pour le réseau mobile sur l'année d'évaluation 2022, conformément à la méthode de calcul du RPC FAI, s'établie à 2 304,5 tonnes CO<sub>2</sub> eq. dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 975,8 tonnes CO<sub>2</sub> eq. dépendant de la quantité de données échangés sur le réseau</li> <li>- 328,7 tonnes CO<sub>2</sub> eq. de charge fixe à répartir selon le nombre d'abonnés</li> </ul> <p>L'impact carbone total de l'opérateur 2 pour le réseau mobile sur l'année d'évaluation 2022, conformément à la méthode de calcul du RPC FAI, s'établie à 2 141,5 tonnes CO<sub>2</sub> eq. dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 939,8 tonnes CO<sub>2</sub> eq. dépendant de la quantité de données échangés sur le réseau</li> <li>- 201,7 tonnes CO<sub>2</sub> eq. de charge fixe à répartir selon le nombre d'abonnés</li> </ul>
---

#### Etape 4 :

Pour exprimer les impacts de son réseau à 1 abonné selon sa consommation de données (unité fonctionnelle), les règles d'allocation suivantes devront s'appliquer :

- **Allocation temporelle** : l'impact carbone calculé sur la période d'évaluation sera réparti de manière mensuelle selon les 12 mois de la période de communication (facteur d'allocation = 1/12).
- **Allocation au volume de données** : l'impact carbone mensualisé de "type a" sera divisé par la quantité de données échangées sur le mois précédent (mois m de l'année n-1), puis multiplié par la quantité de données consommées par l'abonné considéré sur le mois (mois m).
- **Allocation au nombre d'abonnés** : l'impact carbone mensualisé de "type b" sera divisé par le nombre d'abonnés de l'opérateur i sur le mois précédent (mois m de l'année n-1).

Appliquons l'étape 4 à l'opérateur 1.

Pendant la période de communication de l'année 2023, l'opérateur 1 devra déclarer chaque mois 192,0 tonnes CO<sub>2</sub> eq. dont :

- 164,6 tonnes CO<sub>2</sub> eq. dépendant de la quantité de données échangés sur le réseau (*calcul effectué = 1 975,8 / 12*)
- 27,4 tonnes CO<sub>2</sub> eq. de charge fixe à répartir selon le nombre d'abonnés (*calcul effectué = 328,7 / 12*)

Considérons que l'opérateur 1 souhaite déclarer l'impact carbone d'un abonné pour l'utilisation du réseau mobile en Septembre 2023 avec un consommation de 15,6 Go.

Opérateur 1	Août 2023	Septembre 2023
Nombre de données échangées sur le mois (en To)	66 000	67 400
Nombre d'abonnés sur le mois	13 201 000	13 250 000

Pour le mois de septembre 2023, le modèle ax+b du réseau mobile de l'opérateur 1 est :

$$GWP_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Sept.23})} = A_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Sept.23})} \times \text{Data} + B_{(\text{Opérateur 1, Réseau mobile, Sept.23})}$$

$$A_{(\text{Opérateur 1, réseau mobile, Sept.23})} = 164,6 \text{ t CO}_2 \text{ eq. / Nombre de données échangées sur le mois d'Août 2023}$$

$$= 164,6 \text{ t CO}_2 \text{ eq. / 66 000}$$

$$= 2,49E+00 \text{ g CO}_2 \text{ eq. pour 1 Go par mois}$$

$$\begin{aligned} B_{(\text{Opérateur 1, réseau mobile, Sept.23})} &= 27,4 \text{ t CO}_2 \text{ eq. / Nombre d'abonnés sur le mois d'Août 2023} \\ &= 27,4 \text{ t CO}_2 \text{ eq. / 13 201 000} \\ &= 2,07E-03 \text{ c pour 1 abonné par mois} \end{aligned}$$

L'impact carbone de l'abonné pour l'utilisation du réseau mobile de l'opérateur 1 en Septembre 2023 avec un consommation de 15,6 Go est de :

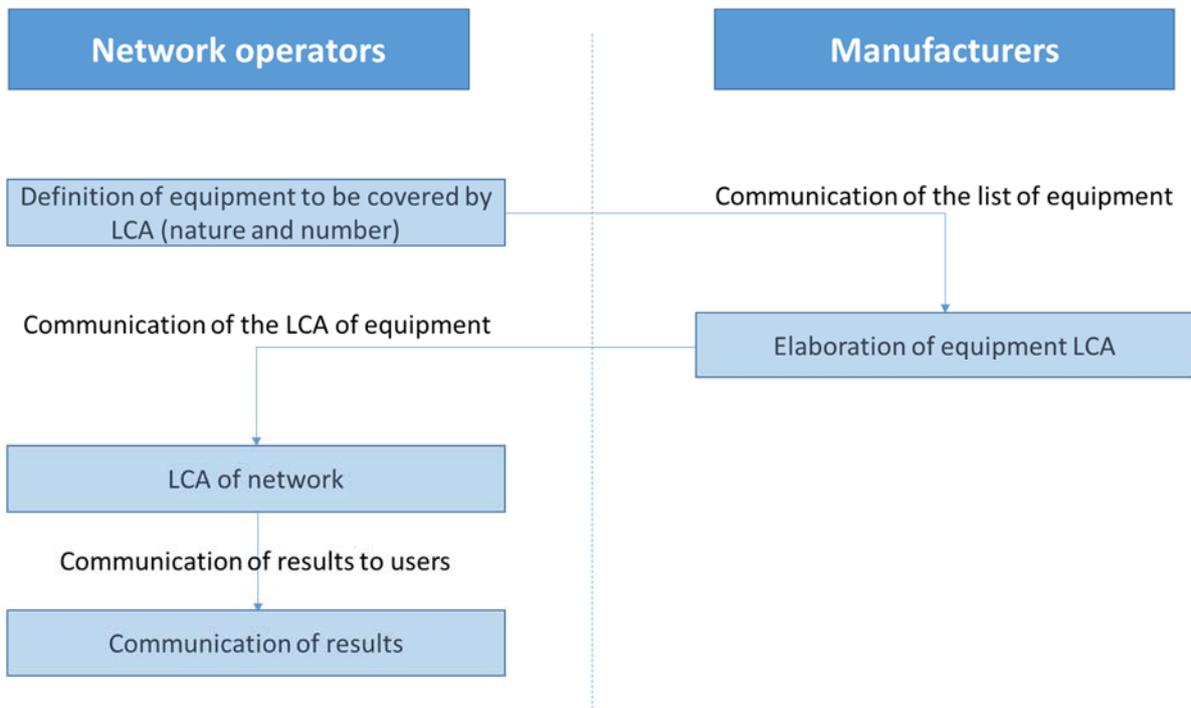
$$\begin{aligned} \text{GWP}_{(\text{Opérateur 1, réseau mobile, abonné, Sept.23})} &= A_{(\text{Opérateur 1, réseau mobile, Sept.23})} * 15,6 \text{ Go} + B_{(\text{Opérateur 1, réseau mobile, Sept.23})} \\ &= 2,49E+00 \text{ g CO}_2 \text{ eq.} * 15,6 \text{ Go} + 2,07E-03 \text{ g CO}_2 \text{ eq.} \\ &= 39,0 \text{ g CO}_2 \text{ eq.} \end{aligned}$$

## 12.2. Annexe B – Processus global ACV réseau

L'objectif de cette annexe est d'identifier le processus de fonctionnement de collecte et d'échanges des différentes analyses de cycle de vie entre opérateurs et équipementiers. Cette annexe est indiquée en anglais pour permettre la diffusion internationale du processus.

The process to elaborate specific networks LCA must be shared between operators and manufacturers to ensure each actors has sufficient time to perform required actions.

The following process and planning is for information and can be adapted by manufacturers and operators.



This process must be repeated for each update of network LCA. In this case, many equipment LCA will of course already be available for operators directly from their vendors. Only updates of equipment LCA or new equipment LCA will then be necessary for operators directly from their vendors.

### 12.3. Annexe C – Choix des données étudiées

Une première modélisation des impacts environnementaux des réseaux fixe/mobile à l'échelle France a été réalisée dans le cadre de l'étude sur les impacts environnementaux du numérique en France menée par l'ADEME et l'Arcep. Les résultats nous montrent que le tiers Accès du réseau est à l'origine de la grande majorité des impacts, du fait du nombre d'impacts individuels des antennes relais. Ces résultats nous ont permis de définir que les équipements pour lesquels des données spécifiques étaient attendues seraient en priorité côté Accès.

La matrice de répartition des impacts environnementaux a été construite à partir des ACV des équipements réseaux dans le cadre de NègaOctet (Perfecto 2018)- (Source : <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/5226-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france-et-analyse-prospective.html>):

Equipements ACCES				
Réseau	Technologie	Élément du schéma fonctionnel	Répartition des impacts environnementaux du réseau	
FIXE	Commun	Routeur/switch de collecte sur site NRO <sup>36</sup> et/ou NRA <sup>37</sup>	Moyen	
		Fibre optique Câble cuivre		
	xDSL	Box IAD <sup>38</sup> /CPE <sup>39</sup> (modem ADSL avec routeur WiFi intégré DSLAM <sup>40</sup> )	Elevé	
	FTTH Fibre	Box IAD/CPE sans ONT <sup>41</sup> /SFP <sup>42</sup> (routeur WiFi)		Elevé
		ONT (externe)		Elevé
		Box IAD avec ONT/SFP intégré (routeur WiFi intégrant un ONT ou un SFP)		Elevé
		OLT <sup>43</sup>		Moyen
FTTLA Fibre	Box IAD/CPE câble (routeur WiFi intégrant un modem DOCSIS)	Elevé		
MOBILE	Commun	Antenne passive multibandes (1.4m à 2.7m)	Elevé	
		Amplificateur RU (700, 800, 900, 1800, 2100, 2600MHz)	Faible	
		Amplificateur RRU <sup>44</sup> /RRH <sup>45</sup> (700, 800, 900, 1800, 2100, 2600MHz)	Elevé	
	2G (GSM)	BTS <sup>46</sup> - BBU <sup>47</sup> 2G	Elevé	
	3G (UMTS)	NODEB - BBU 3G	Elevé	
	4G (LTE)	ENODEB - BBU 4G	Elevé	
	5G (NR)	GNODEB - BBU 5G	Elevé	
		AAS - Antenne Active 3,5GHz	Elevé	
	Transport	Routeur de collecte sur site radio		Elevé
		Faisceau Hertzien - ODU <sup>48</sup> - Antenne passive		Faible
		Faisceau Hertzien - ODU - Ampli RF <sup>49</sup> r		Faible
Faisceau Hertzien - IDU <sup>50</sup>		Faible		

<sup>36</sup> Nœud de raccordement optique

<sup>37</sup> Nœuds de raccordement abonné

<sup>38</sup> Integrated Access Device

<sup>39</sup> Customer Premise Equipment)

<sup>40</sup> Digital Subscriber Line Access Multiplexer

<sup>41</sup> Optical Network Termination

<sup>42</sup> Small Form-factor-Pluggable

<sup>43</sup> Optical Line Termination

<sup>44</sup> Remote Radio Unit

<sup>45</sup> Remote Radio Head

<sup>46</sup> Base Transceiver Station

<sup>47</sup> BaseBand Unit

<sup>48</sup> OutDoor Unit

<sup>49</sup> Radio Frequency

<sup>50</sup> InDoor Unit

## 12.4. Annexe D – Méthodologie d'ACV équipements

L'objectif de cette annexe est de présenter des informations à suivre pour réaliser l'analyse de cycle de vie d'un équipement (pour les équipements pour lesquels sont attendus une donnée primaire). Cette annexe est indiquée en anglais pour permettre la diffusion de la méthodologie des opérateurs à des acteurs équipementiers internationaux.

# ISP environmental labelling - manufacturers equipment LCA specificities

---

## 1. Regulatory references

This document aims at presenting the process followed by manufacturers in order to provide LCA of internet service provision equipment.

## 2. Definitions

Primary (specific) data: data collected specifically for the considered system, based on measured or calculated data

- This data is developed from manufacturers.
- This data is to be used by operators using those specific systems.

Secondary (generic) data: data that is not specific to the considered system, based on average data, databases or hypotheses

- This data is either developed conjointly by manufacturers, or available in databases
- This data is to be used by all operators.

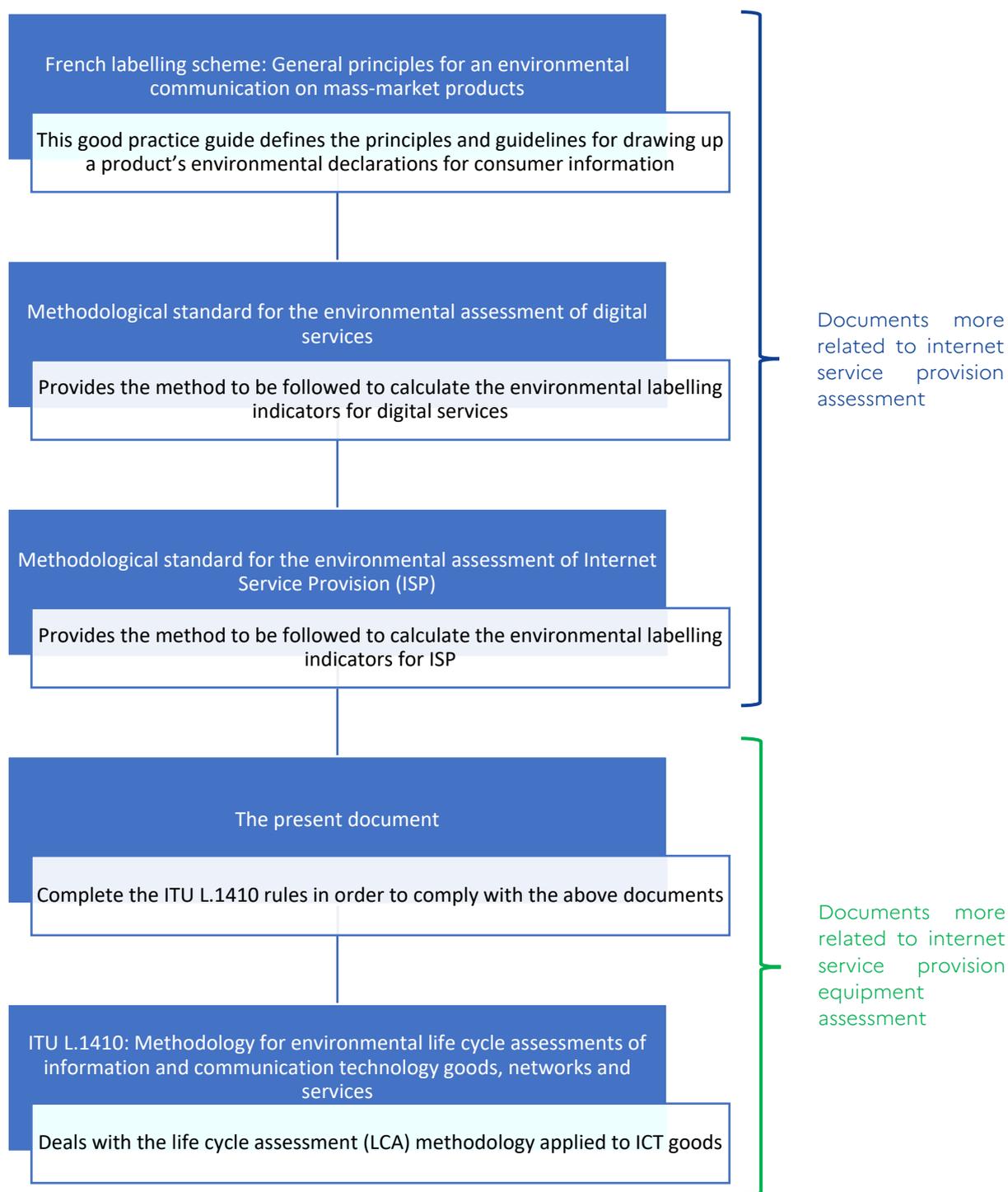
**Both types of data are concerned by this document, unless specifically defined.**

## 3. Hierarchy of documents

Documents relevant for the elaboration of equipment LCA are as follow:

- French labelling scheme: General principles for an environmental communication on mass-market products
- Methodological standard for the environmental assessment of digital services
- Methodological standard for the environmental assessment of Internet Service Provision (ISP)
- ITU L.1410: Methodology for environmental life cycle assessments of information and communication technology goods, networks and services
- The present document

Those documents have a hierarchal dependency, as follow:



#### 4. Methodology framework for the equipment datasets (generic and specific data)

This part present elements that are different or complementary from the ITU L.1410. Both documents shall be used to provide LCA of equipment.

##### 4.1. Life cycle perimeter (inclusions/exclusions)

Inclusions:

Environmental labelling	ITU L.1410		PCR coverage	
	Life cycle stage	Tag		
Manufacturing, distribution & installation	A		Acquisition of raw materials	
	A1		Extraction of raw materials	Obligatory
	A2		Processing of raw materials	Obligatory
	B		Production	
	B1		IT equipment production	
	B1.1		Component production	Obligatory
	B1.2		Assembly	Obligatory
	B1.3		Support activities for IT equipment manufacturers	Not taken into account
	B2		Production of support equipment	
	B2.1		Production of support equipment	Obligatory
	B3		Construction of the specific IT site	
	B3.1		Construction of the specific IT site	Obligatory (integration method under development)
	Use	C		Use
C1			Use of IT equipment	Obligatory
C2			Use of support equipment	Obligatory
C3			Operator support activities	Not taken into account
C4			Support activities of the service provider	Mandatory: installation / uninstallation of routers (to be validated according to the proportion of displacement)
End of life	D		Equipment end-of-life treatment	
	D1		Preparing IT equipment for reuse	Obligatory
	D2		End of life of IT equipment End of life of support equipment?	
	D2.1		Storage / disassembly / dismantling / crushing	Obligatory

Note: CPE means Customer Premise Equipment, equipment installed at the consumer place.

#### Exclusions:

- Flows related to Research & Development
- The flows related to the transport of employees from home to the workplace and business trips
- Flows related to services associated with a product or system such as advertising, sales prospecting and marketing
- Flows linked to sales services (shops, after-sales service, etc.)
- Flows related to administrative services

#### 4.2. Functional unit

The functional unit must be declared unit (e.g. production, distribution and end of life of one product) i.e. in ITU L.1410, 6.2.2.2 terms: "total ICT good use per lifetime of ICT good" using the guidelines from the PEFCR Guidance V6.3 (Table 1. Four aspects of the FU with additional requirements for food and non-food PEFCRs)

#### 4.3. Identification of most relevant processes / Semiconductor accounting

The ITU L.1410 table E.1 provides details on requirement for different kind of parts. In addition, as semiconductors generate most of the production impact, the assessment must take into account:

- **The surface of semiconductors :**

Considering precisely the area of semiconductor is indeed a key factor, which has been demonstrated in several LCAs of ICT equipment, carried out by the OEMs or the operators. In order to have the area measured properly we could add guidelines on different available technics to be used for optimal results. For example, grinding the molding compound of with a rotary tool (e.g. Dremel) or sanding paper, dissolve the component in strong acids to leach the molding compound, peel off the molding compound with an utility knife, use X-rays, obtain data directly from the integrated circuit/chip manufacturer or refer to assessments carried out by external parties such as TechInsights or SystemPlus Consulting. In all cases involving direct measurement the practitioners have to be aware that some integrated circuits may contains several semiconductor chips (also known as dies). The chips can be stacked (assembled one on top of the others, for example in NAND integrated circuits) or on multichip configuration (several chips positioned close to each other's, for example in RF components). In case of stacked dies the practitioner has to keep going with the disassembly process until the bottom of the stack is reached to be able to take into account the total semiconductor area.

The default value can be used for:

- *Random-access memory, RAM Y Go surface =  $Y \times 60 \text{ mm}^2$  die area*
  - *Example :  $480 \text{ mm}^2$  die area for a RAM of 8Go*
- *Processor, DRAM, 2D and NAND type semiconductor, silicon substrate, PBGA/TFBGA encapsulation,  $800 \text{ mm}^2$  die area*

Mention: We assume that these values will be more penalizing overtime as technology improves.

- **The percentage of losses / yield**

Semiconductor is currently mainly manufactured on disks called wafers. As the chips are of square or rectangular shape, there will be inevitable losses at the edge of the wafer. Furthermore, the manufacturing process's yield drops significantly near the edge of the wafer. Thus, the chips located beyond what's called exclusion edge are considered as partial rather than good. They might be used for applications requiring lesser performance, but not for the initial one (for instance they might not be able to reach a certain frequency with a given voltage). When the chips are diced from the wafer some space has to be reserved for the scribe line (also known as saw street), both in horizontal and vertical directions. In addition, as the semiconductor manufacturing process is not perfect, so losses occur, usually represented by the D0 factor (defect density, expressed in number of defects per  $\text{cm}^2$ ).

All in all, the yield to manufacture chips will not be 100% and the bigger the chip the further it will be from this value. As the semiconductor's environmental impact is significant it is recommended to take the actual yield into account, and this at each chip level. For this purpose, calculators, such as the one available on Caly-Technologies website (see <https://caly-technologies.com/die-yield-calculator/>) can be used. It has to be noted that the values for horizontal scribe lane, vertical scribe lane, edge loss and defect density are rather conservative ones.

Thus, it is encouraged to input the actual values obtained from the chip manufacturer. Note that the diameter of the wafer must be selected accordingly (most likely 200 or 300 mm).

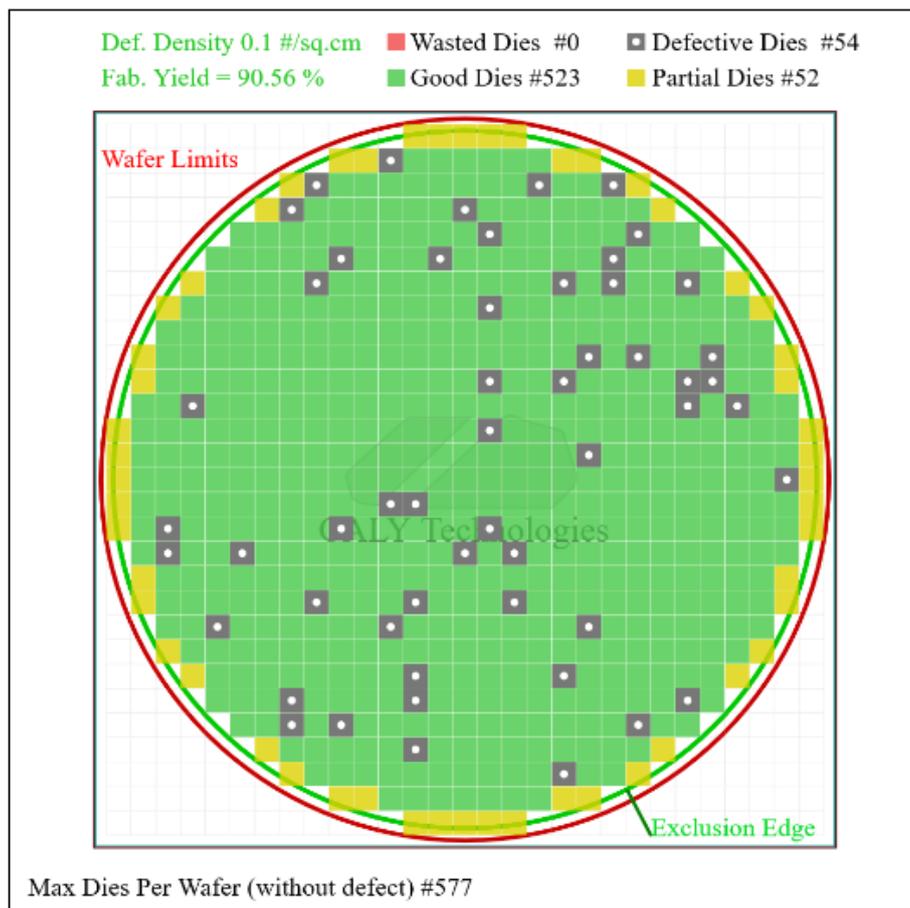


Figure 16- Example of dies mapping (10 \* 10 mm components) on a 300 mm wafer (Source: Caly-Technologies)

The Figure 1 shows an example of yield calculation for a hypothetical 10 \* 10 mm chip, mapped on a 300 mm wafer, using the by default parameters for scribe lanes, edge loss and defect density. Out of the 629<sup>[1]</sup> chips that could physically fit on the wafer only 523 are considered as good. Thus, giving a yield of 83.15%. The yield can also be considered at area level, by dividing the total area of the manufactured chips (i.e., 523 \* 10 \* 10 mm = 52 300 mm<sup>2</sup>) by the total area of the wafer (i.e.,  $\pi * 150 * 150$  mm = 70 686 mm<sup>2</sup>), which gives a 73,99% surface yield.

- **The number of mask / size of lithography (7 nm, etc.)**

In addition to considering manufacturing losses taking into account the complexity of each chip is also recommended. This can be done by considering the mask count of each chip and the applied technology node (e.g., 16, 12, 10 or 7 nm).

Data for several type of chips can be obtained from dedicated third parties (see for example IC Knowledge<sup>[2]</sup>). The figure below shows an example of data for logic chips applicable for recent technology nodes and forecasts for future ones.

<sup>[1]</sup> 523 good + 54 defective + 52 partial dies = 629 total

<sup>[2]</sup><https://www.icknowledge.com/index.html>  
<https://www.icknowledge.com/uploads/2020/03/Lithovision-2020.pdf>

and

<https://semiwiki.com/wp-content/uploads/2020/03/Lithovision-2020.pdf>

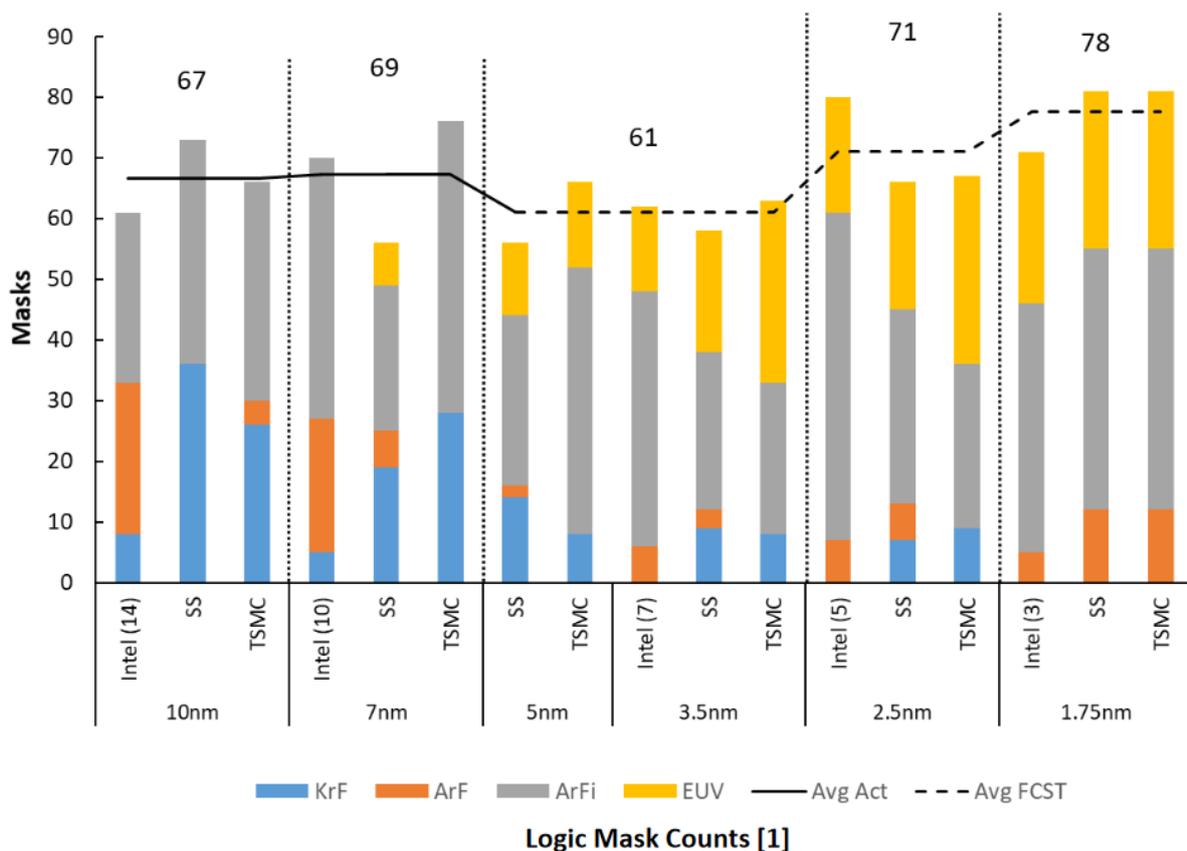


Figure 17- Example of data on mask count for logic chips manufactured by 3 companies (Intel, Samsung and TSMC) according to different technology nodes (from 10 to 1.75 nm – Source: Economics in the 3D Era – Scotten W. Jones – 2020)

Applied to life cycle assessment this data can be used to improve the life cycle inventory of the semiconductor selected in the LCA software database. This can be done by using figures from semiconductor manufacturer CSR report. For instance, TSMC’s document<sup>[3]</sup> features data about the carbon footprint “per mask per 12 inches (i.e., 300 mm) equivalent wafer”. This value, combined with the mask count determined with data such as the one presented in Figure 2, can then be used to double check if the life cycle impact assessment (LCIA) values obtained with the semiconductor data from the LCA software database are correct.

Note that if one or two of these advanced modelling methods are considered in the LCA it must be clearly stated in the hypothesis as it will have a significant effect on the environmental footprint results.

Lithography Process (nm)	Number of masks
5	70
7	75
8	70
12	64
14	58
16	55
22	54
28	50
45	42
65	38
90	33
130	29

<sup>[3]</sup><https://esg.tsmc.com/download/file/2020-csr-report/english/pdf/e-all.pdf>

Source : <https://nikonereview.com/2018/ic-knowledge-president-shares-view-of-semiconductor-landscape-at-nikon-symposium/>

As the information above show, the determination of different category for the number of masks can be used liked: The default value for the number of masks can be used for :

- RAM : 45 masks
- Processor, DRAM, NAND : 75 masks

## Synthesis

To be more precise the following roadmap can be used for the following components: *Processor, DRAM, NAND and RAM.*

*1-With the manufacturers/roadmap find what is the fineness of engraving of the chip*

*2-Look on the appropriate figure of IC Knowledge how many masks are necessary (on average or according to the manufacturer). For example: A RAM chip engraved in 1Z from SK Hynix then it will be approximately 65masks.*

*3-The data from the CSR report of TSMC can be used to assess the carbon impact of the chip (TSMC gives an impact in "g CO2eq/mask on a 300 mm equivalent wafer). As we know the number of masks and how many chips we can put on the wafer (via two previous steps on measuring the size of the chip and taking losses into account).*

*4-Compare this carbon footprint value with that obtained via "simple" modeling with a database such as Ecolinvent/CODDE/Gabi and adjust accordingly.*

### 4.4. Cut-off rules

There are three criteria to be considered for the cut-off:

- a) The mass of intermediate flows not taken into account shall be less than or equal to 5% of the mass of the elements of the reference product corresponding to the functional unit,
- b) Flows or processes whose total energy content does not exceed 5% of the energy content of the product used to fill the functional unit can be neglected. The energy content of a material is the energy required to produce it. These data are provided by the generic database.
- c) The environmental impacts not taken into account shall be less than or equal to 5% of the total environmental impacts generated during the life cycle of the reference product corresponding to the functional unit.

For all three of these criteria, total cumulated flows of less than 5% of the reference flow can be excluded.

### 4.5. Distribution

The distribution is considered from factory gate to place of use.

The allocation of impacts must be based on limiting factor (mass, volume or area).

Empty return trips must be accounted for.

### 4.6. Use scenario (CPEs only)

The use scenarios must be defined for each relevant equipment between operators and manufacturers based on the applicable version of the EU Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment Version 8.0 (current version valid for 2021 and following years).

They must be based on realistic conditions of use.

**Specific scenarios for the boxes will be detailed in this document so that all operators have the same ones (Annexe E).**

### 4.7. Data for electricity use (Use phase)

Electricity mixes from Base Impacts must be used.

#### 4.8. End of life formula

The 100/0 allocation method should be used.

#### 4.9. Allocation of co-products

The same allocation method shall be used for all environmental loads for all products from a common process.

The study shall identify the processes shared with other product systems and deal with them according to the stepwise procedure presented below.

- Step 1: subdivision or expansion of the system
- Step 2: if not possible, then use of physical relationships for allocation (e.g., mass)
- Step 3: if not possible, then use other relationships for allocation (e.g., market value of the scrap material or recycled material in relation to the market value of primary material).

#### 4.10. Impact indicators

The impact indicators method to be used is the EF 3.0 indicators method available at: <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.xhtml?sessionId=709B96AC321CDB25136F14DC898E037B>

##### Mandatory indicators

- Depletion of natural resources (minerals and metals)
- Climate change
- Acidification
- Particulate matter
- Ionizing radiation

##### Optional indicators

- Primary energy consumption
- Depletion of water resources
- Human toxicity – cancer
- Human toxicity - non cancer
- Ecotoxicity
- Water use

#### 4.11. Quality

The quality level of data can be expressed depending on several categories. The categories from the document "French labelling scheme: General principles for an environmental communication on mass-market products" are compulsory, while the additional categories from ITU L.1410 are optional.

French labelling scheme: General principles for an environmental communication on mass-market products (compulsory)	ITU L.1410 (optional)
Methodological relevance	Methodological appropriateness and consistency
Completeness	Completeness (total LCA level)

Precision	Uncertainty
	Data representativeness
Time representativeness	Data age (timeliness)
	Acquisition method
	Supplier independence
Geographic representativeness	Geographical correlation
Technological representativeness	Technological correlation
	Cut-off rules (rules of inclusion/exclusion)

#### 4.12. Verification

The standard used for the verification is the ISO 14071 "Environmental management — Life cycle assessment — Critical review processes and reviewer competencies"

Following the requirements of PEP ecopassport program, specific LCI datasets should have been checked by independent experts with a data quality indicator (DQR – Data Quality Rating) [...]. At a minimum, specific LCI datasets for the box **must** have been checked by independent experts attesting to their conformity with this PCR and in particular this annex.

For the others equipment specific LCI datasets **should** be checked by independent experts attesting to their conformity with this PCR and in particular this annex. A minimum of traceability for the other equipment must be used (mention of the data source, independent internal or external verification carried out).

#### 4.13. Validity of the data

The validity of LCA of equipment is 5 years. It must be updated if there is a variation of more than 20% of one environmental impact.

## 12.5. Annexe E – Méthodes pour évaluer la quantité de données consommées par un abonné

Il existe actuellement trois méthodes pour évaluer la quantité de données Internet consommées par un abonné via l'accès aux réseaux fixes. Dans le cadre de l'obligation de l'art 13.III de la loi AGEC, aucune méthode n'est imposée aux fournisseurs d'accès à Internet. Chaque méthode a cependant ses limites, illustrées à travers cette annexe.

### **Méthode 1 : La collecte d'information directement au niveau des box client**

La collecte d'information s'effectue directement au niveau des box, via l'utilisation de la plateforme ACS. Chacune des box (IAD) compte localement tous les paquets qui passent sur le réseau WAN. L'information pour chaque paquet est agrégée localement et renvoyée au reste du réseau toutes les 15/30 mins.

#### *Les limites*

- Cette méthode nécessite une implémentation hardware des FAI au niveau des box pour le traitement important de données client pour compter et garder en mémoire les données ;
- Certaines box ne sont pas assez puissantes pour cette implémentation : notamment les box ADSL et certains anciens modèles de LiveBox ;
- Des données client peuvent être perdues pour les clients qui éteignent leur box et qui ne possèdent pas de mémoire flash sur leur box.

*Préconisations :* Dans ce cas de figure, il est recommandé d'utiliser une valeur moyenne de trafic d'un client DSL du FAI pour les clients pour lesquels aucune donnée ne peut être collectée.

### **Méthode 2 : La collecte d'information au niveau des systèmes d'authentification et counting**

Les routeurs PE (BNG Broadband Network Gateway) gèrent l'autorisation du client mais associent également régulièrement (toutes les deux heures) des IP avec un client box. Le BNG qui interagit avec un serveur radius pourrait permettre avec implémentation côté FAI de compter et transmettre au reste du réseau le débit d'un client.

#### *Les limites*

- Une implémentation côté FAI est nécessaire pour mettre à jour les serveurs radius pour que ceux-ci prennent en compte les tickets de volume de données transmis par les BNG (Broadband Network Gateway) ;
- Dans les zones non dégroupées, les tickets concernant le volume de données ne sont pas renvoyés.

*Préconisations :* Dans ce cas de figure, il est recommandé d'utiliser une valeur moyenne de trafic d'un client DSL du FAI pour les clients pour lesquels aucune donnée ne peut être collectée.

### **Méthode 3 : La collecte d'information au niveau des dataware house (entrepôt de données) période transitoire**

En attendant l'implémentation pour mettre en place les méthodes 1 et 2, certains opérateurs peuvent se tourner vers une troisième méthode de collecte. Via des plateformes de messagerie vidéo, des données clients sur toutes les communications (avec l'adresse IP source, destination, volume de donnée) sont stockées dans les dataware house de l'opérateur. En agrégeant certaines de ces informations, l'opérateur peut remonter le volume de trafic écoulé par tous ses clients.

#### *Les limites*

- Une implémentation côté FAI est nécessaire pour ce calcul par client ;
- Certains clients peuvent avoir la même adresse IP ;
- Les flux Peer to Peer entre box utilisateurs ne sont pas comptabilisés.

## **12.6. Annexe F – Notice explicative de l’annexe C.2 de la décision de l’ARCEP relative à la mise en place d’une collecte annuelle de données environnementales**

Ce protocole a été construit en concertation avec les opérateurs de communications électroniques que sont Orange, Free, SFR et Bouygues Telecom, dans le cadre de l’élaboration de la décision de collecte annuelle de données environnementales de l’ARCEP.

La version la plus récente est disponible via le lien suivant : <https://www.arcep.fr/actualites/les-consultations-publiques/p/gp/detail/decision-relative-collecte-annuelle-donnees-environnementales-280722.html>. Dans le cadre de la version du référentiel FAI, la dernière version du protocole ARCEP sera utilisée. Pour toute évolution du document sur de la période d’évaluation (année n), la version du 1<sup>er</sup> janvier de l’année n sera à utiliser.

## 12.7. Annexe G – Configurations de sites hébergement réseau

Configuration des sites d'hébergement réseau	Unité	Petit	Moyen	Grand	NRO	Terrasse	Pylône
<b>Urbanisation</b>							
<b>Béton</b>	m3	200	800	4 000	400	400	10
<b>Acier</b>	kg	29 400	117 600	588 000	58 800	58 800	1 470
<b>Courant fort et distribution</b>							
<b>Transformateur</b>	unité	-	1	1	-	-	-
<b>Tableau Général Basse Tension (TGBT)</b>	unité	-	1	1	1	-	-
<b>Tableau Déporté Haute Qualité (TDHQ)</b>	unité	-	2	6	-	-	-
<b>Sécurisation électrique</b>							
<b>Onduleurs</b>	unité	-	-	4	-	-	-
<b>Batteries</b>	unité	-	-	48	-	-	-
<b>Atelier 48V</b>							
<b>Redresseur</b>	unité	-	6	9	-	-	-
<b>Climatisation</b>							
<b>Climatiseur</b>	unité	-	8	14	4	-	-
<b>Centrale de Traitement air (CTA)</b>	unité	-	1	1	-	-	-
<b>Secours électrique</b>							
<b>Groupe électrogène</b>	unité	-	1 <sup>51</sup>	1 <sup>52</sup>	-	-	-
<b>Cuve à fioul remplis</b>	unité	-	2 <sup>53</sup>	1 <sup>54</sup>	-	-	-

<sup>51</sup> Utiliser des groupes entre 200 et 275kW

<sup>52</sup> Utiliser des groupes entre 800 et 2MW

<sup>53</sup> Utiliser des cuves à fioul de 2500L avec une autonomie de 72h (Doublé les cuves quand les groupes électrogènes sont doublé)

<sup>54</sup> Utiliser des cuves à fioul de 20 000L avec une autonomie de 72h (Doublé les cuves quand les groupes électrogènes sont doublé)

## 12.8. Annexe H – Liste des codes CPA concernés

Code CPA	Description
J	INFORMATION AND COMMUNICATION SERVICES
60	Programming and broadcasting services
60.2	Television programming and broadcasting services; broadcasting originals
60.20	Television programming and broadcasting services; broadcasting originals
60.20.1	Television programming and broadcasting services
60.20.11	Linear television programming and broadcasting services
61	Telecommunications services
61.1	Wired telecommunications services
61.10	Wired telecommunications services
61.10.1	Data and message transmitting services
61.10.11	Fixed telephony services - access and use
61.10.12	Fixed telephony services - calling features
61.10.13	Private network services for wired telecommunications systems
61.10.2	Carrier services for wired telecommunications
61.10.20	Carrier services for wired telecommunications
61.10.3	Data transmission services over wired telecommunications networks
61.10.30	Data transmission services over wired telecommunications networks
61.10.4	Wired Internet telecommunications services
61.10.41	Internet backbone services
61.10.42	Narrow-band Internet access services over wired networks
61.10.43	Broad-band Internet access services over wired networks
61.10.49	Other wired Internet telecommunications services
61.10.5	Home programme distribution services over wired infrastructure
61.10.51	Home programme distribution services over wired infrastructure, basic programming package
61.10.52	Home programme distribution services over wired infrastructure, discretionary programming package
61.10.53	Home programme distribution services over wired infrastructure, pay-per-view
61.2	Wireless telecommunications services
61.20	Wireless telecommunications services
61.20.1	Mobile telecommunications services and private network services for wireless telecommunications systems
61.20.11	Private network services for wireless telecommunications systems
61.20.12	Mobile voice services
61.20.13	Mobile text services
61.20.14	Mobile data services, except text services
61.20.2	Carrier services for wireless telecommunications
61.20.20	Carrier services for wireless telecommunications
61.20.3	Data transmission services over wireless telecommunications networks
61.20.30	Data transmission services over wireless telecommunications networks
61.20.4	Wireless Internet telecommunications services
61.20.41	Narrow-band Internet access services over wireless networks
61.20.42	Broad-band Internet access services over wireless networks

61.20.49	Other wireless Internet telecommunications services
61.20.5	Home programme distribution services over wireless networks
61.20.50	Home programme distribution services over wireless networks
61.3	Satellite telecommunications services
61.30	Satellite telecommunications services
61.30.1	Satellite telecommunications services, except home programme distribution services via satellite
61.30.10	Satellite telecommunications services, except home programme distribution services via satellite
61.30.2	Home programme distribution services via satellite
61.30.20	Home programme distribution services via satellite
61.9	Other telecommunications services
61.90	Other telecommunications services
61.90.1	Other telecommunications services
61.90.10	Other telecommunications services

*Tableau 18 : Codes CPA*

## INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

### TABLEAUX

Tableau 1 : Définition de l'unité fonctionnelle dans le cadre de la loi AGEC .....	7
Tableau 2 : Périmètre du cycle de vie .....	11
Tableau 3- Règles d'allocation des équipements du réseau fixe selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental .....	22
Tableau 4- Règles d'allocation des box selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental .....	23
Tableau 5- Règles d'allocation des équipements du réseau mobile selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental .....	24
Tableau 6- Règles d'allocation des sites hébergement réseaux selon le type de coefficient (a,b) du modèle environnemental .....	24
Tableau 7- Tableau de résultat intermédiaire de l'opérateur i à l'issue de l'étape 1 .....	25
Tableau 8- Règles d'allocation des équipements mutualisés du modèle environnemental .....	27
Tableau 9 - Articulation des données primaires, semi-spécifiques, secondaires pour les équipements Accès .....	34
Tableau 10 - Articulation des données secondaires pour les équipements Agrégation .....	34
Tableau 11 - Articulation des données secondaires pour les équipements Backbone.....	35
Tableau 12 - Articulation des données secondaires pour les fibres optiques.....	35
Tableau 13 - Articulation des données semi-spécifiques pour les petits sites d'hébergement réseau fixe .....	36
Tableau 14 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites moyens d'hébergement réseau fixe .....	36
Tableau 15 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites moyens d'hébergement réseau fixe .....	37
Tableau 16 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites d'hébergement réseau mobile .....	37
Tableau 17 - Articulation des données semi-spécifiques pour les sites d'hébergement réseau mobile – Terrasse et Pylone .....	37
Tableau 18 : Codes CPA.....	62

### FIGURES

Figure 1 – Positionnement du référentiel dans le contexte normatif global .....	5
Figure 2 – Etapes couvertes par le RCP, extrait et traduit de la norme ITU L.1410.....	6
Figure 3 - Schéma fonctionnel de l'articulation entre les différents RCP d'un service numérique .....	8
Figure 4 - Niveaux d'analyse du RCP « fille » .....	9
Figure 5- Illustration simplifiée de la mutualisation du réseau télécom (fixe et mobile) géré par différents opérateurs.....	13
Figure 6- Illustration des principales répartitions du modèle environnemental .....	14
Figure 7 - Modèle de distribution des impacts environnementaux des éléments du réseau selon un modèle ax+b .....	15
Figure 8- Modèle de représentation des éléments mutualisés du réseau .....	16
Figure 9- Illustration des principales répartitions proposées pour le modèle environnemental .....	18
Figure 10- Période de collecte, d'évaluation et de communication des résultats .....	19
Figure 11- Processus d'application des règles d'allocation .....	20
Figure 12- Données d'entrée de l'opérateur i avant l'étape .....	21
Figure 13- Données de résultats intermédiaires à échanger par l'opérateur i pendant l'étape 2 .....	26
Figure 14- Données de résultats intermédiaires de l'opérateur i à l'issue de l'étape 2 .....	26
Figure 15- Données de résultats intermédiaires de l'opérateur i à l'issue de l'étape 3 .....	27
Figure 16- Example of dies mapping (10 * 10 mm components) on a 300 mm wafer (Source: Caly-Technologies).....	53
Figure 17- Example of data on mask count for logic chips manufactured by 3 companies (Intel, Samsung and TSMC) according to different technology nodes (from 10 to 1.75 nm – Source: Economics in the 3D Era – Scotten W. Jones – 2020) .....	54

## SIGLES ET ACRONYMES

---

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
PCR - RCP	Product Category Rules – Règles par Catégories de Produit

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



## **PRINCIPES GÉNÉRAUX POUR L’AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL DES PRODUITS DE GRANDE CONSOMMATION**

Ce référentiel méthodologique pour l’évaluation environnementale de la Fourniture d’Accès à Internet fournit la méthode à respecter pour calculer les indicateurs de l’affichage environnemental de cette catégorie de produits.

Ce document complète et précise les règles sectorielles du RCP « mère » : « Référentiel méthodologique d’évaluation environnementale des services numériques » pour le cas des réseaux de télécommunication et la fourniture d’accès internet, et doit être lu en parallèle.

