

# REFERENTIEL PAR CATEGORIE DE PRODUIT (RCP) DES SERVICES D'HEBERGEMENT INFORMATIQUE EN CENTRE DE DONNEES ET DE SERVICES CLOUD

---

Méthodologie d'évaluation environnementale  
basée sur l'Analyse du Cycle de Vie (ACV)  
pour un service numérique

---

**RAPPORT FINAL**

Avril 2025



**FAITS & CHIFFRES**

# REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à tous les acteurs qui ont contribué à construire la première version du référentiel méthodologique d'évaluation des impacts environnementaux des services d'hébergement informatique en centre de données et services cloud, publiée en janvier 2023, notamment :

- L'ADEME, qui a financé cette action collective dans le cadre de l'Appel à projet Perfecto ;
- APL Datacenter et LCIE Bureau Veritas, qui ont coordonné opérationnellement le projet, réalisé le cadrage technique, rédigé le RCP et piloté l'opération ;
- Les membres d'Eurocloud France et le GIMELEC, qui ont soutenu et participé au projet ;
- ORANGE SA qui a contribué au cas pilote ayant permis d'améliorer la pertinence du présent référentiel ;
- L'ensemble des membres du comité technique regroupant plus de 40 participants représentant les principaux acteurs du secteur ;
- Ainsi que tous les autres contributeurs que nous n'aurions pas explicitement nommés, qui nous ont apporté leur soutien, leurs commentaires et leur relecture.

Une mise à jour de ce référentiel méthodologique a été réalisée durant l'année 2024. Il s'agissait d'une mission collective rassemblant divers acteurs du monde du centre de données et services cloud, pour mettre le RCP en application et ainsi adapter et mettre à jour la méthodologie. Dans ce cadre, nos remerciements vont aux acteurs suivants :

- L'ADEME, qui a financé cette action collective ;
- Resilio, qui a piloté et coordonné opérationnellement le projet de mise en pratique du RCP et sa mise à jour ;
- Hubblo et Kleis Technology, partenaires sur le projet et qui ont contribué à la réalisation concrète de la méthodologie par les calculs ;
- Les acteurs du monde du centre de données et des services cloud qui ont soutenu et participé au projet, dont AWS, Cap Gemini, DATA4, Exoscale, Orange, OVH Cloud, Qarnot Computing et Scaleway.

**Date de publication de la première version du document :** Janvier 2023

**Date de dernière mise à jour du document :** Avril 2025

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 : 2102D0020**

**Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par :** NegaOctet, Resilio, Kleis, Hubblo

**Coordination technique - ADEME :** MEYER Julia, PEREZ Alexis

**Direction/Service :** Direction Economie Circulaire et Déchets, Service Sobriété Numérique

# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	1
GLOSSAIRE.....	6
SIGLES ET ACRONYMES .....	7
<b>1. PORTEE DU REFERENTIEL .....</b>	<b>8</b>
1.1. Objectif du document.....	8
1.2. Public et champ d'application.....	9
1.2.1. Centres de données .....	10
1.2.2. Services cloud.....	11
1.2.3. Services d'hébergement.....	11
1.3. Positionnement par rapport à la norme ITU L.1410 / ETSI 203 199 .....	12
1.4. Positionnement par rapport à la méthode décrite dans le <i>Greenhouse Gas Protocol</i> .....	12
<b>2. UNITES D’AFFICHAGE .....</b>	<b>13</b>
2.1. Unité fonctionnelle.....	13
2.2. Schéma fonctionnel et diagramme de flux de données .....	15
2.3. Approches d'ACV.....	15
<b>3. FRONTIERES DU SYSTEME .....</b>	<b>16</b>
3.1. Etapes et flux inclus.....	16
3.2. Exclusions .....	16
<b>4. HYPOTHESES DE MODELISATION ET REGLES D’ALLOCATION ENTRE PRODUITS ET COPRODUITS .....</b>	<b>18</b>
4.1. Approche globale .....	18
4.2. Phase de fabrication .....	18
4.2.1. Durée de vie des équipements.....	18
4.2.2. Cas particulier du « spare » .....	19
4.3. Phase de distribution.....	19
4.4. Phase d'utilisation .....	19
4.4.1. Mesure de la consommation électrique.....	19
4.4.2. Cas particulier de l'autoconsommation.....	20
4.4.3. Cas particulier des Power Purchase Agreement (PPA) .....	20
4.5. Phase de maintenance .....	20
4.6. Phase de fin de vie.....	21
4.6.1. Cas particulier de l'utilisation de la chaleur fatale.....	21
<b>5. ARTICULATION ENTRE LES DONNEES.....</b>	<b>22</b>
5.1. Mode de collecte des données primaires .....	22
5.1.1. Approche privilégiée .....	22

5.1.2.	Représentativité des données selon l'objectif de l'étude.....	22
5.1.3.	Cas particulier de la période de montée en charge.....	23
5.2.	Complétude et articulation entre les données primaires, secondaires et semi-spécifiques .....	23
5.3.	Qualité des données.....	23
6.	<b>INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX.....</b>	<b>24</b>
6.1.	Données à l'origine des impacts environnementaux .....	24
6.2.	Indicateurs environnementaux retenus.....	24
6.3.	Autres indicateurs environnementaux pertinents .....	24
7.	<b>VALIDATION TEMPORAIRE DES DONNEES ET FREQUENCE DE MISE A JOUR .....</b>	<b>24</b>
8.	<b>MODE DE VALIDATION DES DONNEES ET DES RESULTATS .....</b>	<b>25</b>
9.	<b>COMMUNICATION DES RESULTATS .....</b>	<b>25</b>
10.	<b>MODALITE DE PRISE EN COMPTE DU DECALAGE DANS LE TEMPS DES EMISSIONS DE GES (GAZ A EFFET DE SERRE) .....</b>	<b>25</b>
11.	<b>LIMITES.....</b>	<b>25</b>
12.	<b>DESCRIPTION METHODOLOGIQUE PAR UNITE FONCTIONNELLE .....</b>	<b>26</b>
12.1.	<b>UF1 : Fournir les services d'hébergement permettant le fonctionnement des équipements informatiques physiques.....</b>	<b>26</b>
12.1.1.	Description de l'unité fonctionnelle .....	26
12.1.2.	Frontières du système.....	26
12.1.3.	Règles d'allocation .....	30
12.1.4.	Articulation entre les données .....	30
12.2.	<b>UF2 : Mettre à disposition un serveur physique hébergé en centre de données avec une capacité de calcul donnée.....</b>	<b>32</b>
12.2.1.	Description de l'unité fonctionnelle .....	32
12.2.2.	Frontières du système.....	32
12.2.3.	Règles d'allocation .....	34
12.2.4.	Articulation entre les données .....	36
12.3.	<b>UF3 : Mettre à disposition un équipement de stockage hébergé en centre de données avec une capacité de stockage donnée .....</b>	<b>37</b>
12.3.1.	Description de l'unité fonctionnelle .....	37
12.3.2.	Frontières du système.....	37
12.3.3.	Règles d'allocation .....	40
12.3.4.	Articulation entre les données .....	41
12.4.	<b>UF4 : Mettre à disposition un équipement réseau hébergé en centre de données avec des caractéristiques données .....</b>	<b>42</b>
12.4.1.	Description de l'unité fonctionnelle .....	42
12.4.2.	Frontières du système.....	42
12.4.3.	Règles d'allocation .....	45
12.4.4.	Articulation entre les données .....	46
12.5.	<b>UF5 : Exécuter 1h de calcul de cœur processeur .....</b>	<b>47</b>
12.5.1.	Description de l'unité fonctionnelle .....	47

12.5.2.	Frontières du système.....	47
12.5.3.	Articulation entre les données .....	49
12.5.4.	Règles d'allocation .....	51
12.5.5.	Articulation entre les données .....	51
<b>12.6.</b>	<b>UF6 : Mettre à disposition un serveur virtuel avec une configuration donnée.....</b>	<b>52</b>
12.6.1.	Description de l'unité fonctionnelle .....	52
12.6.2.	Frontières du système.....	53
12.6.3.	Articulation entre les données .....	55
12.6.4.	Règles d'allocation .....	57
<b>12.7.</b>	<b>UF7 : Mettre à disposition un espace de stockage de type 'block' avec une configuration donnée... 59</b>	
12.7.1.	Description de l'unité fonctionnelle .....	59
12.7.2.	Frontières du système.....	60
12.7.3.	Articulation entre les données .....	62
12.7.4.	Règles d'allocation .....	63
<b>12.8.</b>	<b>UF « agrégée ».....</b>	<b>66</b>
12.8.1.	Description du modèle d'unité fonctionnelle.....	66
12.8.2.	Exemple de mise en pratique.....	67
<b>13.</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>68</b>
<b>13.1.</b>	<b>Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiques.....</b>	<b>68</b>
<b>13.2.</b>	<b>Annexe B – Articulation entre les données .....</b>	<b>69</b>
<b>13.3.</b>	<b>Annexe C – Durée de vie standards des équipements.....</b>	<b>71</b>
<b>13.4.</b>	<b>Annexe D - Données génériques .....</b>	<b>72</b>
13.4.1.	Consommables.....	72
13.4.2.	Unité fonctionnelle n°1 : Bâtiments et environnement technique.....	73
<b>13.5.</b>	<b>Annexe E - Les Power Purchase Agreement (PPA) .....</b>	<b>75</b>
<b>13.6.</b>	<b>Annexe F – La chaleur fatale .....</b>	<b>78</b>
<b>13.7.</b>	<b>Annexe G – Comparaison avec d'autres standards .....</b>	<b>79</b>
13.7.1.	GHG Protocol et vérification d'alignement.....	79
13.7.2.	Comparaison avec d'autres normes et méthodologies environnementales .....	80
	<b>INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES.....</b>	<b>84</b>

## GLOSSAIRE

---

**Attaché** : Terme désignant une capacité de stockage se trouvant dans le châssis du serveur physique qui héberge le serveur virtuel. Il s'oppose au terme « remote » qui désigne une capacité de stockage proposé dans un serveur virtuel mais se situant en dehors du châssis du serveur physique.

**BMC** : (Baseboard Management Controller) Composants matériels qui collectent des données, notamment sur la consommation électrique d'un équipement informatique, via le IMPI (Intelligent Platform Management Interface) / redfish.

**Émissions fugitives** : Les émissions fugitives désignent les rejets de polluants ou de gaz dans l'atmosphère qui se produisent de manière non intentionnelle ou à la suite de fuites, de déversements ou d'autres sources non intentionnelles. Dans ce cas du présent document, il s'agit uniquement d'émissions fugitives de gaz réfrigérants et gaz utilisés comme isolants électriques.  
Ex : SF6, R513A, etc.

**Équipement de « pré-production »** : Les équipements de pré-production sont des équipements qui servent à héberger un service et le tester avant sa mise en ligne, en production.

**Équipement « spare »** : Les équipements en « spare » sont des équipements de rechange, non utilisés et non branchés mais qui sont disponibles pour être utilisés, par exemple pour remplacer un équipement défaillant. Ainsi ces équipements ne sont pas pris en compte dans la planification des capacités commercialisées.

**Instance « burstable »** : Une instance « burstable » est une instance de machine virtuelle qui fournit un niveau de référence de performances avec la possibilité de dépasser ce niveau de référence, et donc le niveau de ressources réservées, pour prendre en charge des pics d'utilisation occasionnels.<sup>1</sup>

**Instance « spot »** : Une instance « spot » est une instance de machine virtuelle fonctionnant avec une capacité de calcul non utilisée mais non réservée. Son prix est significativement plus bas. Cependant, elle peut être retirée à tout moment si la demande de capacité augmente.

**Montée en charge** : La montée en charge est la période suivant la mise en production d'un nouveau centre de donnée ou service cloud, et pendant laquelle le nombre d'utilisateurs augmente progressivement. Le taux de remplissage durant cette période n'est donc pas représentatif du taux prévisionnel envisagé. Cette définition ne concerne que les nouveaux services ou infrastructures. L'augmentation de l'infrastructure pour un service déjà existant n'est pas pris en compte.

**Réservé** : Terme désignant une capacité commandée par un utilisateur et donc réservé pour l'usage de cet utilisateur. Cela ne veut pas dire que cette capacité sera utilisée à 100%. Cependant, elle est dédiée à l'utilisateur l'ayant réservé et ne peut donc pas être attribuée à un autre utilisateur.

**Taux de remplissage** : Le taux de remplissage est le taux de complétude du déploiement de la surface de salle informatique dans un centre de données jusqu'à atteindre la capacité maximale du site.

**vCPU** : (« virtual CPU ») Terme désignant une représentation logicielle d'un cœur de calcul ou d'une fraction d'un cœur de calcul, d'un CPU. C'est une unité arbitraire qui n'a pas de fondement physique et peut être différente d'un acteur du domaine à un autre, mais qui permet de compartimenter l'usage du CPU. On peut ainsi allouer arbitrairement une sous-partie des capacités de calculs du CPU (d'un ou plusieurs de ses cœurs), à une instance/machine virtuelle. Le nombre de vCPU alloués à l'instance, sera présenté par le système d'exploitation de cette instance, comme le nombre de cœurs de calculs disponibles, même s'il ne fournit qu'une sous partie de la capacité du ou des cœurs de calculs sous-jacents.

---

<sup>1</sup> Source : <https://docs.oracle.com/fr-fr/iaas/Content/Compute/References/burstable-instances.htm>

## SIGLES ET ACRONYMES

---

<b>ACV</b>	Analyse du Cycle de Vie
<b>AICV</b>	Analyse des Impacts du Cycle de Vie
<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
<b>BMC</b>	Baseboard Management Controller
<b>CaaS</b>	Container as a Service
<b>CER</b>	Cooling Efficiency Ratio
<b>CSRD</b>	Corporate Sustainability Reporting Directive
<b>CUE</b>	Carbon Usage Effectiveness
<b>ERF</b>	Energy Reuse Factor
<b>ESG</b>	Environmental and Social Governance
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>FaaS</b>	Function as a Service
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>IaaS</b>	Infrastructure as a Service
<b>ICV</b>	Inventaire du Cycle de Vie
<b>IMPI</b>	Intelligent Platform Management Interface
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>IT</b>	Information Technology
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union
<b>PaaS</b>	Platform as a Service
<b>PCR</b>	Product Category Rules
<b>PEF</b>	Product Environmental Footprint
<b>PUE</b>	Power Usage Effectiveness
<b>RCP</b>	Règles par Catégories de Produit
<b>REF</b>	Renewable Energy Factor
<b>SaaS</b>	Software as a Service
<b>TIC</b>	Technologies de l'Information et de la Communication
<b>WUE</b>	Water Usage Effectiveness

# 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 « parent » : « Référentiel méthodologique d’évaluation environnementale des services numériques » pour le cas des services d’hébergement informatique en centre de données et services cloud. Dans le cas où des règles de ce document iraient à l’encontre des règles du RCP « parent », cela est clairement stipulé.

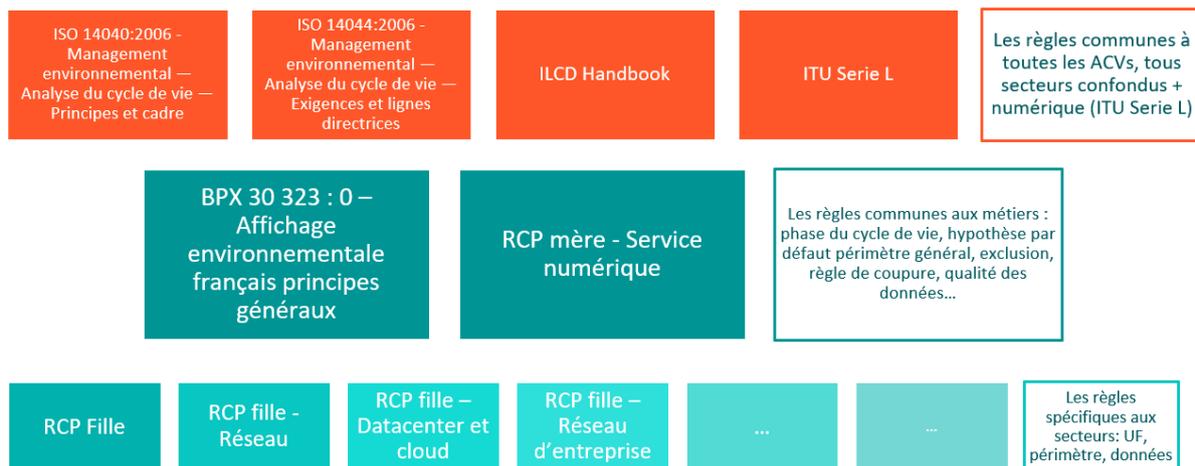


Figure 1: Positionnement du référentiel dans le contexte normatif global

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 par son RCP « parent ».

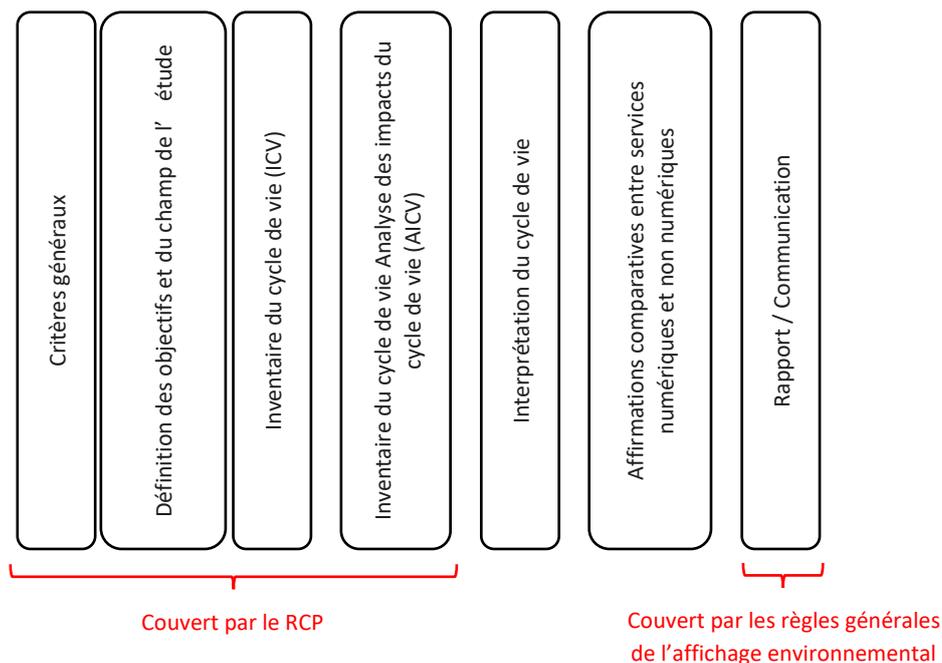


Figure 2: Etapes couvertes par le RCP, extrait et traduit de la norme ITU L.1410

## 1.2. Public et champ d'application

**Le présent référentiel est spécifiquement dédié à l'évaluation environnementale d'hébergement informatique en centre de données et de services cloud.**

Le présent document s'adresse aux organisations qui proposent des services d'hébergement informatique en centre de données et/ou des services cloud.

Il a pour objectif :

- D'encadrer la méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux d'hébergement informatique en centre de données et des services cloud ;
- De simplifier la méthode de calcul afin de faciliter l'affichage environnemental pour les entreprises qui les commercialisent.

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, infrastructures numériques et d'autres services numériques pour capter, faire circuler, traiter, analyser, restituer et stocker des données. Ces équipements et infrastructures étant caractérisés en 3 tiers : terminaux, réseaux de télécommunication et centres informatiques ; 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.

Les services numériques peuvent être délivrés et utilisés par des entreprises, particuliers, administrations, collectivités et autres entités sans restriction.

Pour rappel, les règles d'affichage environnemental des services numériques sont définies par le RCP « parent » sur les services numériques. Ainsi, pour évaluer les impacts environnementaux d'un service numérique de bout en bout qui se basent sur des services cloud (par exemple « Mettre à disposition un compte utilisateur sur une solution SaaS » ou « Exécuter un acte métier sur une solution SaaS »), les règles du RCP « parent » et les règles présentées dans les référentiels suivants, devront être suivies :

- Pour l'évaluation de l'impact environnemental des terminaux utilisateurs et objets communicants : règles sectorielles existantes et la norme ITU L.1410 ;
- Pour l'évaluation de l'impact environnemental des réseaux fixe et mobile : RCP Fourniture d'Accès Internet ;

- Pour l'évaluation de l'impact environnemental du réseau local d'entreprise : RCP Réseau local et services de téléphonie d'entreprise, UF1 : « Fournir un réseau local » ;
- Pour l'évaluation de l'impact environnemental du système d'information : RCP Système d'information ;
- Pour l'évaluation de l'impact du Cloud : le présent référentiel RCP Services d'hébergement informatique en centre de données et de services cloud service, en choisissant l'UF correspondant à la mise en œuvre du service.

### 1.2.1. Centres de données

Les centres de données ou centres de données sont définis par la norme EN 50600-1 comme des structures ou un groupe de structures, dédiés à l'hébergement, à l'interconnexion et à l'exploitation centralisés des équipements de télécommunication des technologies de l'information et des réseaux fournissant des services de stockage, de traitement et de transport de données ainsi que les installations et infrastructures de distribution d'énergie et de contrôle de l'environnement, ainsi que les niveaux nécessaires de résilience et de sécurité requis pour fournir la disponibilité de service souhaitée.<sup>2</sup>

Pour synthétiser, un centre de données répond à trois fonctions principales : la production de froid, l'alimentation électrique des équipements informatiques et la garantie de sécurité des équipements informatiques.

Les centres de données doivent répondre à 3 niveaux d'exigences complémentaires :

- **La résilience électrique et la résilience technique** pour permettre un fonctionnement sans interruption 24/7. Plusieurs standards détaillent les prérequis de dimensionnement par niveau de disponibilité (Uptime Institute, EN 50600, TIA 942) ;
- **La sécurité physique et logique** pour garantir l'intégrité des équipements et données hébergées ;
- **La performance énergétique et environnementale** car les centres de données, à l'instar des autres acteurs du numérique, sont de plus en plus questionnés sur leurs impacts environnementaux.

Les centres de données sont caractérisés par :

- **Leur taille**, qui peut varier de plusieurs dizaines de mètres carrés (exemple des salles informatiques associées aux espaces tertiaires) à plusieurs milliers de mètres carrés (exemple des centres de données dits hyperscaler) ;
- **Leur architecture**, l'architecture d'un centre de données est un élément important à prendre en compte car plusieurs cas de figures peuvent se présenter :
  - Construction d'un bâtiment neuf ;
  - Rénovation d'un centre de données existant ;
  - Réhabilitation d'un bâtiment existant à des fins d'hébergement de salles informatiques ;
  - Optimisation de surface d'un bâtiment existant à des fins d'hébergement de salles informatiques.

Dans les trois premiers cas de figure, la construction, la rénovation ou la réhabilitation peut porter sur un bâtiment qui sera soit dédié à 100% à l'hébergement de salles informatiques, soit dédié d'une part à l'hébergement de salles informatiques, d'autres part à une autre fonctionnalité, comme la mise à disposition de bureaux à usage tertiaire.

- **Leur densité**, exprimée en puissance électrique (kW ou kVA) installée par unité de surface de salle informatique (par baie ou par mètre carré), la densité correspond à la puissance électrique maximale utilisable par les équipements informatiques sur une unité de surface ;
- **Le niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie**, dont découle un choix de technologies de refroidissement et de valeur de PUE. Différentes technologies de refroidissement généralement utilisées dans les centres de données peuvent être : freecooling, freechilling, système d'immersion, etc. ;
- **Le taux de charge du centre de données (ratio entre la Puissance informatique installée disponible et la puissance informatique utilisée) :**
  - La puissance informatique installée disponible est définie comme la capacité électrique maximum du centre de données pouvant alimenter les équipements informatiques ;
  - La puissance informatique commercialisée (PuissCommDC) est définie comme la somme des puissances informatique du centre de données réservées par les clients ;

---

<sup>2</sup> EN 50600-1 : Technologie de l'information - Installation et infrastructures de centres de traitement de données - Partie 1 : concepts généraux

- La puissance informatique moyenne (PuissConsoDC) est définie comme part de puissance informatique des équipements informatiques installés dans le centre de données réellement utilisés (mesurée à l'échelle du centre de données).

### 1.2.2. Services cloud

Le Cloud computing est un terme largement utilisé qui regroupe plusieurs modèles économiques et services, il est caractérisé par « l'accès via un réseau de télécommunication à des ressources informatiques partagées et configurables »<sup>3</sup>. En pratique, il se définit par :

- Des ressources informatiques utilisables en self-service et à la demande ;
- Un accès universel depuis tout type de terminal ;
- La mutualisation et l'optimisation des ressources au sein de centres de données ;
- L'élasticité, un utilisateur pouvant sans délais mobiliser une capacité de stockage ou une puissance de calcul ;
- La mesure continue des usages et le paiement à l'usage.

Les services de cloud computing incluent plusieurs types de services :

- **Infrastructure as a Service (IaaS),**

Le service rendu au consommateur correspond à la fourniture de ressources de traitement, de stockage, de réseaux et d'autres ressources informatiques fondamentales où le consommateur peut déployer et exécuter des logiciels arbitraires, qui peuvent inclure des systèmes d'exploitation et des applications. Le consommateur ne gère ni ne contrôle les infrastructures cloud sous-jacentes, mais il a le contrôle des systèmes d'exploitation, du stockage et des applications déployées ; il peut également exercer un contrôle limité sur certains composants de réseau.<sup>4</sup>

- **Platform as a Service (PaaS),**

Le service rendu au consommateur correspond à la fourniture d'un environnement d'exécution permettant de déployer des applications créées par le consommateur ou acquises par lui, créées à l'aide de langages de programmation, de bibliothèques, de services et d'outils pris en charge par le fournisseur. Le consommateur ne gère ni ne contrôle l'infrastructure cloud sous-jacente, notamment le réseau, les serveurs, les systèmes d'exploitation ou le stockage, mais il a le contrôle des applications déployées et éventuellement des paramètres de configuration de l'environnement d'hébergement des applications.<sup>5</sup>

- **Software as a Service (SaaS).**

Le service rendu au consommateur correspond à la fourniture d'une application fonctionnant sur une infrastructure cloud. Les applications sont accessibles à partir de divers dispositifs clients par le biais d'une interface client léger, telle qu'un navigateur Web, ou d'une interface de programme. Le consommateur ne gère pas ou ne contrôle pas l'infrastructure en nuage sous-jacente, y compris le réseau, les serveurs, les systèmes d'exploitation, le stockage ou même les capacités des applications individuelles, à l'exception peut-être des paramètres de configuration limités des applications spécifiques à l'utilisateur.<sup>6</sup>

Les services FaaS (Function as a Service) et CaaS (Container as a Service) ne possèdent pas de définition standardisée, comme les services cités plus haut. Le CaaS est un service proche du IaaS dans son mode de fonctionnement tandis que le FaaS est similaire au PaaS, mais avec une granularité plus fine.

### 1.2.3. Services d'hébergement

De plus, au-delà de la mise à disposition de puissance de calcul mutualisée, une autre catégorie de services du monde des centres de données est l'ensemble des services d'hébergement. Il s'agit de la mise à disposition d'une machine physique au consommateur. Cela concerne les serveurs de calcul comme les équipements informatiques de stockage de données.

Plusieurs variantes sont possibles :

- Hébergeur propriétaire ou consommateur propriétaire de ses équipements informatiques ;

<sup>3</sup> SP 800-145- The NIST Definition of Cloud Computing

<sup>4</sup> ICT Sector Guidance built on the GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (chapter 4)

<sup>5</sup> ICT Sector Guidance built on the GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (chapter 4)

<sup>6</sup> ICT Sector Guidance built on the GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard (chapter 4)

- Equipements informatiques dédiés à un seul utilisateur ou « mutualisés », c'est-à-dire partagés entre différents utilisateurs ;
- Equipements gérés ou non gérés. Dans le premier cas, l'organisation qui héberge le serveur assure également la maintenance logicielle et matérielle. Dans le second cas, cette charge revient au consommateur.

### 1.3. Positionnement par rapport à la norme ITU L.1410 / ETSI 203 199<sup>7</sup>

La norme ITU L.1410 « Methodology for environmental life cycle assessments of information and communication technology goods, networks and services » développée conjointement par l'ITU et l'ETSI (numérotation ETSI : 203 199) complémente les normes ISO 14040 et ISO 14044 pour le secteur des produits, réseaux et services IT. Elle est à l'heure actuelle la seule norme internationale sur les ACV de services numériques. Sans portée contraignante, elle indique un idéal vers lequel les praticiens ACV doivent tendre sans qu'il soit nécessairement possible de répondre à toutes les recommandations.

Le positionnement du présent RCP par rapport à cette norme est :

- De respecter les principes de la norme dès que possible ;
- De compléter la norme en fonction des besoins spécifiques liés à l'affichage environnemental français ;
- De fournir des règles, hypothèses et données secondaires de nature à simplifier la réalisation des ACV de services numériques à destination d'un public moins expert que celui de la norme.

D'une manière globale, le RCP s'inscrit dans le contexte de la norme et, s'il vient spécifier certains éléments, ne rentre pas en contradiction avec celle-ci.

### 1.4. Positionnement par rapport à la méthode décrite dans le *Greenhouse Gas Protocol*

Le présent référentiel a été construit indépendamment des règles identifiées dans le protocole international sur les gaz à effets de serre connu sous le nom de « GHG Protocol »<sup>8</sup>. Néanmoins, une vérification de l'alignement à ce protocole a été réalisée et est présentée en Annexe G – Comparaison avec d'autres standards GHG Protocol et vérification d'alignement.

---

<sup>7</sup> <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410-201412-I/fr>

<sup>8</sup> GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard ICT Sector Guidance – WBSC&WRI

## 2. Unités d’affichage

### 2.1. Unité fonctionnelle

Afin de couvrir l’ensemble des services d’hébergement informatique en centre de données et des services cloud plusieurs unités fonctionnelles ont été retenues :

- **UF1** : Fournir les services d’hébergement permettant le fonctionnement des équipements informatiques physiques
- **UF2** : Mettre à disposition un serveur physique hébergé en centre de données avec une capacité de calcul donnée
- **UF3** : Mettre à disposition un équipement de stockage hébergé en centre de données avec une capacité de stockage donnée
- **UF4** : Mettre à disposition un équipement réseau hébergé en centre de données avec des caractéristiques données
- **UF5** : Exécuter 1h de calcul de cœur processeur
- **UF6** : Mettre à disposition un serveur virtuel avec une configuration donnée
- **UF7** : Mettre à disposition un espace de stockage de type ‘block’ avec une configuration donnée
- **UF « agrégée »** : Il s’agit d’un modèle à partir duquel une modélisation spécifique d’un service Cloud peut être définie, en utilisant les unités fonctionnelles précédentes.

Les différentes unités fonctionnelles reposent les unes sur les autres, comme représenté sur la Figure 3 :

- Les UF 2 à 4 modélisant les équipements physiques, reposent sur l’UF 1 ;
- Les UF 5 à 7 modélisant les services de type IaaS, reposent sur les UF 2 à 4 ;
- L’UF « agrégée » repose sur toutes les UF précédentes.

Cette structure permet de modéliser les impacts environnementaux de services cloud de complexité variable ainsi qu’une grande adaptabilité permettant de modéliser des services Cloud basés sur des architectures qui peuvent être très différentes d’un service à un autre et d’un acteur à un autre.

**Les définitions des unités fonctionnelles et leur périmètre sont détaillés à la section 12 du présent référentiel.**

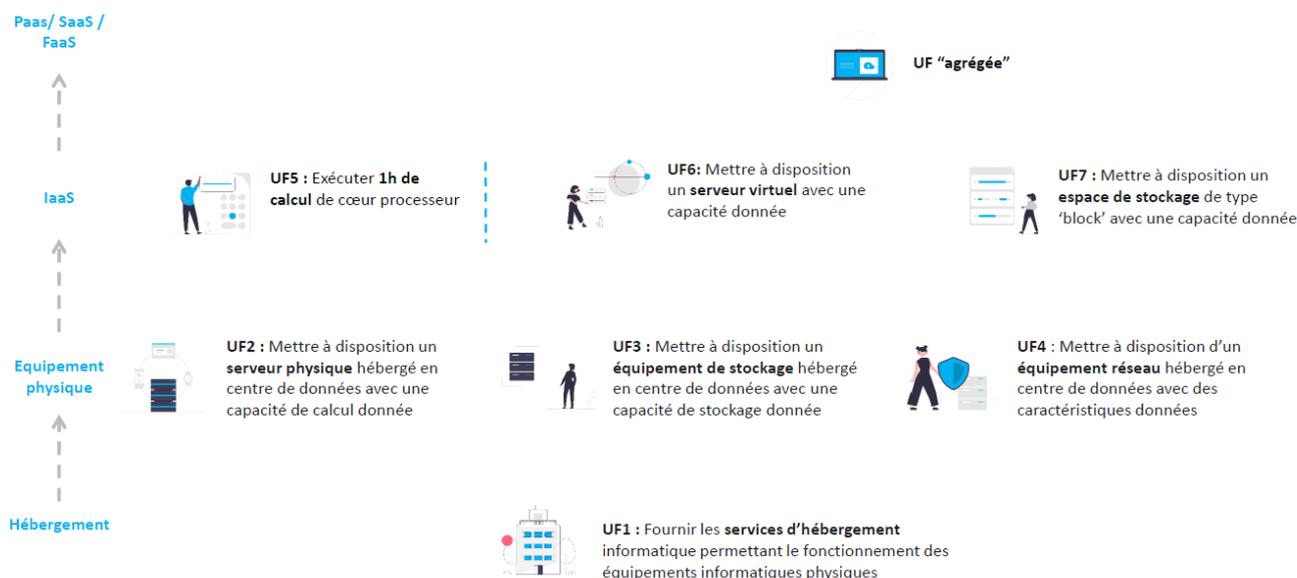


Figure 3 : Présentation et répartition des unités fonctionnelles selon le type de service fourni

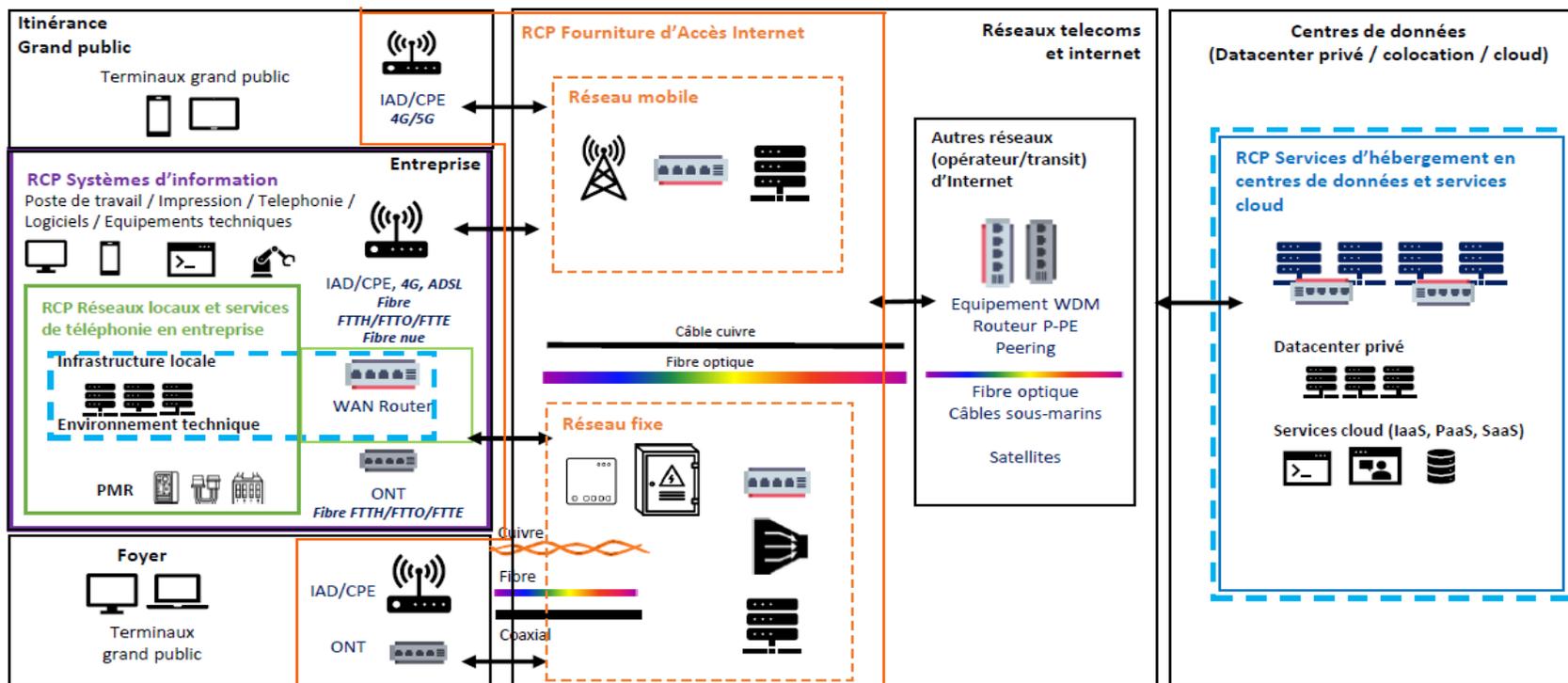


Figure 4: Schéma fonctionnel de l'articulation entre les différents RCP d'un service numérique

**Légendes :**

Bleu clair : Centres de données et services cloud – tiers couvert par le présent référentiel

↔ Echange de données

## 2.2. Schéma fonctionnel et diagramme de flux de données

Afin de comprendre le service numérique, d'identifier les données structurelles et de permettre d'établir le périmètre et les frontières du système à considérer, il est nécessaire d'établir un schéma fonctionnel et un diagramme de flux de données du service numérique considéré.

- **Le schéma fonctionnel** indique les principaux ensembles d'équipements ou de sites mobilisés pour 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 est proposé à la Figure 4. Si le schéma fonctionnel proposé dans le présent référentiel est macro, il devra être complété par une cartographie et caractérisation des ensemble d'équipements utilisés par le fournisseur du service numérique.

Le diagramme de flux n'est pas pertinent dans le cadre de ces règles sectorielles. En effet, elles traitent de la partie centre de données (niveau 2), et non d'un service numérique dans sa globalité (niveau 1), comme représenté sur la Figure 5.

## 2.3. Approches d'ACV

L'approche retenue minimale est l'approche screening. Ce référentiel permet d'aller jusqu'à une approche complète.

Le tableau suivant résume les différentes approches et leurs caractéristiques :

Approche	Phases du cycle de vie	Indicateurs	Données de collecte	Données de modélisation
Approche monocritère ou mono-étape	Incomplet	Incomplet	Données d'impact ne couvrant pas tous les indicateurs	N/A
Approche screening	Complet	Complet	Données d'impact et/ou de sources non-homogènes (déclarations environnementales de fabricants, études, etc.)	Niveau de granularité large (tier, ou système large)
Approche simplifiée	Complet	Complet	Données d'ICV homogènes secondaires	Niveau de granularité intermédiaire (systèmes plus fin, équipements)
Approche complète	Complet	Complet	Données d'ICV homogènes primaire	Niveau de granularité fine (équipements spécifiques)

Tableau 1 : Différentes approches d'ACV et leurs caractéristiques

**Note 1** : L'approche d'une partie de l'ACV dépend de son paramètre le plus faible.

**Note 2** : L'approche au global de l'ACV est égal à l'approche la plus faible de ses parties.

**Note 3** : La communication externe de données environnementale ou de comparaison entre plusieurs service numériques doit idéalement s'appuyer sur des approches ACV complète.

## 3. Frontières du système

### 3.1. Etapes et flux inclus

Le tier des services numériques considéré pour chacune des unités fonctionnelles listés ci-dessus sera le Niveau 2- Centre de données / services cloud.

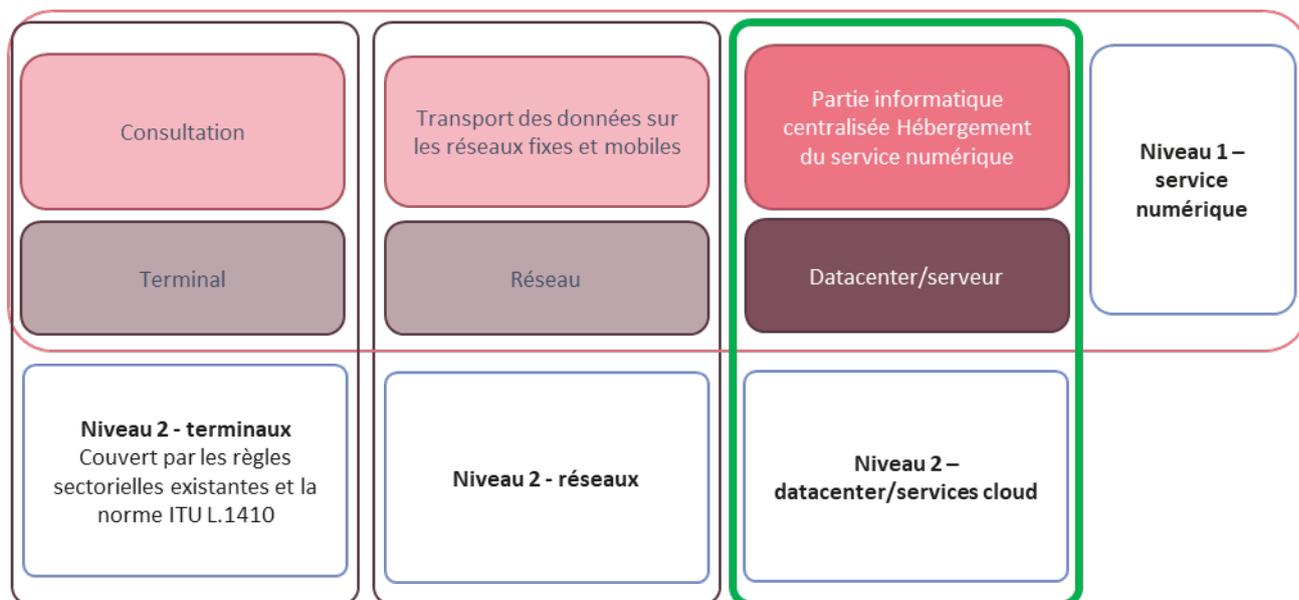


Figure 5 : Niveaux d'analyse du RCP « enfant »

Ces règles sectorielles « enfants » couvrent le niveau suivant : Niveau 2 – Centres de données/Services Cloud.

**Pour chaque équipement du tiers centres de données / services cloud, les étapes du cycle de vie prises en compte sont détaillées par unité fonctionnelle à la section 12.**

### 3.2. Exclusions

Les exclusions suivantes sont des exclusions générales, valables pour toutes les unités fonctionnelles. Les exclusions spécifiques à chaque unité fonctionnelle sont détaillées dans la section 12.

Conformément au RCP « Services Numériques », les étapes suivantes sont exclues de l'évaluation environnementale :

- Les flux liés à la R&D ;
- Les flux liés aux transports des salariés du domicile jusqu'au lieu de travail et les déplacements professionnels ;
- Les flux liés aux services associés à un produit ou un système tels que la publicité, le démarchage et le marketing ;
- Les flux liés aux services de vente (boutiques, SAV, etc.) ;
- Les flux liés aux services administratifs.

Cela implique que les équipements informatiques physiques dédiés à des activités de développement ou de test ne sont pas inclus dans le périmètre, car considérés comme faisant partie de la R&D. A l'inverse, les équipements informatiques physiques

dédiés à la pré-production<sup>9</sup>, les équipements de rechange (« spare »)<sup>10</sup> et les pièces détachées supplémentaires doivent être pris en compte.

Il existe une grande variété de services cloud. Certains possèdent des spécificités bien particulières. Les instances « burstable »<sup>11</sup> ou « spot »<sup>12</sup> par exemple, ne font pas partie des services pris en compte dans ce document à cause de l'impossibilité de les quantifier précisément par des grandeurs réservées.

De plus, les déplacements de toutes sortes sont exclus car considérés comme négligeables et induisent une grande complexité dans la collecte de données. Sont concernés par exemple les déplacements suivants : déplacements domicile travail des salariés, déplacements professionnels des salariés, déplacements des clients jusqu'au data centre, déplacements d'acteurs professionnels tiers pour de la maintenance ou d'autres activités, etc.

---

<sup>9</sup> Les équipements de pré-production sont des équipements qui servent à héberger un service et le tester avant sa mise en ligne, en production. Cette définition est disponible dans le glossaire, au début du document.

<sup>10</sup> Les équipements en « spare » sont des équipements de rechange, non utilisés et non branchés mais qui sont disponibles pour être utilisés, par exemple pour remplacer un équipement défaillant. Ainsi ces équipements ne sont pas pris en compte dans la planification des capacités commercialisées.

<sup>11</sup> Une instance « burstable » est une instance de machine virtuelle qui fournit un niveau de référence de performances avec la possibilité de dépasser ce niveau de référence, et donc le niveau de ressources réservées, pour prendre en charge des pics d'utilisation occasionnels. Cette définition est disponible dans le glossaire, au début du document.

<sup>12</sup> Une instance « spot » est une instance de machine virtuelle fonctionnant avec une capacité de calcul non utilisée mais non réservée. Son prix est significativement plus bas. Cependant, elle peut être retirée à tout moment si la demande de capacité augmente. Cette définition est disponible dans le glossaire, au début du document.

## 4. Hypothèses de modélisation et règles d'allocation entre produits et coproduits

---

### 4.1. Approche globale

L'approche considérée est une approche par équipement : chaque équipement utilisé par le service numérique constitue un intrant primaire ou secondaire. Le service numérique est considéré comme la somme des usages de chaque équipement, chaque usage étant défini par une règle d'allocation par rapport aux impacts totaux de l'équipement. L'impact est donc calculé sur le service total avant de calculer la part spécifique de l'unité fonctionnelle en fonction des caractéristiques considérées. Ces règles d'allocation sont précisées pour chaque unité fonctionnelle dans la section 12.

On distingue les **équipements dédiés** à l'unité fonctionnelle considérée et les **équipements mutualisés** (équipements réseau, serveurs et équipements de stockage), dont l'usage va vers plusieurs services. On applique dans ce second cas une règle d'allocation spécifique supplémentaire. Les allocations se font sur la puissance consommée par l'équipement concerné (W), la quantité de RAM (Go), la quantité de stockage (Go) et le nombre de CPU virtuels ou vCPU<sup>13</sup>. Ces règles d'allocations sont précisées par unité fonctionnelle à la section 12.

*Remarque* : La notion de vCPU n'est pas une unité officielle et sa définition n'est pas forcément cohérente d'un acteur du domaine à un autre. Cependant, l'utilisation du nombre de vCPU dans un ratio du type :

$$\frac{\text{Nombre vCPU de la VM}}{\text{Nombre de vCPU réellement fournis aux utilisateurs}}$$

ne pose pas de problème, du moment que la définition de vCPU est la même au numérateur et au dénominateur de la fraction. De plus, les GPU s'il y en a ne sont pas pris en compte dans les allocations.

### 4.2. Phase de fabrication

Les impacts de la phase de fabrication comprennent l'extraction des matières premières, les transports en amont et les procédés de fabrication des composants et équipements considérés, ainsi que des éléments d'architecture technique considérés.

#### 4.2.1. Durée de vie des équipements

La durée de vie de l'équipement physique (informatiques et non-informatiques) devra être spécifiée. Elle est utilisée pour amortir les impacts des phases de fabrication, distribution et fin de vie des équipements sur la durée de l'étude considérée.

*Exemple* : Si un serveur a un impact à la fabrication de 500kg et une durée de vie de 5ans, alors sur une étude de durée 1 an, son impact à la fabrication sera de 100kg.

Pour les équipements venant du marché standard (neuf), la durée de vie considérée est par défaut la **durée d'usage estimée en interne** au sein de l'organisation. Si cette donnée n'est pas connue de l'organisation, les durées de vie standards données en Annexe C peuvent être utilisées. Au-delà de la durée de vie estimée, on considérera la **durée de vie totale réelle** de l'équipement.

*Remarque* : Dans le domaine des centres de données où le renouvellement des pièces et composants au cours de la durée de vie du serveur est fréquent, il peut y avoir des écarts conséquents entre les durées de vie des différents composants. S'il n'est pas possible de connaître précisément les durées de vie des composants séparément, alors il convient d'utiliser la durée de vie moyenne pour l'équipement informatique dans son ensemble.

---

<sup>13</sup> Terme désignant une représentation logicielle d'un cœur de calcul ou d'une fraction d'un cœur de calcul, d'un CPU. C'est une unité arbitraire qui n'a pas de fondement physique et peut être différente d'un acteur du domaine à un autre, mais qui permet de compartimenter l'usage du CPU. On peut ainsi allouer arbitrairement une sous-partie des capacités de calculs du CPU (d'un ou plusieurs de ses cœurs), à une instance/machine virtuelle. Cette définition peut être retrouvée dans le glossaire au début du document.

Pour les équipements venant d'une filière de reconditionnement, la durée de vie inclut la durée d'utilisation estimée en interne ainsi que la durée de première vie. Dans ce cas, une preuve de reconditionnement et justifiant la valeur de la durée de première vie doit être fournie.

#### 4.2.2. Cas particulier du « spare »

Les équipements en « spare » sont des équipements de rechange, c'est-à-dire des équipements achetés mais non pris en compte dans la planification des capacités commercialisées. Ils sont non utilisés et non branchés mais sont disponibles pour être utilisés, par exemple pour remplacer un équipement défaillant. Pour ces équipements, on privilégie l'utilisation d'un **inventaire précis** comme le reste des équipements qui sont en production. A noter que dans ce cas précis, la consommation électrique est à 0 puisqu'ils ne sont pas utilisés.

Dans le cas où un inventaire précis ne serait pas disponible, un **ratio moyen** peut être défini. Une valeur typique devrait être autour de 6%.<sup>14</sup> même si cela peut varier d'un acteur à un autre.

*Exemple : Si un fournisseur de service cloud possède un parc de 100 serveurs avec un nombre inconnu de serveurs en « spare » mais une estimation de 5%. Alors on utilisera la valeur de  $100 + 100 * 5\% = 105$ .*

### 4.3. Phase de distribution

Les impacts de la phase de distribution prennent en compte les impacts du transport des équipements du lieu de fabrication jusqu'au lieu d'utilisation. Cette évaluation des impacts se base généralement sur la masse de l'équipement en question et le nombre de km parcourus. Le présent document fournit des données semi-spécifiques de distances en Annexe B – Articulation entre les données.

### 4.4. Phase d'utilisation

Les impacts environnementaux de la phase d'utilisation prennent en compte l'ensemble des consommables utilisés pendant la phase de fonctionnement d'un centre de données.

Concernant l'électricité, il convient de préciser quelques éléments sur la mesure de la consommation électrique et le mix électrique pouvant être utilisé. L'approche adoptée est une **approche « géographique »** (ou « location based »), c'est-à-dire en utilisant le mix moyen de consommation (production et importation) du pays considéré, sauf mention du contraire dans les cas particuliers ci-dessous. Plus de détails sont donnés dans les sections suivantes.

#### 4.4.1. Mesure de la consommation électrique

La méthode privilégiée est l'approche de **mesure directe** sur les **données d'exploitation**. La **mesure directe** doit se faire à l'aide d'un wattmètre ou d'un **smartPDU au niveau de l'alimentation électrique**, ou en utilisant des cartes de contrôle des serveurs (BMC.<sup>15</sup>) lorsque ceux-ci en sont équipés. Plusieurs mesures sont nécessaires tout au long de la période de définition de l'unité fonctionnelle pour obtenir une valeur représentative : périodes d'utilisation plus ou moins intensives, jour/nuit, jour ouvrable/week-end et variations saisonnières.

Dans le cas où la mesure directe serait impossible à mettre en place (pour les équipements réseau par exemple), la méthode conseillée est d'**estimer la puissance** de l'équipement à partir du **taux de charge** (c'est-à-dire le taux d'usage du CPU, en %) et des **spécifications techniques** de l'équipement. Tout comme la valeur de consommation électrique, la valeur du taux de charge doit tenir compte des variations jour/nuit, jour ouvrable/week-end et des variations saisonnières.

*Remarque : Des indications de consommation électrique pour des équipements réseau peuvent être trouvées dans la documentation technique des constructeurs. Il est nécessaire de bien prendre en compte les modules additionnels le cas échéant (routing engine, forwarding engine, autres cartes d'extension, etc.), lors de cette estimation.*

---

<sup>14</sup> Valeur typique déterminée après échange avec plusieurs acteurs du domaine.

<sup>15</sup> Les BMC (Baseboard Management Controller) sont des composants matériels qui collectent des données, notamment sur la consommation électrique de l'équipement, via le IMPI (Intelligent Platform Management Interface) / redfish.

Pour des équipements informatiques de type serveur, il est plus compliqué d'estimer une consommation pertinente sans outil spécifique. En l'absence de données, la base SPECpower.<sup>16</sup> peut fournir des ordres de grandeurs intéressants en fonction de la référence commerciale et du taux de charge.

#### 4.4.2. Cas particulier de l'autoconsommation

On parle d'**autoconsommation** lorsqu'un consommateur d'énergie décide de produire lui-même l'énergie dont il a besoin pour son site grâce à des équipements de production locale d'énergie. Un gestionnaire de centre de données peut ainsi par exemple posséder une installation de panneaux photovoltaïques en toiture d'un centre de données pour l'alimentation directe de celui-ci en électricité.

Le RCP « parent » Services numériques stipule que l'autoconsommation d'énergie est **prise en compte si et seulement si aucun instrument contractuel n'a été vendu à une tierce partie**. Dans ce cas, l'ensemble des étapes de fabrication, transport, production et fin de vie des **équipements d'autoconsommation** devra être **considéré dans l'analyse**. Le mix électrique à utiliser sera celui spécifique à la source d'énergie utilisée (photovoltaïque, etc.).

Les données d'inventaire à prendre en compte concernant l'autoconsommation font partie des éléments de l'inventaire listés en Annexe B – Articulation entre les données.

#### 4.4.3. Cas particulier des Power Purchase Agreement (PPA)

**Lors de la modélisation de la phase d'usage, seuls les PPA sur site peuvent être pris en compte.**

En pratique, cela signifie que les impacts de l'électricité consommée pendant la phase d'utilisation sont calculés de la manière suivante :

- Pour l'électricité consommée **issue d'un PPA physique sur site** : Utiliser le **mix électrique spécifique** à la source d'**énergie renouvelable utilisée** (solaire, éolien, hydraulique, etc.), pour la quantité d'électricité concernée.
- Pour l'électricité **non soumise à un PPA physique sur site** : Utiliser le **mix électrique moyen** du pays (prenant en compte la production et les importations).

Plus de détails concernant les définitions des différents types de PPA ainsi que les justifications de ce choix méthodologique peuvent être trouvées en Annexe E - Les Power Purchase Agreement (PPA).

#### 4.5. Phase de maintenance

Les impacts liés à la mobilisation des équipes de maintenance des équipements informatiques peuvent être significatifs. Par conséquent, les éléments relatifs à la maintenance des équipements informatiques ou non-informatiques ainsi que des plateformes dans l'évaluation de l'impact environnemental de l'unité fonctionnelle considérée, peuvent être intégrés de manière optionnelle.

Par maintenance, les activités suivantes sont considérées :

- Réparation et dépannage (« Break and fix ») ;
- Mise à jour ;
- Mise en pré-production et production.

Les éléments à prendre en compte sont les suivants :

- Les bureaux à usage tertiaire ;
- Le parc informatique.

Les déplacements des équipes de maintenance ne sont pas pris en compte.

---

<sup>16</sup> [https://www.spec.org/power\\_ssj2008/results/](https://www.spec.org/power_ssj2008/results/)

## 4.6. Phase de fin de vie

Concernant la **phase de fin de vie**, il conviendra de se référer aux règles de l’affichage environnemental dans « PRINCIPES GÉNÉRAUX POUR L’AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL DES PRODUITS DE GRANDE CONSOMMATION – PARTIE 0 : PRINCIPES GÉNÉRAUX ET CADRE METHODOLOGIQUE », 2016 – Révision 2022, chapitre B.2.3.<sup>17</sup>

### 4.6.1. Cas particulier de l’utilisation de la chaleur fatale

Dans le cas où une partie de la **chaleur fatale produite par le centre de données lors de sa phase d’utilisation**, est utilisée **comme produit**, l’affichage des impacts environnementaux doit distinguer :

- Les **impacts environnementaux de l’unité fonctionnelle** choisie **sans prendre en compte l’utilisation de la chaleur fatale** ;
- Les **impacts environnementaux « évités »** lié à l’utilisation de la chaleur fatale.

Les **impacts environnementaux « évités »** lié à l’utilisation d’une quantité de chaleur fatale donnée se calcule selon une **approche par substitution**. Les impacts environnementaux « évités » se définissent comme les impacts environnementaux économisés lors de la substitution d’une source d’énergie par la chaleur fatale du centre de données. Il est cependant nécessaire de prendre en compte les impacts environnementaux de traitements en aval de la chaleur lorsqu’ils ont lieu.

On a donc :

$$\begin{aligned} & \text{Impacts environnementaux évités par l'utilisation de la chaleur fatale} \\ & = \text{Impacts environnementaux de la source d'énergie non utilisée} \\ & - \text{Impacts environnementaux du traitement aval de la chaleur} \end{aligned}$$

*Exemple* : 20 MWh de chaleur fatale d’un centre de données sont utilisés pour le chauffage d’un autre bâtiment proche. Cela évite l’utilisation d’une chaudière au fioul pour chauffer ce bâtiment. Cependant, une pompe à chaleur est utilisée pour réchauffer la température de la chaleur fatale de 70°C à la sortie du centre de données, à 100°C. Dans ce cas, les impacts environnementaux de la source d’énergie non utilisée sont le volume de fioul non-utilisé. A ces impacts, on doit soustraire les impacts environnementaux de l’utilisation de la pompe à chaleur.

De plus, la comptabilisation des impacts environnementaux « évités » par l’utilisation de la chaleur fatale ne peut être faite que lorsque la **chaleur fatale est utilisée hors du périmètre du centre de données** considéré dans le présent document.

Plus de détails concernant la définition de la chaleur fatale ainsi que les justifications de ce choix méthodologique peuvent être trouvées en Annexe F – La chaleur fatale.

---

<sup>17</sup> Ce document peut être retrouvé ici : <https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-impact>, dans “1 - Affichage environnemental (AE) - Documents transversaux”.

## 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.

Chaque déclarant doit indiquer le choix de chaque donnée, ainsi que le niveau de qualité associé dans le rapport.

**Il existe trois types de données :**

- 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 ;
- 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 fournie par défaut dans le référentiel, mais pouvant être spécifiée par l'opérateur afin d'améliorer l'évaluation environnementale.

Ces valeurs semi-spécifiques, volontairement conservatrices, 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 conservatrices ainsi proposées ne sont pas des valeurs moyennes et doivent être strictement utilisées dans le cadre de ce référentiel méthodologique.

La collecte des données est réalisée par l'organisme qui souhaite faire de l'affichage environnemental conformément au présent référentiel (y compris pour les données du périmètre global et non maîtrisé par lui-même).

*La nature des données attendues par unité fonctionnelle est détaillée dans l'Annexe B – Articulation entre les données. Une liste de valeurs semi-spécifiques est fournie en Annexe D - Données génériques.*

### 5.1. Mode de collecte des données primaires

#### 5.1.1. Approche privilégiée

L'approche privilégiée dans le référentiel est l'approche réelle, à partir de données d'exploitation. Cette approche doit prendre en compte :

- Pour les équipements informatiques et les équipements réseaux : les durées de vie réelles et la consommation électrique réelle des équipements ;
- Pour les consommables et autres flux : les quantités réelles consommées et les durées de vie réelles ;
- Le PUE, les autres indicateurs environnementaux<sup>18</sup> et le taux de charge réel.

#### 5.1.2. Représentativité des données selon l'objectif de l'étude

Les données utilisées doivent assurer la **représentativité** de l'unité fonctionnelle étudiée (représentativité géographique, temporelle, technique, etc.). Au niveau temporel, cette représentativité doit être adaptée selon l'**objectif de l'étude**. En effet, une étude utilisant ce présent document peut avoir pour objectif d'obtenir des résultats globaux ou moyens, pour un rapport annuel par exemple. A l'inverse, une autre étude peut avoir pour objectif d'obtenir des résultats précis pour un suivi en « instantané ».

Dans l'approche « moyenne », les données mesurées doivent tenir compte de toutes les variations possibles sur la durée de l'étude : jour/nuit, jour de la semaine/week-end, variations saisonnières, etc. Dans ce cas, les données primaires mesurées ou calculées doivent **se collecter sur une période d'un an afin d'éviter les variations saisonnières**, et sont ensuite **rapportées à la durée de l'étude** (ex : un mois).

---

<sup>18</sup> Voir section 6.3 "Autres indicateurs environnementaux pertinents"

Dans l'approche « instantanée », pour obtenir une précision de donnée fine, il n'est pas demandé de collecter les données sur une période d'un an et de moyenniser. Cependant, les valeurs doivent être **mises à jour à la fin de chaque intervalle de temps correspondant à la durée de l'étude** (ex : 1h ou 1jour).

Le choix de l'approche doit être clairement indiqué dans l'étude.

### 5.1.3. Cas particulier de la période de montée en charge

Cependant, cette approche basée sur des **données réelles** et la mesure sur une période donnée implique l'impossibilité de communiquer sur les impacts environnementaux de services cloud pendant une période de montée en charge.<sup>19</sup> (ou « ramp-up ») d'un site, d'une 'pool' d'équipements ou d'un service.

**Aussi, la présente méthodologie autorise l'utilisation de données prévisionnelles durant une période de montée en charge.** Cette autorisation se limite aux durées maximales suivantes<sup>20</sup> :

- 2 ans pour l'UF 1, c'est-à-dire pour la construction d'un nouveau bâtiment physique et le remplissage des slots de puissance ;
- 6 mois pour les UF 2 à 7, c'est-à-dire pour un nouveau service dans une ou plusieurs salles déjà équipées par un environnement technique.

En effet, la montée en charge est une période limitée dans le temps. Si le taux de remplissage envisagé en donnée prévisionnelle n'est pas atteint à la fin de la durée indiquée ci-dessus, la montée en charge est considérée comme terminée et des données réelles doivent être utilisées.

De plus, la communication des résultats devra clairement mentionner l'utilisation de **données prévisionnelles**<sup>21</sup>. Des exemples de format de communication sont donnés à la section 9.

## 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.

Les données minimales attendues dans le cadre de l'Inventaire de Cycle de vie ont été identifiées par unité fonctionnelle dans la section 12.

## 5.3. Qualité des données

L'évaluation de la qualité des données et des incertitudes doit être faite de la manière la plus précise et exhaustive possible mais elle est et sera toujours partielle. Cependant, cette étape est très importante afin d'évaluer la qualité des résultats de l'étude ainsi que les limites qui en découlent. De plus, en complément d'une analyse de qualité des données, il est nécessaire de documenter de manière exhaustive le périmètre et les hypothèses de modélisation.

Pour chaque donnée récoltée, une donnée de qualité associée doit être renseignée : haute, moyenne ou basse. De plus, le rapport d'étude doit préciser le pourcentage de données d'inventaire ayant une qualité haute, moyenne ou basse.

---

<sup>19</sup> On appelle « montée en charge » la période suivant la mise en production d'un nouveau centre de donnée ou service cloud, et pendant laquelle le nombre d'utilisateurs augmente progressivement. Le taux de remplissage durant cette période n'est donc pas représentatif du taux prévisionnel envisagé. Par taux de remplissage, on désigne le taux de complétude du déploiement de la surface de salle informatique dans un centre de données jusqu'à atteindre la capacité maximale du site. Le terme de « montée en charge » ne concerne que les nouveaux services ou infrastructures. L'augmentation de l'infrastructure pour un service déjà existant n'est pas pris en compte.

<sup>20</sup> Ces durées ont été proposées et validées après échanges avec des experts du domaine.

<sup>21</sup> On appelle « donnée prévisionnelle » une donnée qui à l'inverse d'une donnée réelle, ne représente pas l'état actuel de l'exploitation au moment de la mesure, mais se veut représentative d'un état stationnaire futur de l'exploitation, lorsque la montée en charge sera terminée et que l'objectif de tau de charge sera atteint.

Niveau de qualité	Description
Haut	Donnée fiable (ex : extraite d'un rapport, d'une facture, d'un inventaire de donnée d'exploitation, etc.)
Moyen	Certaines hypothèses ont dû être réalisées pour obtenir cette donnée.
Bas	Donnée correspondant à une estimation grossière ou valeur moyenne.

Tableau 2 : Tableau de catégorie de qualité des données

## 6. Indicateurs environnementaux

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

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques »<sup>22</sup> : pas de changement.

### 6.2. Indicateurs environnementaux retenus

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques »<sup>22</sup> : pas de changement.

### 6.3. Autres indicateurs environnementaux pertinents

En complément des indicateurs d'impacts, des indicateurs de flux ou de performance spécifiques au centre de données peuvent être intégrés (faire référence aux normes d'application ISO 30134...) et sont recommandés :

- **Power Usage Effectiveness (PUE)** afin de calculer le rendement énergétique global d'un centre de données ;
  - Normalisé : EN 50600-4-2 basée sur ISO/IEC 30134-2. Au minimum un PUE1 est demandé, selon la définition de la norme.
- **Water Usage Effectiveness (WUE)** afin de calculer la consommation d'eau directe du centre de données ;
  - Normalisé : ISO/IEC 30134-9
- **Energy Reuse Factor (ERF)** afin de mesurer la quantité d'énergie réutilisée à la sortie d'un centre de données, qui peut prendre plusieurs formes, comme la réutilisation de la chaleur dégagée par exemple ;
  - Normalisé : ISO/IEC 30134-6
- **Renewable Energy Factor (REF)** afin de calculer la part d'utilisation des énergies renouvelables.
  - Normalisé : ISO/IEC 30134-3

Ces indicateurs sont recommandés.

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

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques »<sup>22</sup> : pas de changement.

Le RCP « parent » renvoie vers les règles de l'affichage environnemental dans « PRINCIPES GENERAUX POUR L’AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL DES PRODUITS DE GRANDE CONSOMMATION – PARTIE 0 : PRINCIPES GENERAUX ET CADRE METHODOLOGIQUE », 2016 – Révision 2022, chapitre B.2.3.<sup>17</sup> Ce dernier indique une durée de validité maximale de l'information environnementale au-delà de laquelle l'étude doit être mise à jour. De plus, ce document indique les cas nécessitant une mise à jour spécifique avant le délai fourni.

<sup>22</sup> Ce document peut être trouvé à l'adresse suivante : <https://librairie.ademe.fr/produire-autrement/6022-referentiel-methodologique-d-evaluation-environnementale-des-services-numeriques.html>

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

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques »<sup>22</sup> : pas de changement.

## 9. Communication des résultats

Cette section détaille les règles de communication pour les résultats issus du présent document. Elle a pour objectif de présenter le **format de communication des résultats** qui peut être utilisé et protéger le public d'un usage abusif des résultats.

Les possibilités de communication pour l'acteur dont le service fait l'objet de l'évaluation sont les suivantes :

	Cas n°1	Cas n°2	Cas n°3
<b>Cas rencontrés</b>	Le calcul de l'impact environnemental du service évalué est en cours de réalisation.	Le calcul de l'impact environnemental du service évalué est finalisé et se base sur des données prévisionnelles <sup>23</sup> .	Le calcul de l'impact environnemental du service évalué est finalisé et se base sur des données réelles <sup>23</sup> .
<b>Communications possibles</b>	L'acteur n'a pas l'autorisation de communiquer sur un résultat partiel. Il peut néanmoins communiquer sur le fait qu'il est engagé dans la démarche.	L'acteur peut communiquer sous réserve de préciser que le calcul est réalisé sur la base de données prévisionnelles, en attendant le calcul avec les données réelles liées au service évalué. La date et/ou la version du service étudié doit être précisée.	L'acteur peut communiquer sur les résultats qu'il a obtenu et doit préciser l'année de l'évaluation. La date et/ou la version du service étudié doit être précisée.
<b>Exemples de communications possibles</b>	[Nom de l'organisation] réalise actuellement une évaluation des impacts environnementaux du service [nom du service], avec l'unité fonctionnelle [définition de l'unité fonctionnelle], basée sur la méthode du RCP « Services d'hébergement informatique en centre de données et de services Cloud ».	[Nom de l'organisation] a réalisé l'évaluation des impacts environnementaux du service [nom du service], avec l'unité fonctionnelle [définition de l'unité fonctionnelle], basée sur la méthode du RCP « Services d'hébergement en centre de données et de services Cloud ». Le calcul a été réalisé sur la base de données prévisionnelles et non de données réelles, à la date du [date] / avec la version [numéro de version].	[Nom de l'organisation] a réalisé l'évaluation des impacts environnementaux du service [nom du service], avec l'unité fonctionnelle [définition de l'unité fonctionnelle], basée sur la méthode du RCP « Services d'hébergement en centre de données et de services Cloud ». Le calcul a été réalisé sur la base de données réelles.

## 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 »<sup>22</sup> : pas de changement.

## 11. Limites

Se référer au RCP « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques »<sup>22</sup> : pas de changement.

<sup>23</sup> Voir section 5.1.3 pour plus de détails sur la distinction entre données prévisionnelles et données réelles.

## 12. Description méthodologique par unité fonctionnelle

### 12.1. UF1 : Fournir les services d'hébergement permettant le fonctionnement des équipements informatiques physiques

#### 12.1.1. Description de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« Fournir les services d'hébergement permettant le fonctionnement des équipements informatiques physiques »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Fournir les services d'hébergement permettant le fonctionnement des équipements informatiques physiques
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	Pour une puissance informatique commercialisée de 1kW
Le niveau de qualité souhaité : « comment ? »	Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie
La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? »	Pendant un an

Tableau 3: Description de l'unité fonctionnelle 1

#### Unité type

- Fournir les services d'hébergement permettant le fonctionnement des équipements informatiques physiques, pour une puissance informatique consommée de 1kW pendant 1 mois

#### 12.1.2. Frontières du système

##### PERIMETRES

L'unité fonctionnelle peut se décliner selon plusieurs périmètres :

- **Périmètre maîtrisé** : couvre uniquement les éléments maîtrisés par l'opérateur de service numérique (ex : uniquement les murs du centre de données pour un acteur qui gère un centre de données et propose des solutions d'hébergement) ;
- **Périmètre global** : couvre l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre de délivrer le service numérique qu'ils soient maîtrisés ou non par l'opérateur du service numérique (terminaux, réseaux, centre de données).

Cette unité fonctionnelle couvre uniquement le périmètre maîtrisé par les centres informatiques et par conséquent inclut :

- L'architecture du bâtiment (périmètre maîtrisé) ;
- L'environnement technique (périmètre maîtrisé) ;
- Conception du centre de données (périmètre maîtrisé) ;
- Maintenance du centre de données (périmètre maîtrisé).

## PHASES DU CYCLE DE VIE CONSIDEREES

Pour chaque équipement, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP « parent »
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication	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	<b>Exclu de cette unité fonctionnelle (voir UF2 à UF4)</b>
	B1.2	Assemblage	<b>Exclu de cette unité fonctionnelle (voir UF2 à UF4)</b>
	B1.3	Activités support des fabricants d'équipement IT	<b>Exclu de cette unité fonctionnelle (voir UF2 à UF4)</b>
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	<i>Obligatoire</i>
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	<i>Obligatoire</i>
	Distribution		
Installation			<i>Optionnel</i>
Utilisation	C	Utilisation	
	C1	Utilisation des équipements IT	<b>Exclu de cette unité fonctionnelle (voir UF2 à UF4)</b>
	C2	Utilisation des équipements support	<i>Obligatoire</i>
	C3	Activités support de l'opérateur	<i>Optionnel (maintenance des bâtiments et équipements non-informatiques)</i>
	C4	Activités support du fournisseur de service	<i>Exclu</i>
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 4: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 1

**Note 1** : Les tags ne sont pas issus de la norme EN 15804 malgré leur similitude, mais de la norme ITU L.1410<sup>24</sup>.

**Note 2** : Les éléments en italique sont les éléments précisés dans le présent référentiel conformément au RCP « parent » sur les services numériques. De la même manière, les éléments en gras sont les éléments pour lesquels il y a une divergence par rapport au RCP « parent ».

En d'autres termes :

Pour les équipements de l'environnement technique, les étapes suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Distribution ;
- Utilisation ;
- Fin de vie, pour les équipements dont la durée de vie est inférieure à 10 ans (comme pour les batteries par exemple)<sup>25</sup>.

Pour les éléments architecturaux (bâtiments), les étapes suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Fin de vie.

Pour les éléments architecturaux (bâtiments) et les équipements de l'environnement technique, les étapes suivantes peuvent être prises en compte de manière optionnelle :

- Conception ;
- Maintenance.

Ce choix s'explique par le fait que ces impacts représentaient une part négligeable dans les études réalisées sur la base méthodologique du présent document. De plus, les données disponibles pour estimer ces phases du cycle de vie du centre de données, sont difficiles à obtenir.

## INCLUSIONS ET EXCLUSIONS

### Inclusions

Les éléments à prendre en compte pour la phase de fabrication, distribution et fin de vie sont :

- Les lots architecturaux, répartis de la manière suivante<sup>26</sup> :
  - Voirie et réseaux divers ;
  - Structure, maçonnerie, gros œuvre, charpente ;
  - Façades ;
  - Couverture et étanchéité ;
  - Menuiseries intérieures, extérieures, fermetures ;
  - Isolation ;
  - Cloisonnement, plafonds suspendus ;
  - Revêtements de sol et murs, peintures ;
  - Produits de préparation et de mise en œuvre ;
  - Plancher technique<sup>27</sup> ;
  - Ascenseurs et monte-charges.
- Les lots techniques, répartis de la manière suivante :
  - Climatisation ;
  - Courant fort ;
  - Secours électrique ;
  - Incendie ;

---

<sup>24</sup> Source : <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410>, Tableau original n°2, p.35.

<sup>25</sup> La section 13.3 précise les durées de vie standard pour une partie des équipements de l'environnement technique.

<sup>26</sup> Arrêté du 23/12/2013 relatif à la déclaration environnementale des produits de construction destinés à un usage dans les ouvrages de bâtiment

<sup>27</sup> En complément de l'arrêté du 23/12/2013, spécificité centre de données

- Sécurité ;
- Courant faible ;
- Production locale d'énergie ;
- Sûreté : vidéosurveillance, contrôle d'accès ;
- Système d'immersion ;
- Système de sécurité incendie.

Remarque : Il est important de prendre en compte les éléments techniques et architecturaux concernant les salles serveurs, mais également ceux concernant les salles techniques (salles hébergeant les équipements de support : alimentation électrique, refroidissement, etc.).

### Exclusions

Les éléments suivants sont exclus du périmètre car ils sont pris en compte dans les unités fonctionnelles 2 à 4 :

- Les équipements informatiques hébergés et leur consommation électrique ;
- Les équipements réseaux installés dans les locaux « Meet Me Room » (MMR).

Le réseau WAN est également exclu car il est couvert par le RCP « enfant » sur les Fournisseurs d'Accès Internet<sup>28</sup>.

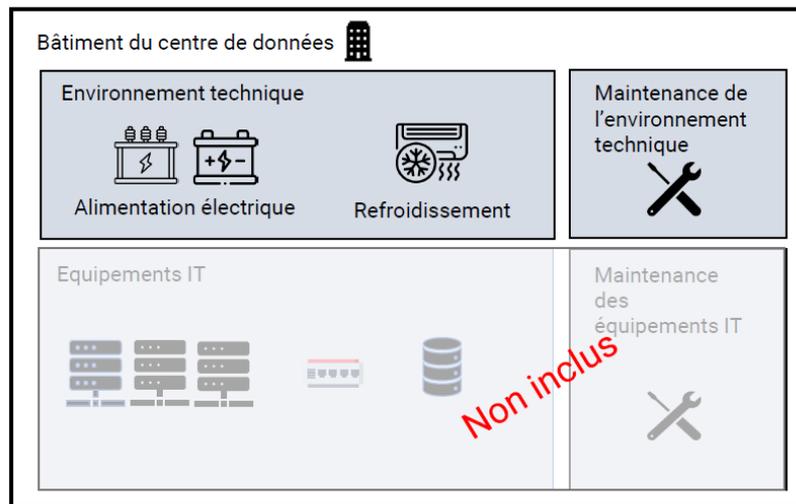


Figure 6: Visualisation graphique du périmètre de l'UF1

<sup>28</sup> Ce document peut être trouvé à l'adresse suivante : <https://bibliothèque.ademe.fr/produire-autrement/6008-referentiel-methodologique-d-evaluation-environnementale-de-la-fourniture-d-acces-internet-fai.html>

### 12.1.3. Règles d'allocation

Pour chaque élément considéré dans le périmètre, des règles d'allocation sont définies pour chaque étape du cycle de vie de l'équipement afin de quantifier la part attribuée à la fourniture des services d'hébergement permettant le fonctionnement des équipements informatiques.

Paramètre	Unité	Définition
$dU$	Année	Durée de l'étude (par défaut, 1 an selon la définition de l'UF)
$DDV_{DC}$	Année	Durée de vie du centre de données
$PuissCommDC$	kW	Puissance IT commercialisée : somme des puissances informatique du centre de données réservées par les clients
$LCIA_{Archi}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'architecture du bâtiment du centre de données sur la période $dt$ et l'étape du cycle de vie $X$
$LCIA_{EnvTech}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'environnement technique du centre de données sur la période $dt$ et l'étape du cycle de vie $X$

Périmètre	Règles d'allocation																						
	Fabrication Conception Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Etape du cycle de vie</th> <th>Fabrication Conception Fin de vie</th> <th>Distribution</th> <th>Utilisation Maintenance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Architecture du bâtiment</td> <td rowspan="2"> <math display="block">\text{Impact}_{&lt;perimetre&gt;}^{\text{Embodied}}(dU) = \frac{dU}{DDV_{DC} * PuissConsoDC}</math> </td> <td rowspan="2"> <math display="block">\text{Impact}_{&lt;perimetre&gt;}^{\text{Distribution}}(dU) = \frac{dU}{DDV_{DC} * PuissConsoDC}</math> </td> <td rowspan="2"> <math display="block">\text{Impact}_{&lt;perimetre&gt;}^{\text{Utilisation}}(dU) = \frac{1}{PuissConsoDC}</math> </td> </tr> <tr> <td>Environnement technique</td> <td> <math display="block">LCIA_{&lt;perimetre&gt;}^{\text{Embodied}}(DDV_{DC})</math> </td> <td> <math display="block">LCIA_{&lt;perimetre&gt;}^{\text{Distribution}}(DDV_{DC})</math> </td> <td> <math display="block">LCIA_{&lt;perimetre&gt;}^{\text{Utilisation}}(DDV_{DC})</math> </td> </tr> <tr> <td>Equipements informatiques</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Unité fonctionnelle 1</td> <td> <math display="block">\text{Impact}_{UF1}^{\text{Embodied}}(dU)</math>  <math display="block">= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Embodied}}(dU)</math>  <math display="block">+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Embodied}}(dU)</math> </td> <td> <math display="block">\text{Impact}_{UF1}^{\text{Distribution}}(dU)</math>  <math display="block">= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Distribution}}(dU)</math>  <math display="block">+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Distribution}}(dU)</math> </td> <td> <math display="block">\text{Impact}_{UF1}^{\text{Utilisation}}(dU)</math>  <math display="block">= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Utilisation}}(dU)</math>  <math display="block">+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Utilisation}}(dU)</math> </td> </tr> </tbody> </table>	Etape du cycle de vie	Fabrication Conception Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance	Architecture du bâtiment	$\text{Impact}_{<perimetre>}^{\text{Embodied}}(dU) = \frac{dU}{DDV_{DC} * PuissConsoDC}$	$\text{Impact}_{<perimetre>}^{\text{Distribution}}(dU) = \frac{dU}{DDV_{DC} * PuissConsoDC}$	$\text{Impact}_{<perimetre>}^{\text{Utilisation}}(dU) = \frac{1}{PuissConsoDC}$	Environnement technique	$LCIA_{<perimetre>}^{\text{Embodied}}(DDV_{DC})$	$LCIA_{<perimetre>}^{\text{Distribution}}(DDV_{DC})$	$LCIA_{<perimetre>}^{\text{Utilisation}}(DDV_{DC})$	Equipements informatiques	0	0	0	Unité fonctionnelle 1	$\text{Impact}_{UF1}^{\text{Embodied}}(dU)$ $= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Embodied}}(dU)$ $+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Embodied}}(dU)$	$\text{Impact}_{UF1}^{\text{Distribution}}(dU)$ $= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Distribution}}(dU)$ $+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Distribution}}(dU)$	$\text{Impact}_{UF1}^{\text{Utilisation}}(dU)$ $= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Utilisation}}(dU)$ $+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Utilisation}}(dU)$			
Etape du cycle de vie	Fabrication Conception Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance																				
Architecture du bâtiment	$\text{Impact}_{<perimetre>}^{\text{Embodied}}(dU) = \frac{dU}{DDV_{DC} * PuissConsoDC}$	$\text{Impact}_{<perimetre>}^{\text{Distribution}}(dU) = \frac{dU}{DDV_{DC} * PuissConsoDC}$	$\text{Impact}_{<perimetre>}^{\text{Utilisation}}(dU) = \frac{1}{PuissConsoDC}$																				
Environnement technique				$LCIA_{<perimetre>}^{\text{Embodied}}(DDV_{DC})$	$LCIA_{<perimetre>}^{\text{Distribution}}(DDV_{DC})$	$LCIA_{<perimetre>}^{\text{Utilisation}}(DDV_{DC})$																	
Equipements informatiques	0	0	0																				
Unité fonctionnelle 1	$\text{Impact}_{UF1}^{\text{Embodied}}(dU)$ $= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Embodied}}(dU)$ $+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Embodied}}(dU)$	$\text{Impact}_{UF1}^{\text{Distribution}}(dU)$ $= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Distribution}}(dU)$ $+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Distribution}}(dU)$	$\text{Impact}_{UF1}^{\text{Utilisation}}(dU)$ $= \text{Impact}_{Archi}^{\text{Utilisation}}(dU)$ $+ \text{Impact}_{EnvTech}^{\text{Utilisation}}(dU)$																				

Tableau 5: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 1

### 12.1.4. Articulation entre les données

Les lots architecturaux et techniques à prendre en compte dans le périmètre sont définis à la section 13.2. Pour simplifier la réalisation de l'inventaire du cycle de vie, le tableau en Annexe B – Articulation entre les données, propose une liste de données à collecter, leur caractérisation et le type de données associé (primaire, semi-spécifique, etc.).

Par exemple, le lot architectural peut être caractérisé par une quantité de béton, d'acier, de plancher technique ou faux-plafond, d'ascenseurs et monte-charges ainsi que de cloisons.

#### Focus sur la durée de vie du centre de données :

On considère le centre de données comme un produit composé d'un certain nombre d'éléments. Aussi, l'**allocation sur la durée de vie** est réalisée **par catégorie d'équipements** en prenant en compte **leurs durées de vie propres**. Cependant, pour garantir une cohérence d'ensemble et la prise en compte de la totalité des impacts sur l'ensemble du cycle de vie, il est nécessaire de respecter les conditions suivantes :

- La durée de vie d'un élément du centre de données ne doit **pas dépasser la durée de vie « commerciale » du centre de données** lui-même ;
- La durée de vie d'un élément du centre de données doit être un sous-multiple de la **durée de vie « commerciale » du centre de données**. Cela est représenté sur la Figure 7. Dans le cas où la durée de vie d'un élément du centre de données ne serait pas un multiple (cas du groupe froid sur la figure), alors une partie des impacts ne seraient pas pris en compte, induisant une sous-estimation des impacts totaux.

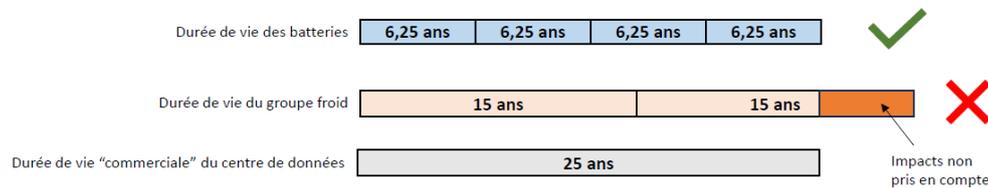


Figure 7 : Schéma des contraintes de durées de vie dans un centre de données

De plus, la **durée de vie « commerciale » du centre de données** (i.e. du centre de données en tant que produit) doit être justifiée par une réalité économique. En général, cette durée de vie est de **20-25ans**. Pour une durée de vie au-delà de cet intervalle, une justification particulièrement détaillée est attendue.

Cette méthode s'explique par le fait que la réutilisation en deuxième vie des composants du centre de donnée n'est pas une pratique courante dans ce domaine. Pour déroger à cette méthode, dans le cas d'une réutilisation dans une deuxième vie (notamment pour le cas du bâtiment par exemple : murs, etc.), alors l'existence d'une deuxième vie doit être prouvée.

#### Exemple :

Dans la Figure ci-dessus, le groupe froid a une durée de vie théorique de 30 ans mais le centre de données a une durée de vie commerciale (et donc réelle) de 25 ans. Au bout des 25 ans, il peut se passer deux choses :

- Le groupe froid est démonté avec le reste du centre de données et il n'est pas réutilisé. Il part donc en fin de vie. Dans ce cas, même si théoriquement le groupe froid aurait pu être utilisé plus longtemps, en pratique, il ne peut être utilisé que 25 ans au maximum. La durée de vie du groupe froid prise en compte dans les calculs doit donc être de 25 ans.
- Le groupe froid est démonté avec le reste du centre de données et il est réutilisé pour un autre usage pendant 5 ans. La durée de vie du groupe froid dans le calcul peut dans ce cas être de 30 ans. A noter, qu'une preuve de la réutilisation des groupes froids doit être apportée.

Pour les bâtiments, on distingue les cas suivants :

- **Cas de la rénovation ou réhabilitation d'un bâtiment existant** : L'impact du bâtiment est considéré sur l'ensemble du cycle de vie, incluant l'impact des opérations de rénovation. Les impacts alloués au bâtiment sont divisés en fonction de sa durée de vie totale estimée, en prenant en compte la durée de la première vie et celle estimée pour la deuxième vie après rénovation.
- **Cas de l'optimisation d'espace dans un bâtiment existant** : Ramener la durée de vie du bâtiment au ratio de la surface existante optimisée à des fins d'hébergement/surface totale du bâtiment existant.

## 12.2. UF2 : Mettre à disposition un serveur physique hébergé en centre de données avec une capacité de calcul donnée

### 12.2.1. Description de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« Mettre à disposition un serveur physique hébergé en centre de données avec une capacité de calcul donnée »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Mettre à disposition un serveur physique
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	Définie par une capacité définie par : <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Un nombre de CPU</li><li>▪ Une quantité de RAM (Go)</li><li>▪ Une quantité de stockage (Go)</li></ul>
Le niveau de qualité souhaité : « comment ? »	<b>Sans redondance et sans sauvegarde</b> Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie.
La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? »	Pendant un mois

Tableau 6: Description de l'unité fonctionnelle 2

#### Unité type

- Mettre à disposition un serveur physique hébergé en centre de données avec 1 CPU, 2 barrettes de RAM 16 Go chacune et 2 disques SSD de 2 To chacun

### 12.2.2. Frontières du système

#### PERIMETRES

L'unité fonctionnelle peut se décliner selon plusieurs périmètres :

- **Périmètre maîtrisé** : couvre uniquement les éléments maîtrisés par l'opérateur de service numérique (ex : uniquement les murs du centre de données pour un acteur qui gère un centre de données et propose des solutions d'hébergement) ;
- **Périmètre global** : couvre l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre de délivrer le service numérique qu'ils soient maîtrisés ou non par l'opérateur du service numérique (terminaux, réseaux, centre de données).

Cette unité fonctionnelle couvre le périmètre global qui comprend l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre d'assurer la fonction à savoir :

- Eléments de l'unité fonctionnelle 1 :
  - L'architecture du bâtiment (périmètre non-maîtrisé) ;
  - L'environnement technique (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Conception du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du centre de données (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments complémentaires :
  - L'équipements informatique dédié, ici serveur physique (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements informatiques mutualisés du provider (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements réseau du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du serveur physique (périmètre maîtrisé).

## PHASES DU CYCLE DE VIE CONSIDEREES

Pour chaque équipement, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP « parent »
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication	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	<i>Exclu</i>
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
Distribution			<i>Obligatoire</i>
Installation			<i>Optionnel</i>
Utilisation	C	Utilisation	
	C1	Utilisation des équipements IT	Obligatoire
	C2	Utilisation des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	C3	Activités support de l'opérateur	<i>Optionnel (maintenance des équipements informatiques)</i>
	C4	Activités support du fournisseur de service	<i>Exclu</i>
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 7: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 2

**Note 1** : Les tags ne sont pas issus de la norme EN 15804 malgré leur similitude, mais de la norme ITU L.1410.<sup>29</sup>

<sup>29</sup> Source : <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410>, Tableau original n°2, p.35.

**Note 2 :** Les éléments en italique sont les éléments précisés dans le présent référentiel conformément RCP « parent » sur les services numériques. De la même manière, les éléments en gras sont les éléments pour lesquels il y a une divergence.

En d'autres termes, pour les équipements informatiques concernés par l'unité fonctionnelle, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Distribution ;
- Utilisation ;
- Fin de vie.

Les étapes suivantes peuvent être prises en compte de manière optionnelle :

- Maintenance.

## INCLUSIONS ET EXCLUSIONS

### Inclusions

Les données à prendre en compte sont :

- Les données de l'unité fonctionnelle 1 ;
- Les données complémentaires suivantes :
  - **Équipement informatique dédié**, ici **serveur physique**, concerné par l'unité fonctionnelle, selon les caractéristiques décrites en Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiques ;
  - **Équipements informatiques mutualisés** (serveurs d'infrastructure, serveurs de management, équipements en « spare », équipements réseau, etc.), concernés par l'unité fonctionnelle, selon les caractéristiques décrites en Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiques ;
  - **Consommations réelles des consommables** nécessaires pour l'utilisation des équipements informatiques, selon les méthodes de mesure présentée à la section 4.4 ;
  - **Données de maintenance** du serveur physique.

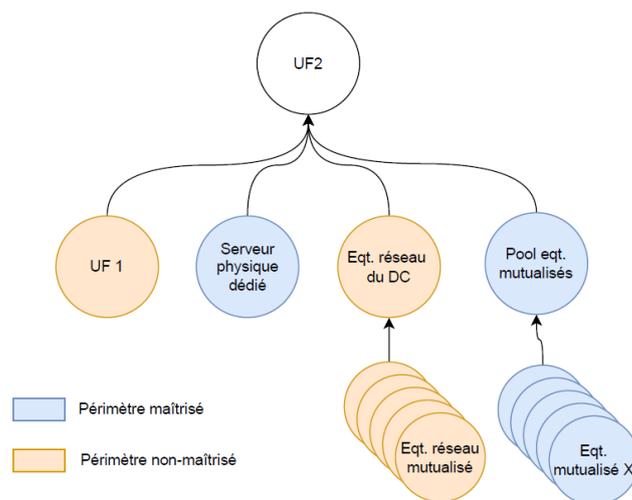


Figure 8 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 2

### 12.2.3. Règles d'allocation

Pour chaque équipement considéré dans le périmètre, des règles d'allocation sont définies pour chaque étape du cycle de vie de l'équipement afin de quantifier la part attribuée à la mise à disposition d'un serveur physique dans un centre de données avec une puissance donnée.

Paramètre	Unité	Définition
$dU$	Année	Durée de l'étude (par défaut, 1 mois selon la définition de l'UF)
$DDV_{eqt}$	Année	Durée de vie du serveur physique considéré dans l'unité fonctionnelle
$PuissEq$	kW	Puissance moyenne consommée par le serveur physique considéré dans l'unité fonctionnelle
$\%mutualisation$	Sans unité	Facteur d'allocation pour les équipements mutualisés : $\frac{PuissEq}{\sum PuissEq \text{ utilisant des équipements mutualisés}}$
$ImpactUF1^{<phaseX>}$	Impact env. / kW / an	Impact environnemental du centre de données par kW de puissance commercialisée par an, pour l'étape du cycle de vie X. Cela correspond au résultat de l'UF1.
$ImpactEq^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental du serveur physique considéré dans l'unité fonctionnelle, sur la période $dt$ , pour l'étape du cycle de vie X
$ImpactEqMut_A^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement mutualisé A, sur la période $dt$ , pour l'étape du cycle de vie X
$ImpactMixElec$	Impact env. / kW	Impact environnemental du mix électrique de la zone géographique concernée, par kW d'électricité fourni

Périmètre	Règles d'allocation		
	Fabrication Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance
Architecture du bâtiment et environnement technique	$Impact_{UF1}^{Embodied}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{UF1}^{Embodied}$	$Impact_{UF1}^{Distribution}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{UF1}^{Distribution}$	$Impact_{UF1}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{UF1}^{Utilisation}$
Equipement informatique dédié (serveur physique)	$Impact_{Eq}^{Embodied}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqt}} \times Impact_{Eq}^{Embodied}(DDV_{Eq})$	$Impact_{Eq}^{Distribution}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqt}} \times Impact_{Eq}^{Distribution}(DDV_{Eq})$	$Impact_{Eq}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{MixElec}$
Pour chaque équipement mutualisé A	$Impact_{EqMut[A]}^{Embodied}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqtA}} \times \%mutualisation \times Impact_{EqMut}^{Embodied}(DDV_{EqA})$	$Impact_{EqMut[A]}^{Distribution}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqtA}} \times \%mutualisation \times Impact_{EqMut}^{Distribution}(DDV_{EqA})$	$Impact_{EqMut[A]}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEqA \times \%mutualisation \times Impact_{MixElec}$
Unité fonctionnelle 2	$Impact_{UF2}^{Embodied}(dU) = Impact_{UF1}^{Embodied}(dU) + Impact_{Eq}^{Embodied}(dU) + \sum_A Impact_{EqMut[A]}^{Embodied}(dU)$	$Impact_{UF2}^{Distribution}(dU) = Impact_{UF1}^{Distribution}(dU) + Impact_{Eq}^{Distribution}(dU) + \sum_A Impact_{EqMut[A]}^{Distribution}(dU)$	$Impact_{UF2}^{Utilisation}(dU) = Impact_{UF1}^{Utilisation}(dU) + Impact_{Eq}^{Utilisation}(dU) + \sum_A Impact_{EqMut[A]}^{Utilisation}(dU)$

Tableau 8: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 2

#### 12.2.4. Articulation entre les données

Les données incluses dans l'inventaire et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

Les données de l'unité fonctionnelle 1 faisant partie du périmètre non-maîtrisé, il est difficile d'obtenir des données primaires. Ce domaine représentant néanmoins une partie significative de l'impact, des **données d'impacts environnementaux génériques** sont **fournies** en Annexe D - Données génériques. Notamment, des impacts environnementaux de l'architecture du bâtiment et de l'environnement technique, par kW de puissance électrique IT commercialisée sont disponibles.

### 12.3. UF3 : Mettre à disposition un équipement de stockage hébergé en centre de données avec une capacité de stockage donnée

#### 12.3.1. Description de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« Mettre à disposition un équipement de stockage hébergé en centre de données avec une capacité de stockage donnée »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Mettre à disposition un équipement de stockage
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	Avec une capacité de stockage définie par : <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Une capacité de stockage (Go)</li><li>▪ Un type de stockage (SDD, HDD, contrôleurs)</li></ul>
Le niveau de qualité souhaité : « comment ? »	<b>Sans redondance et sans sauvegarde</b> Défini par une architecture de stockage : Direct Attached Storage (DAS) vs Network Attached Storage (NAS) vs. Storage Area Network (SAN). Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie.
La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? »	Pendant un mois

Tableau 9: Description de l'unité fonctionnelle 3

#### Unité type

- Mettre à disposition une baie de stockage de 10 To en SSD sans redondance hébergée en centre de données
- Mettre à disposition une baie de stockage de 10 To en HDD sans redondance hébergée en centre de données

#### 12.3.2. Frontières du système

##### PERIMETRES

L'unité fonctionnelle peut se décliner selon plusieurs périmètres :

- **Périmètre maîtrisé** : couvre uniquement les éléments maîtrisés par l'opérateur de service numérique (ex : uniquement les murs du centre de données pour un acteur qui gère un centre de données et propose des solutions d'hébergement) ;
- **Périmètre global** : couvre l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre de délivrer le service numérique qu'ils soient maîtrisés ou non par l'opérateur du service numérique (terminaux, réseaux, centre de données).

Cette unité fonctionnelle couvre le périmètre global qui comprend l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre d'assurer la fonction à savoir :

- Eléments de l'unité fonctionnelle 1 :
  - L'architecture du bâtiment (périmètre non-maîtrisé) ;
  - L'environnement technique (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Conception du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du centre de données (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments complémentaires :
  - L'équipement informatique dédié, ici équipement de stockage (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements informatiques mutualisés du provider (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements réseau du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance de l'équipement de stockage (périmètre maîtrisé).

## PHASES DU CYCLE DE VIE CONSIDEREES

Pour les équipements de stockage, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP « parent »
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication	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	<i>Exclu</i>
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
Distribution			<i>Obligatoire</i>
Installation			<i>Optionnel</i>
Utilisation	C	Utilisation	
	C1	Utilisation des équipements IT	Obligatoire
	C2	Utilisation des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	C3	Activités support de l'opérateur	<i>Optionnel (maintenance des équipements informatiques)</i>
	C4	Activités support du fournisseur de service	<i>Exclu</i>
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 10: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 3

**Note 1 :** Les tags ne sont pas issus de la norme EN 15804 malgré leur similitude, mais de la norme ITU L.1410<sup>30</sup>.

<sup>30</sup> Source : <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410>, Tableau original n°2, p.35.

**Note 2 :** Les éléments en italique sont les éléments précisés dans le présent référentiel conformément au RCP « parent » sur les services numériques. Les éléments en gras sont les éléments pour lesquels il y a une divergence par rapport au RCP « parent » sur les services numériques.

En d'autres termes, pour les équipements informatiques concernés par l'unité fonctionnelle, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Distribution ;
- Utilisation ;
- Fin de vie.

Les étapes suivantes peuvent être prises en compte de manière optionnelle :

- Maintenance.

## INCLUSIONS ET EXCLUSIONS

Les données à prendre en compte sont :

- Les données de l'unité fonctionnelle 1
- Les données complémentaires suivantes :
  - **Équipement informatique dédié**, ici **serveur de de stockage**, concerné par l'unité fonctionnelle selon les caractéristiques décrites en Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiquesAnnexe A - Caractéristiques des équipements informatiques ;
  - **Équipements informatiques mutualisés** (serveurs d'infrastructure, serveurs de management, équipements en « spare », équipements réseau, etc.), concernés par l'unité fonctionnelle, selon les caractéristiques décrites en Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiquesAnnexe A - Caractéristiques des équipements informatiques ;
  - **Consommations réelles des consommables** nécessaires pour l'utilisation des équipements informatiques, selon les méthodes conseillées à la section 4.4 ;
  - **Données de maintenance** de l'équipement de stockage.

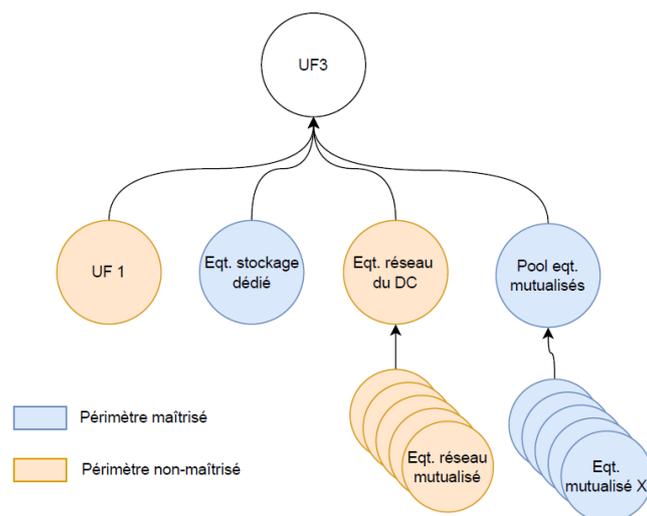


Figure 9 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 3

### 12.3.3. Règles d'allocation

Pour chaque équipement considéré dans le périmètre, des règles d'allocation sont définies pour chaque étape du cycle de vie de l'équipement afin de quantifier la part attribuée à la mise à disposition d'un équipement de stockage hébergé en centre de données avec une capacité de stockage donnée.

Paramètre	Unité	Définition
$dU$	Année	Durée de l'étude (par défaut, 1 mois selon la définition de l'UF)
$DDV_{eqt}$	Année	Durée de vie de l'équipement de stockage considéré dans l'unité fonctionnelle
$PuissEq$	kW	Puissance moyenne consommée par l'équipement de stockage considéré dans l'unité fonctionnelle
$\%mutualisation$	Sans unité	Facteur d'allocation pour les équipements mutualisés : $\frac{PuissEq}{\sum PuissEq \text{ utilisant des équipements mutualisés}}$
$ImpactUF1^{<phaseX>}$	Impact env. / kW / an	Impact environnemental du centre de données par kW de puissance commercialisée par an, pour l'étape du cycle de vie X. Cela correspond au résultat de l'UF1.
$ImpactEq^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement de stockage considéré dans l'unité fonctionnelle, sur la période $dt$ , pour l'étape du cycle de vie X
$ImpactEqMut_A^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement mutualisé A, sur la période $dt$ , pour l'étape du cycle de vie X
$ImpactMixElec$	Impact env. / kW	Impact environnemental du mix électrique de la zone géographique concernée, par kW d'électricité fourni

Périmètre	Règles d'allocation			
	Etape du cycle de vie	Fabrication Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance
Architecture du bâtiment et environnement technique		$Impact_{UF1}^{Embodied}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{UF1}^{Embodied}$	$Impact_{UF1}^{Distribution}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{UF1}^{Distribution}$	$Impact_{UF1}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{UF1}^{Utilisation}$
Equipement informatique dédié (équipement de stockage)		$Impact_{Eq}^{Embodied}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqt}} \times Impact_{Eq}^{Embodied}(DDV_{Eq})$	$Impact_{Eq}^{Distribution}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqt}} \times Impact_{Eq}^{Distribution}(DDV_{Eq})$	$Impact_{Eq}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq \times Impact_{MixElec}$
Pour chaque équipement mutualisé A		$Impact_{EqMut[A]}^{Embodied}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqtA}} \times \%mutualisation \times Impact_{EqMut}^{Embodied}(DDV_{EqtA})$	$Impact_{EqMut[A]}^{Distribution}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqtA}} \times \%mutualisation \times Impact_{EqMut}^{Distribution}(DDV_{EqtA})$	$Impact_{EqMut[A]}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq \times \%mutualisation \times Impact_{MixElec}$
Unité fonctionnelle 3		$Impact_{UF3}^{Embodied}(dU) = Impact_{UF1}^{Embodied}(dU) + Impact_{Eq}^{Embodied}(dU) + \sum_A Impact_{EqMut[A]}^{Embodied}(dU)$	$Impact_{UF3}^{Distribution}(dU) = Impact_{UF1}^{Distribution}(dU) + Impact_{Eq}^{Distribution}(dU) + \sum_A Impact_{EqMut[A]}^{Distribution}(dU)$	$Impact_{UF3}^{Utilisation}(dU) = Impact_{UF1}^{Utilisation}(dU) + Impact_{Eq}^{Utilisation}(dU) + \sum_A Impact_{EqMut[A]}^{Utilisation}(dU)$

Tableau 11: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 3

#### 12.3.4. Articulation entre les données

Les données incluses dans l'inventaire et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

Les données de l'unité fonctionnelle 1 faisant partie du périmètre non-maîtrisé, il est difficile d'obtenir des données primaires. Ce domaine représentant néanmoins une partie significative de l'impact, des **données d'impacts environnementaux génériques** sont **fournies** en Annexe D - Données génériques. Notamment, des impacts environnementaux de l'architecture du bâtiment et de l'environnement technique, par kW de puissance électrique IT commercialisée sont disponibles.

## 12.4. UF4 : Mettre à disposition un équipement réseau hébergé en centre de données avec des caractéristiques données

### 12.4.1. Description de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« **Mettre à disposition un équipement réseau hébergé en centre de données avec des caractéristiques données** »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? » Mettre à disposition un équipement réseau

---

L'ampleur de la fonction ou du service : « Avec une configuration définie par :  
combien ? »

- Une bande passante (Gbit/s)
- Un nombre de ports cuivre ou fibre optique

---

#### Sans redondance et sans sauvegarde

Le niveau de qualité souhaité : « comment ? » Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie.

---

La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? » Pendant un mois

Tableau 12: Description de l'unité fonctionnelle 4

#### Unité type

- Mettre à disposition un équipement réseau de bande passante 10 Gbit/s et 48 ports fibre optique hébergé en centre de données.

### 12.4.2. Frontières du système

#### PERIMETRES

L'unité fonctionnelle peut se décliner selon plusieurs périmètres :

- **Périmètre maîtrisé** : couvre uniquement les éléments maîtrisés par l'opérateur de service numérique (ex : uniquement les murs du centre de données pour un acteur qui gère un centre de données et propose des solutions d'hébergement) ;
- **Périmètre global** : couvre l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre de délivrer le service numérique qu'ils soient maîtrisés ou non par l'opérateur du service numérique (terminaux, réseaux, centre de données).

Cette unité fonctionnelle couvre le périmètre global qui comprend l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre d'assurer la fonction à savoir :

- Eléments de l'unité fonctionnelle 1 :
  - L'architecture du bâtiment (périmètre non-maîtrisé) ;
  - L'environnement technique (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Conception du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du centre de données (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments complémentaires :
  - L'équipements informatique dédié, ici équipement réseau (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements informatiques mutualisés du provider (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements réseau mutualisés du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance de l'équipement réseau (périmètre maîtrisé).

## PHASES DU CYCLE DE VIE CONSIDEREES

Pour les équipements réseau, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP « parent »
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication	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	<i>Exclu</i>
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
Distribution			<i>Obligatoire</i>
Installation			<i>Optionnel</i>
Utilisation	C	Utilisation	
	C1	Utilisation des équipements IT	Obligatoire
	C2	Utilisation des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	C3	Activités support de l'opérateur	<i>Optionnel (maintenance des équipements informatiques)</i>
	C4	Activités support du fournisseur de service	<i>Exclu</i>
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 13: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 4

**Note 1** : Les tags ne sont pas issus de la norme EN 15804 malgré leur similitude, mais de la norme ITU L.1410<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Source : <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410>, Tableau original n°2, p.35.

**Note 2 :** Les éléments en italique sont les éléments précisés dans le présent référentiel conformément au RCP « parent » sur les services numériques. Les éléments en gras sont les éléments pour lesquels il y a une divergence par rapport au RCP « parent » sur les services numériques.

En d'autres termes, pour les équipements informatiques concernés par l'unité fonctionnelle, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Distribution ;
- Utilisation ;
- Fin de vie.

Les étapes suivantes peuvent être prises en compte de manière optionnelle :

- Maintenance.

## INCLUSIONS ET EXCLUSIONS

Les données à prendre en compte sont :

- Les données de l'unité fonctionnelle 1
- Les données complémentaires suivantes :
  - **Équipement informatiques dédié**, ici **équipement réseau**, concerné par l'unité fonctionnelle, selon les caractéristiques décrites en Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiquesAnnexe A - Caractéristiques des équipements informatiques ;
  - **Équipements informatiques mutualisés** (serveurs d'infrastructure, serveurs de management, équipements en « spare », équipements réseau, etc.), concernés par l'unité fonctionnelle, selon les caractéristiques décrites en Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiquesAnnexe A - Caractéristiques des équipements informatiques ;
  - **Consommations réelles des consommables** nécessaires pour l'utilisation des équipements informatiques, selon les méthodes conseillées à la section 4.4 ;
  - **Données de maintenance** de l'équipement réseau.

Ces données et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

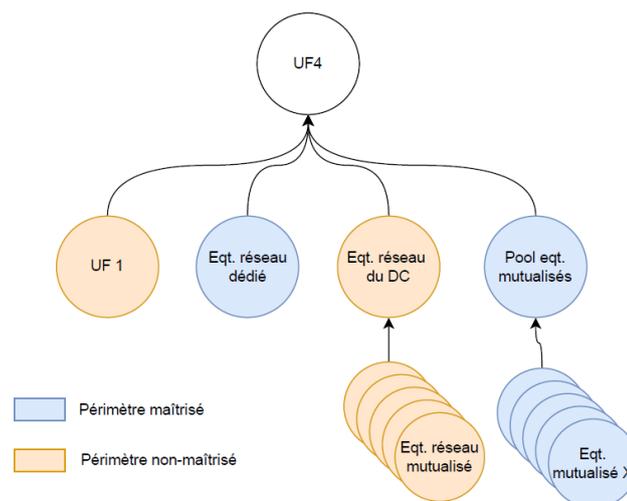


Figure 10: Représentation schématique de la modélisation de l'UF 4

### 12.4.3. Règles d'allocation

Pour chaque équipement considéré dans le périmètre, des règles d'allocation sont définies pour chaque étape du cycle de vie de l'équipement afin de quantifier la part attribuée à la mise à disposition d'un équipement réseau hébergé en centre de données avec une configuration donnée.

Paramètre	Unité	Définition
$dU$	Année	Durée de l'étude (par défaut, 1 mois selon la définition de l'UF)
$DDV_{eqt}$	Année	Durée de vie de l'équipement réseau considéré dans l'unité fonctionnelle
$PuissEq_t$	kW	Puissance moyenne consommée par l'équipement réseau considéré dans l'unité fonctionnelle
$\%mutualisation$	Sans unité	Facteur d'allocation pour les équipements mutualisés : $\frac{PuissEq_t}{\sum PuissEq_t \text{ utilisant des équipements mutualisés}}$
$Impact_{UF1}^{<phaseX>}$	Impact env. / kW / an	Impact environnemental du centre de données par kW de puissance commercialisée par an, pour l'étape du cycle de vie X. Cela correspond au résultat de l'UF1.
$Impact_{Eq_t}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement réseau considéré dans l'unité fonctionnelle, sur la période $dt$ , pour l'étape du cycle de vie X
$Impact_{Eq_tMut_A}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement mutualisé A, sur la période $dt$ , pour l'étape du cycle de vie X
$Impact_{MixElec}$	Impact env. / kW	Impact environnemental du mix électrique de la zone géographique concernée, par kW d'électricité fourni

Périmètre	Règles d'allocation			
	Etape du cycle de vie	Fabrication Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance
Architecture du bâtiment et environnement technique		$Impact_{UF1}^{Embodied}(dU) = dU \times PuissEq_t \times Impact_{UF1}^{Embodied}$	$Impact_{UF1}^{Distribution}(dU) = dU \times PuissEq_t \times Impact_{UF1}^{Distribution}$	$Impact_{UF1}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq_t \times Impact_{UF1}^{Utilisation}$
Equipement informatique dédié (équipement réseau)		$Impact_{Eq_t}^{Embodied}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqt}} \times Impact_{Eq_t}^{Embodied}(DDV_{Eq_t})$	$Impact_{Eq_t}^{Distribution}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqt}} \times Impact_{Eq_t}^{Distribution}(DDV_{Eq_t})$	$Impact_{Eq_t}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq_t \times Impact_{MixElec}$
Pour chaque équipement mutualisé A		$Impact_{Eq_tMut[A]}^{Embodied}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqtA}} \times \%mutualisation \times Impact_{Eq_tMut[A]}^{Embodied}(DDV_{Eq_tA})$	$Impact_{Eq_tMut[A]}^{Distribution}(dU) = \frac{dU}{DDV_{eqtA}} \times \%mutualisation \times Impact_{Eq_tMut[A]}^{Distribution}(DDV_{Eq_tA})$	$Impact_{Eq_tMut[A]}^{Utilisation}(dU) = dU \times PuissEq_tA \times \%mutualisation \times Impact_{MixElec}$
Unité fonctionnelle UF4		$Impact_{UF4}^{Embodied}(dU) = Impact_{UF1}^{Embodied}(dU) + Impact_{Eq_t}^{Embodied}(dU) + \sum_A Impact_{Eq_tMut[A]}^{Embodied}(dU)$	$Impact_{UF4}^{Distribution}(dU) = Impact_{UF1}^{Distribution}(dU) + Impact_{Eq_t}^{Distribution}(dU) + \sum_A Impact_{Eq_tMut[A]}^{Distribution}(dU)$	$Impact_{UF4}^{Utilisation}(dU) = Impact_{UF1}^{Utilisation}(dU) + Impact_{Eq_t}^{Utilisation}(dU) + \sum_A Impact_{Eq_tMut[A]}^{Utilisation}(dU)$

Tableau 14: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 4

#### 12.4.4. Articulation entre les données

Les données incluses dans l'inventaire et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

Les données de l'**unité fonctionnelle 1** faisant partie du périmètre non-maîtrisé, il est difficile d'obtenir des données primaires. Ce domaine représentant néanmoins une partie significative de l'impact, des **données d'impacts environnementaux génériques** sont **fournies** en Annexe D - Données génériques. Notamment, des impacts environnementaux de l'architecture du bâtiment et de l'environnement technique, par kW de puissance électrique IT commercialisée sont disponibles.

## 12.5. UFS : Exécuter 1h de calcul de cœur processeur

### 12.5.1. Description de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« Exécuter 1h de calcul de cœur processeur »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Exécuter un calcul informatique
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	Défini par l'ensemble des équipements informatiques permettant d'exécuter le calcul
Le niveau de qualité souhaité : « comment ? »	Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie.
La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? »	Pendant une heure

Tableau 15: Description de l'unité fonctionnelle 5

#### Unité type

Pas d'unité type à la vue de la spécificité de l'unité fonctionnelle

### 12.5.2. Frontières du système

#### PERIMETRES

L'unité fonctionnelle peut se décliner selon plusieurs périmètres :

- **Périmètre maîtrisé** : couvre uniquement les éléments maîtrisés par l'opérateur de service numérique (ex : uniquement les murs du centre de données pour un acteur qui gère un centre de données et propose des solutions d'hébergement) ;
- **Périmètre global** : couvre l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre de délivrer le service numérique qu'ils soient maîtrisés ou non par l'opérateur du service numérique (terminaux, réseaux, centre de données).

Cette unité fonctionnelle couvre le périmètre global qui comprend l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre d'assurer la fonction à savoir :

- Eléments de l'unité fonctionnelle 1 :
  - L'architecture du bâtiment (périmètre non-maîtrisé) ;
  - L'environnement technique (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Conception du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du centre de données (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments des unités fonctionnelles 2, 3 et 4 :
  - Les équipements informatiques dédiés : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements informatiques mutualisés : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements réseau mutualisés du centre de données (périmètre maîtrisé) ;
  - Maintenance des équipements informatiques : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé).
- Eléments complémentaires :
  - Maintenance de la plateforme de calcul (périmètre maîtrisé).

## PHASES DU CYCLE DE VIE CONSIDEREES

Pour chaque équipement, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP « parent »
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication	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	<i>Exclu</i>
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
Distribution			<i>Obligatoire</i>
Installation			<i>Optionnel</i>
Utilisation	C	Utilisation	
	C1	Utilisation des équipements IT	<i>Obligatoire (voir FU2, 3 et 4)</i>
	C2	Utilisation des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	C3	Activités support de l'opérateur	<i>Optionnel (maintenance de la plateforme de calcul)</i>
	C4	Activités support du fournisseur de service	<i>Exclu</i>
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 16: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 5

**Note 1** : Les tags ne sont pas issus de la norme EN 15804 malgré leur similitude, mais de la norme ITU L.1410<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> Source : <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410>, Tableau original n°2, p.35.

**Note 2** : Les éléments en italique sont les éléments précisés dans le présent référentiel conformément au RCP « parent » sur les services numériques. Les éléments en gras sont les éléments pour lesquels il y a une divergence par rapport au RCP « parent » sur les services numériques.

En d'autres termes, pour les équipements informatiques concernés par l'unité fonctionnelle, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Distribution ;
- Utilisation ;
- Fin de vie.

Les étapes suivantes peuvent être prises en compte de manière optionnelle :

- Maintenance.

## INCLUSIONS ET EXCLUSIONS

Les données à prendre en compte sont :

- Les données de l'unité fonctionnelle 1 ;
- Les données de l'unité fonctionnelle 2 et/ou de l'unité fonctionnelle 3 et/ou de l'unité fonctionnelle 4 ;
- Les données de maintenance de la plateforme de calcul.

Ces données et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

### 12.5.3. Articulation entre les données

Les données incluses dans l'inventaire et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

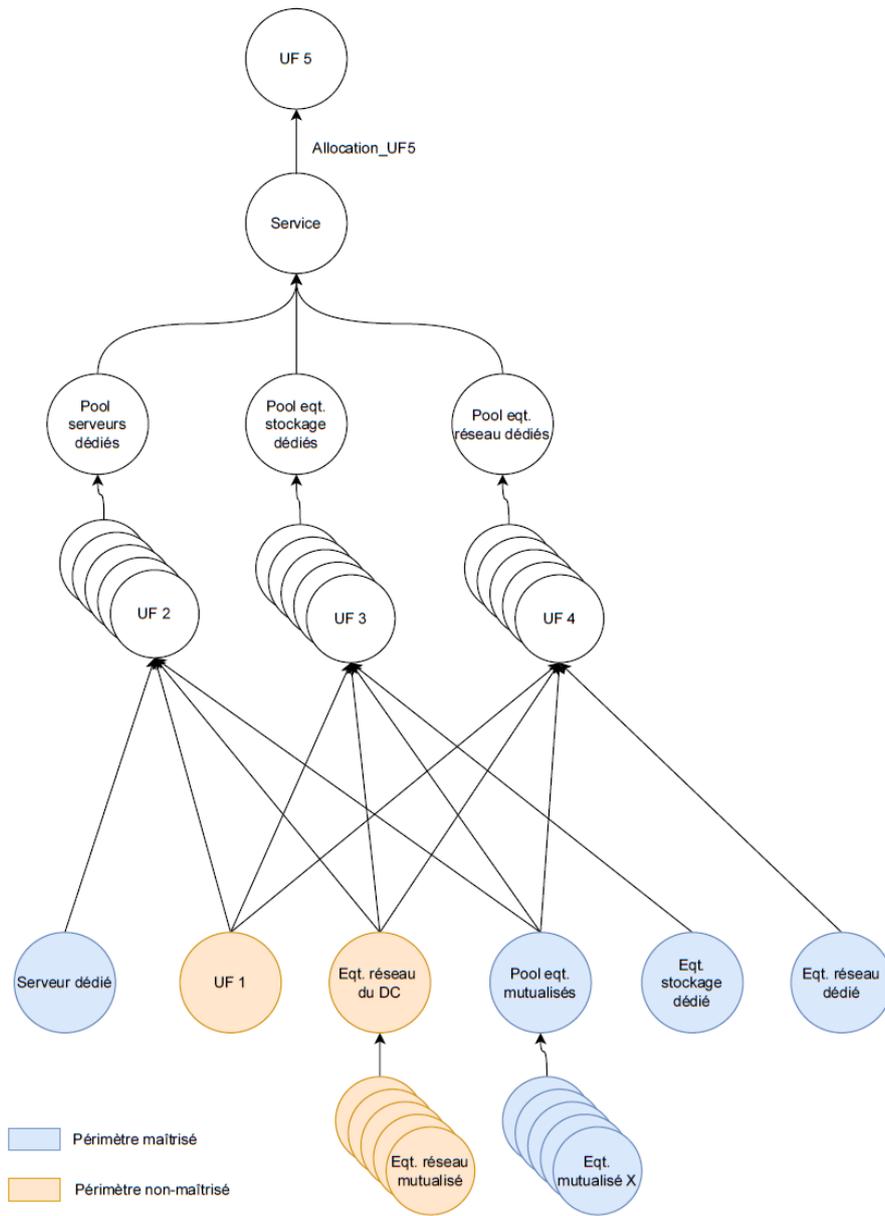


Figure 11 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 5

### 12.5.4. Règles d'allocation

Pour chaque équipement considéré dans le périmètre, les impacts sont comptabilisés via les UF 2, 3 et 4 puis sommés pour obtenir les impacts du service au global pouvant fournir des heures de calcul processeur. Ensuite, une règle d'allocation est définie afin de quantifier la part du service attribuée à l'exécution d'une heure de calcul de cœur processeur.

Paramètre	Unité	Définition
$dU$	Année	Durée de l'étude (par défaut, 1h selon la définition de l'UF)
$NbvCPU.H$	Heure	Nombre de vCPU.heure réservés pendant la durée de l'étude
$\text{Impact}_{UF2\_A}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental du serveur physique dédié A, calculé selon l'UF2, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie $X$
$\text{Impact}_{UF3\_B}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement de stockage dédié B, calculé selon l'UF3, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie $X$
$\text{Impact}_{UF4\_C}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement réseau dédié C, calculé selon l'UF4, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie $X$

Sur l'ensemble des étapes du cycle de vie, les calculs et règles d'allocations suivantes sont utilisés :

Périmètre	Règles d'allocation
Etape du cycle de vie	Pour l'étape du cycle de vie $X$
Périmètre	
Pool de serveurs physiques dédiés au service concerné	$\text{Impact}_{\text{PoolServeur}}^{<phaseX>} = \sum_A \text{Impact}_{UF2\_A}^{<phaseX>}(dU)$
Pool d'équipements de stockage dédiés au service concerné	$\text{Impact}_{\text{PoolStockage}}^{<phaseX>} = \sum_B \text{Impact}_{UF3\_B}^{<phaseX>}(dU)$
Pool d'équipements réseau dédiés au service concerné	$\text{Impact}_{\text{PoolRéseau}}^{<phaseX>} = \sum_C \text{Impact}_{UF4\_C}^{<phaseX>}(dU)$
Service fournissant le calcul processeur	$\text{Impact}_{\text{ServiceUF5}}^{<phaseX>} = \text{Impact}_{\text{PoolServeur}}^{<phaseX>} + \text{Impact}_{\text{PoolStockage}}^{<phaseX>} + \text{Impact}_{\text{PoolRéseau}}^{<phaseX>}$
Unité fonctionnelle 5	$\text{Impact}_{UF5}^{<phaseX>} = \text{Impact}_{\text{ServiceUF5}}^{<phaseX>} \times \text{Allocation}_{UF5}$ <p style="text-align: center;">Avec <math>\text{Allocation}_{UF5} = \frac{1}{NbvCPU.H}</math></p>

Tableau 17: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 5

### 12.5.5. Articulation entre les données

Les données incluses dans l'inventaire et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

## 12.6. Uf6 : Mettre à disposition un serveur virtuel avec une configuration donnée

### 12.6.1. Description de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« Mettre à disposition un serveur virtuel<sup>33</sup> avec une configuration donnée »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Mettre à disposition un serveur virtuel
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	Avec une configuration définie par : <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Un nombre de vCPU</li><li>▪ Une quantité de RAM (Go)</li><li>▪ Une capacité de stockage attaché<sup>34</sup> au serveur virtuel (Go)</li></ul>
Le niveau de qualité souhaité : « comment ? »	<b>Sans redondance et sans sauvegarde</b> Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie.
La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? »	Pendant une heure

Tableau 18: Description de l'unité fonctionnelle 6

#### Unité type

- Mettre à disposition un serveur virtuel avec la configuration suivante : 1 vCPU, 4 Go RAM, 100 Go de stockage
- Mettre à disposition un serveur virtuel avec la configuration suivante : 2 vCPU, 4 Go RAM, 200 Go de stockage
- Mettre à disposition un serveur virtuel avec la configuration suivante : 2 vCPU, 8 Go RAM, 200 Go de stockage

<sup>33</sup> Aussi appelé « machine virtuelle » (abrégé en VM). Pour des raisons de lisibilité, dans cette section définissant cette unité fonctionnelle, l'acronyme 'VM' est parfois utilisé. Il désigne un serveur virtuel.

<sup>34</sup> Pour du stockage « remote », c'est-à-dire venant d'un autre équipement de stockage, faire appel à l'UF7 pour modéliser les impacts de l'espace de stockage et l'ajouter à l'UF6.

## 12.6.2. Frontières du système

### PERIMETRES

L'unité fonctionnelle peut se décliner selon plusieurs périmètres :

- **Périmètre maîtrisé** : couvre uniquement les éléments maîtrisés par l'opérateur de service numérique (ex : uniquement les murs du centre de données pour un acteur qui gère un centre de données et propose des solutions d'hébergement) ;
- **Périmètre global** : couvre l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre de délivrer le service numérique qu'ils soient maîtrisés ou non par l'opérateur du service numérique (terminaux, réseaux, centre de données).

Cette unité fonctionnelle couvre le périmètre global qui comprend l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre d'assurer la fonction à savoir :

- Eléments de l'unité fonctionnelle 1 :
  - L'architecture du bâtiment (périmètre non-maîtrisé) ;
  - L'environnement technique (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Conception du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du centre de données (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments des unités fonctionnelles 2 et 4 :
  - Les équipements informatiques dédiés : serveurs informatiques physiques et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements informatiques mutualisés du provider : serveurs informatiques physiques et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements réseau mutualisés du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance des équipements informatiques : serveurs informatiques physiques et équipements réseaux (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments complémentaires :
  - Maintenance du serveur virtuel (périmètre maîtrisé).

## PHASES DU CYCLE DE VIE CONSIDEREES

Pour chaque équipement, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP « parent »
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication	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	<i>Exclu</i>
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
Distribution			<i>Obligatoire</i>
Installation			<i>Optionnel</i>
Utilisation	C	Utilisation	
	C1	Utilisation des équipements IT	<i>Obligatoire (voir UF2, 3 et 4)</i>
	C2	Utilisation des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	C3	Activités support de l'opérateur	<i>Optionnel (maintenance du serveur virtuel)</i>
	C4	Activités support du fournisseur de service	<i>Exclu</i>
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 19: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 6

**Note 1** : Les tags ne sont pas issus de la norme EN 15804 malgré leur similitude, mais de la norme ITU L.1410<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> Source : <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410>, Tableau original n°2, p.35.

**Note 2** : Les éléments en italique sont les éléments précisés dans le présent référentiel conformément au RCP « parent » sur les services numériques. Les éléments en gras sont les éléments pour lesquels il y a une divergence par rapport au RCP « parent » sur les services numériques.

En d'autres termes, pour les équipements informatiques concernés par l'unité fonctionnelle, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Distribution ;
- Utilisation ;
- Fin de vie.

Les étapes suivantes peuvent être prises en compte de manière optionnelle :

- Maintenance.

## INCLUSIONS ET EXCLUSIONS

Les données à prendre en compte sont :

- Les données de l'unité fonctionnelle 1 ;
- Les données de l'unité fonctionnelle 2 et/ou de l'unité fonctionnelle 4 ;
- Les données de maintenance du serveur virtuel.

*Remarque* : Les équipements de stockage de l'UF3 ne sont pas considérés dans cette unité fonctionnelle car l'UF6 caractérise uniquement un serveur virtuel avec du stockage attaché. Dans le cas de serveurs de stockage séparé du serveur physique, alors il faut utiliser l'UF7 pour modéliser les impacts de cet espace de stockage et l'ajouter à l'UF6.

### 12.6.3. Articulation entre les données

Les données et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

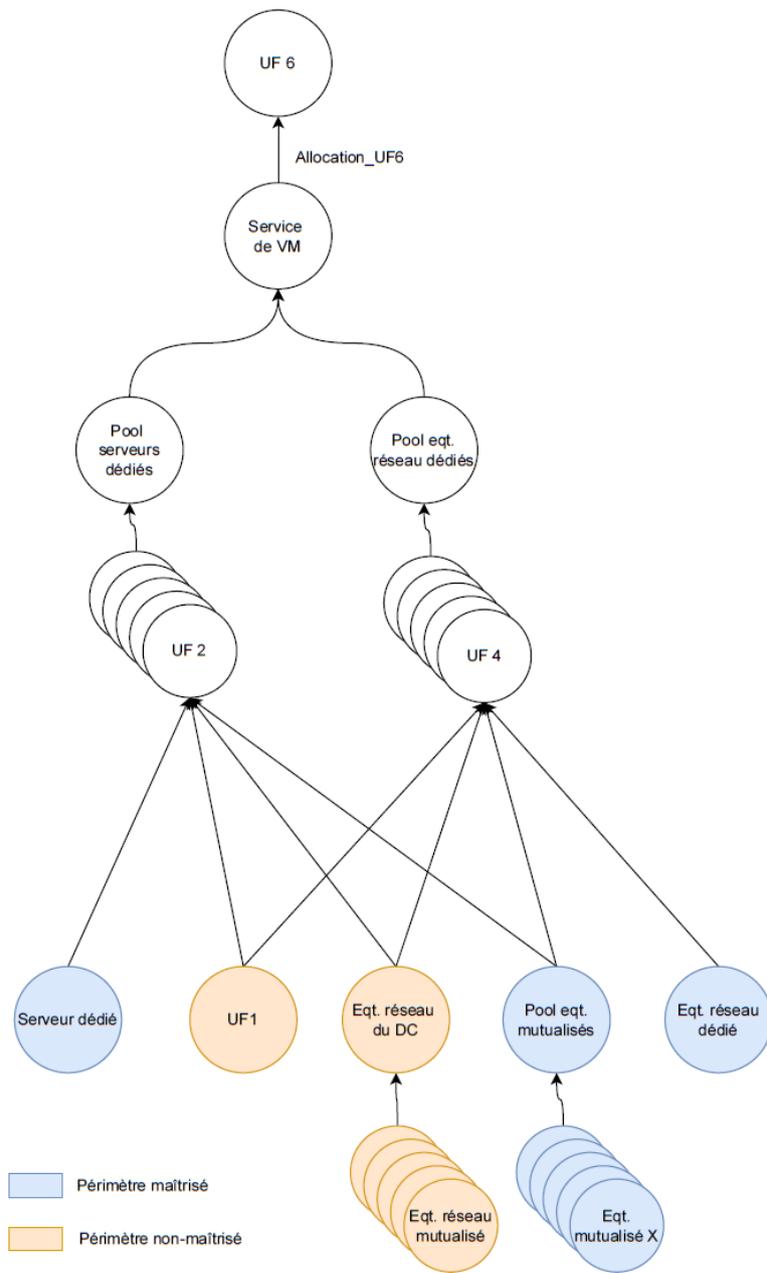


Figure 12 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 6

### 12.6.4. Règles d'allocation

Pour chaque équipement considéré dans le périmètre, les impacts sont comptabilisés via les UF 2 et 4 puis sommés pour obtenir les impacts du service au global pouvant fournir des serveurs virtuels. Ensuite, des règles d'allocation sont définies afin de quantifier la part du service attribuée à la mise à disposition d'un serveur virtuel de configuration donnée.

Paramètre	Unité	Définition
$dU$	Année	Durée de l'étude = durée d'utilisation de la machine virtuelle (Par défaut, 1h selon la définition de l'UF)
$nbvCPUVM.H$	Heure	Nombre de vCPU.heure réservés pour la VM pendant la durée de l'étude
$nbvCPUPool.H$	Heure	Somme des nombres de vCPU.heure réservés pour toutes les VM hébergées dans le pool (dans lequel se trouve la VM) pendant la durée de l'étude
$qtéRAMVM.H$	Go.Heure	Capacité de RAM.heure réservée pour la VM pendant la durée de l'étude
$qtéRAMPool.H$	Go.Heure	Somme des capacités de RAM.heure réservées pour toutes les VM hébergées par le pool (dans lequel se trouve la VM) pendant la durée de l'étude
$volStoVM.H$	Go.Heure	Capacité de stockage.heure attaché, réservée pour la VM pendant la durée de l'étude
$volStoPool.H$	Go.Heure	Somme des capacités de stockage.heure attaché, réservées pour toutes les VM hébergées par le pool (dans lequel se trouve la VM) pendant la durée de l'étude
$MaxCPU RAMSto$	Sans unité	$Max(\frac{vCPUVM}{NbvCPUPool}, \frac{qtéRAMVM}{NbRAMPool}, \frac{volStoVM}{NbGOPool})$
$RatioFabCPU$	Sans unité	Ratio d'origine des impacts du CPU sur la phase de fabrication entre les RAM, les CPU et le Stockage : $\frac{Impacts\_CPU}{Impacts\_RAM + Impacts\_CPU + Impacts\_Sto}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des serveurs physiques dédiés au pool de VM.
$RatioFabRAM$	Sans unité	Ratio d'origine des impacts de la RAM sur la phase de fabrication entre les RAM, les CPU et le Stockage : $\frac{Impacts\_RAM}{Impacts\_RAM + Impacts\_CPU + Impacts\_Sto}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des serveurs physiques dédiés au pool de VM.
$RatioFabSto$	Sans unité	Ratio d'origine des impacts du stockage sur la phase de fabrication entre les RAM, les CPU et le Stockage : $\frac{Impacts\_Sto}{Impacts\_RAM + Impacts\_CPU + Impacts\_Sto}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des serveurs physiques dédiés au pool de VM.
$RatioUseCPU$	Sans unité	Ratio d'origine de la consommation d'électricité du CPU en phase d'utilisation entre les RAM, les CPU et le Stockage : $\frac{Conso\_CPU}{Conso\_RAM + Conso\_CPU + Conso\_Sto}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des serveurs physiques dédiés au pool de VM.
$RatioUseRAM$	Sans unité	Ratio d'origine de la consommation d'électricité de la RAM en phase d'utilisation entre les RAM, les CPU et le Stockage : $\frac{Conso\_RAM}{Conso\_RAM + Conso\_CPU + Conso\_Sto}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des serveurs physiques dédiés au pool de VM.
$RatioUseSto$	Sans unité	Ratio d'origine de la consommation d'électricité du stockage en phase d'utilisation entre les RAM, les CPU et le Stockage : $\frac{Conso\_Sto}{Conso\_RAM + Conso\_CPU + Conso\_Sto}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des serveurs physiques dédiés au pool de VM.
$Impact_{UF2\_A}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental du serveur physique dédié A, calculé selon l'UF2, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie $X$
$Impact_{UF4\_C}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement réseau dédié C, calculé selon l'UF4, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie $X$

Par défaut, on considère les répartitions suivantes pour la fabrication<sup>36</sup> :

- $RatioFabRAM = 85\%$
- $RatioFabCPU = 2\%$
- $RatioFabSto = 13\%$

<sup>36</sup> Ces valeurs de  $RatioFab$  ont été définies à partir d'une configuration de serveur physique aux caractéristiques techniques suivantes : 2 processeurs de 48 cœurs, 4 SSD de 512 Go et 24 RAM (12 de 32 Go et 12 de 16 Go). Les répartitions d'impacts ont été calculé sur les 5 indicateurs environnementaux obligatoires dans le RCP « parent » puis moyenné. Avec une configuration différente, ces valeurs par défaut doivent d'être ajustées.

De plus, on considère les répartitions par défaut suivantes pour l'utilisation, en fonction du taux d'utilisation de l'équipement<sup>37</sup> :

Utilisation maximale (100% usage CPU)	Utilisation standard (30% usage CPU)	Veille (« idle ») (0% usage CPU)
<ul style="list-style-type: none"> <li>RatioUseRAM = 15%</li> <li>RatioUseCPU = 80%</li> <li>RatioUseSto = 5%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RatioUseRAM = 30%</li> <li>RatioUseCPU = 60%</li> <li>RatioUseSto = 10%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RatioUseRAM = 54%</li> <li>RatioUseCPU = 13%</li> <li>RatioUseSto = 33%</li> </ul>

Sur les phases de fabrication, de distribution, d'utilisation et de fin de vie, les allocations suivantes sont utilisées :

Périmètre	Règles d'allocation										
	Fabrication Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance								
<table border="1"> <tr> <td>Etape du cycle de vie</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Périmètre</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Etape du cycle de vie				Périmètre						
Etape du cycle de vie											
Périmètre											
Pool de serveurs physiques dédiés au pool de VM	$\text{Impact}_{\text{PoolServeur}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} = \sum_A \text{Impact}_{\text{UF2\_A}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} (dU)$										
Pool d'équipements réseau dédiés au pool de VM	$\text{Impact}_{\text{PoolRéseau}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} = \sum_C \text{Impact}_{\text{UF4\_C}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} (dU)$										
Service fournissant le pool de VM	$\text{Impact}_{\text{ServiceUF6}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} = \text{Impact}_{\text{PoolServeur}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} + \text{Impact}_{\text{PoolRéseau}}^{\langle \text{phaseX} \rangle}$										
Unité fonctionnelle 6	$\text{Impact}_{\text{UF6}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} = \text{Impact}_{\text{ServiceUF6}}^{\langle \text{phaseX} \rangle} \times \text{Allocation}_{\text{UF6}}^{\langle \text{phaseX} \rangle}$										
	<p><b>Avec Allocation<sup>Embodied</sup><sub>UF6</sub> =</b></p> $\left( \frac{\text{RatioFabCPU}}{\text{nbvCPUVM.H}} \times \frac{\text{nbvCPUPool.H}}{\text{nbvCPUPool.H}} + \frac{\text{RatioFabRAM}}{\text{qtéRAMVM.H}} \times \frac{\text{qtéRAMVM.H}}{\text{qtéRAMPool.H}} + \frac{\text{RatioFabSto}}{\text{volStoVM.H}} \times \frac{\text{volStoVM.H}}{\text{volStoPool.H}} \right)$	<p><b>Avec Allocation<sup>Distribution</sup><sub>UF6</sub> =</b></p> $\text{MaxCPURAMSto}$	<p><b>Avec Allocation<sup>Utilisation</sup><sub>UF6</sub> =</b></p> $\left( \frac{\text{RatioUseCPU}}{\text{nbvCPUVM.H}} \times \frac{\text{nbvCPUPool.H}}{\text{nbvCPUPool.H}} + \frac{\text{RatioUseRAM}}{\text{qtéRAMVM.H}} \times \frac{\text{qtéRAMVM.H}}{\text{qtéRAMPool.H}} + \frac{\text{RatioUseSto}}{\text{volStoVM.H}} \times \frac{\text{volStoVM.H}}{\text{volStoPool.H}} \right)$								

Tableau 20 : Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 6

<sup>37</sup> Ces valeurs de RatioUse ont été proposées et validées après échanges avec des experts. Les ordres de grandeur de consommation électrique sont de 2W/barrette de RAM, 3W/SSD et 15-150W/CPU en fonction de la charge. Les valeurs données dans le tableau se basent sur une configuration moyenne de serveur physique : 2 processeurs, 4 SSD de 512 Go et 24 RAM (12 de 32 Go et 12 de 16 Go). Avec une configuration différente, ces valeurs par défaut doivent d'être ajustées.

## 12.7. UF7 : Mettre à disposition un espace de stockage de type 'block' avec une configuration donnée

### 12.7.1. Description de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle retenue est la suivante :

« **Mettre à disposition un espace de stockage de type 'block' avec une configuration donnée** »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Mettre à disposition un espace de stockage de type 'block'
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	Avec une configuration définie par : <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Une capacité de stockage (Go)</li><li>▪ Un type de stockage (SDD, HDD, Contrôleurs)</li></ul>
Le niveau de qualité souhaité : « comment ? »	<b>Sans redondance et sans sauvegarde</b> Défini par une configuration : <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Quantité de stockage réservée (volume entrée et en sortie)</li><li>▪ Flux réseau Ingress et Egress</li><li>▪ Critère du durabilité.<sup>38</sup></li><li>▪ Capacité à récupérer la donnée et niveau de performance</li><li>▪ Classe de service (IOPS et bande passante, température donnée).<sup>39</sup></li></ul> Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie.
La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? »	Pendant une heure

Tableau 21: Description de l'unité fonctionnelle 7

#### Unité type

- Mettre à disposition un espace de stockage de 1 Go.h selon des caractéristiques données.

<sup>38</sup> Capacité à ne pas perdre la donnée

<sup>39</sup> Donnée chaude (hot data) : Données disponibles immédiatement ; Donnée froide (cold data) : Données archivées qui nécessite un temps d'accès

## 12.7.2. Frontières du système

### PERIMETRES

L'unité fonctionnelle peut se décliner selon plusieurs périmètres :

- **Périmètre maîtrisé** : couvre uniquement les éléments maîtrisés par l'opérateur de service numérique (ex : uniquement les murs du centre de données pour un acteur qui gère un centre de données et propose des solutions d'hébergement) ;
- **Périmètre global** : couvre l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre de délivrer le service numérique qu'ils soient maîtrisés ou non par l'opérateur du service numérique (terminaux, réseaux, centre de données).

Cette unité fonctionnelle couvre le périmètre global qui comprend l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre d'assurer la fonction à savoir :

- Eléments de l'unité fonctionnelle 1 :
  - L'architecture du bâtiment (périmètre non-maîtrisé) ;
  - L'environnement technique (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Conception du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du centre de données (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments des unités fonctionnelles 2, 3 et 4 :
  - Les équipements informatiques dédiés : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements informatiques mutualisés du provider : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements réseaux mutualisés du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance des équipements informatiques : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments complémentaires :
  - Maintenance de l'espace de stockage (périmètre maîtrisé).

## PHASES DU CYCLE DE VIE CONSIDEREES

Pour chaque équipement, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte :

Affichage environnemental	ITU L.1410		Couverture par le RCP « parent »
Etape du cycle de vie	Tag	Etape du cycle de vie	
Fabrication	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	<i>Exclu</i>
	B2	Production des équipements support	
	B2.1	Production des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	B3	Construction du site IT spécifique	
	B3.1	Construction du site IT spécifique	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
Distribution			<i>Obligatoire</i>
Installation			<i>Optionnel</i>
Utilisation	C	Utilisation	
	C1	Utilisation des équipements IT	Obligatoire
	C2	Utilisation des équipements support	<i>Obligatoire (voir UF1)</i>
	C3	Activités support de l'opérateur	<i>Optionnel (maintenance de l'espace de stockage)</i>
	C4	Activités support du fournisseur de service	<i>Exclu</i>
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 22: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 7

**Note 1** : Les tags ne sont pas issus de la norme EN 15804 malgré leur similitude, mais de la norme ITU L.1410.<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> Source : <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1410>, Tableau original n°2, p.35.

**Note 2** : Les éléments en italique sont les éléments précisés dans le présent référentiel conformément au RCP « parent » sur les services numériques. Les éléments en gras sont les éléments pour lesquels il y a une divergence par rapport au RCP « parent » sur les services numériques.

En d'autres termes, pour les équipements informatiques concernés par l'unité fonctionnelle, les étapes du cycle de vie suivantes doivent être prises en compte obligatoirement :

- Fabrication ;
- Distribution ;
- Utilisation ;
- Fin de vie.

Les étapes suivantes peuvent être prises en compte de manière optionnelle :

- Maintenance.

## INCLUSIONS ET EXCLUSIONS

Les données à prendre en compte sont :

- Les données de l'unité fonctionnelle 1 ;
- Les données de l'unité fonctionnelle 2 et/ou de l'unité fonctionnelle 3 et/ou de l'unité fonctionnelle 4 ;
- Les données de maintenance de l'espace de stockage.

### 12.7.3. Articulation entre les données

Ces données et leur nature sont représentées dans le tableau en Annexe B – Articulation entre les données.

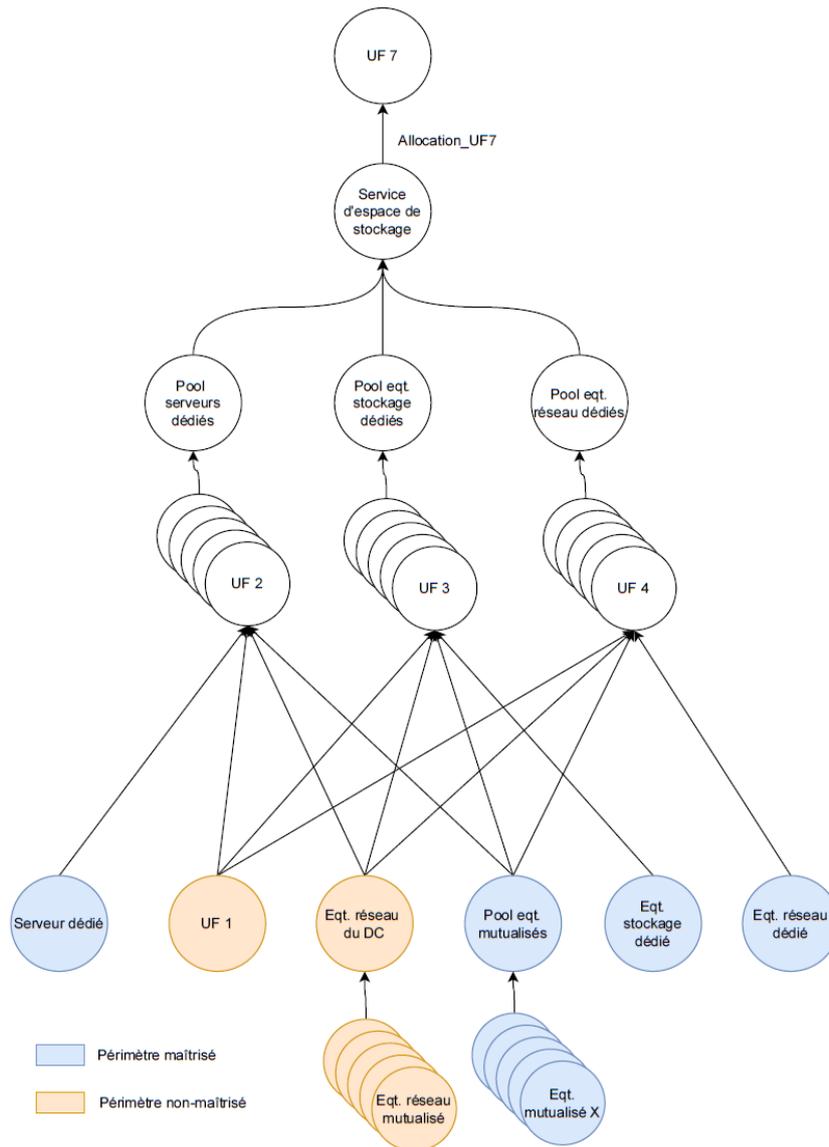


Figure 13 : Représentation graphique de la modélisation de l'UF 7

#### 12.7.4. Règles d'allocation

Pour chaque équipement considéré dans le périmètre, les impacts sont comptabilisés via les UF 2, 3 et 4 puis sont sommés pour obtenir les impacts du service au global pouvant fournir l'espace de stockage. Ensuite, des règles d'allocation sont définies afin de quantifier la part du service attribuée à la mise à disposition de l'espace de stockage de configuration donnée.

Paramètre	Unité	Définition
$dU$	Année	Durée de l'étude = Durée d'utilisation de l'espace de stockage (Par défaut, 1h comme défini dans l'UF)
$nbvCPU.H$	Heure	Nombre de vCPU.heure réservés pour l'espace de stockage considéré dans l'unité fonctionnelle, pendant la durée de l'étude
$nbvCPUPool.H$	Heure	Somme des nombres de vCPU.heure réservés pour l'ensemble des espaces de stockage, pendant la durée de l'étude
$volSto.H$	Go.Heure	Capacité de stockage.heure réservé de l'espace de stockage considéré dans l'unité fonctionnelle, pendant la durée de l'étude
$volStoPool.H$	Go.Heure	Somme des capacités de stockage.heure réservés par l'ensemble des espaces de stockage, pendant la durée de l'étude
$MaxCPUSto$	Sans unité	$Max \left( \frac{nbvCPU.H}{nbCPUPool.H}; \frac{volSto.H}{volStoPool.H} \right)$
$RatioFabSto$	Sans unité	Ratio d'origine des impacts du Stockage sur la phase de fabrication entre le Stockage et les CPU : $\frac{Impact_{Sto}}{Impact_{Sto} + Impact_{CPU}}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des équipements dédiés à l'espace de stockage.
$RatioFabCPU$	Sans unité	Ratio d'origine des impacts du CPU sur la phase de fabrication entre les CPU et le Stockage : $\frac{Impact_{CPU}}{Impact_{Sto} + Impact_{CPU}}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des équipements dédiés à l'espace de stockage.
$RatioUseSto$	Sans unité	Ratio d'origine des consommations d'électricité du Stockage en phase d'utilisation entre le Stockage et les CPU : $\frac{Conso_{Sto}}{Conso_{Sto} + Conso_{CPU}}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des équipements dédiés à l'espace de stockage.
$RatioUseCPU$	Sans unité	Ratio d'origine des consommations d'électricité du CPU en phase d'utilisation entre le Stockage et les CPU : $\frac{Conso_{CPU}}{Conso_{Sto} + Conso_{CPU}}$ . Ce ratio doit être calculé en moyenne sur l'ensemble des équipements dédiés à l'espace de stockage.
$Impact_{UF2,A}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental du serveur physique dédié A, calculé selon l'UF2, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie X
$Impact_{UF3,B}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement de stockage dédié B, calculé selon l'UF3, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie X
$Impact_{UF4,C}^{<phaseX>}(dt)$	Impact env.	Impact environnemental de l'équipement réseau dédié C, calculé selon l'UF4, sur la période $dt$ et pour l'étape du cycle de vie X

Par défaut, on considère les répartitions suivantes pour la fabrication.<sup>41</sup> :

- $RatioFabCPU = 5\%$
- $RatioFabSto = 95\%$

De plus, on considère les répartitions par défaut suivantes pour l'utilisation, en fonction du taux d'utilisation de l'équipement.<sup>42</sup> :

Utilisation maximale (100% usage CPU)	Utilisation standard (30% usage CPU)	Veille (« idle ») (0% usage CPU)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>RatioUseCPU = 85\%</math></li> <li>• <math>RatioUseSto = 15\%</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>RatioUseCPU = 75\%</math></li> <li>• <math>RatioUseSto = 25\%</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>RatioUseCPU = 35\%</math></li> <li>• <math>RatioUseSto = 65\%</math></li> </ul>

Sur les différentes phases du cycle de vie, les allocations suivantes seront utilisées :

<sup>41</sup> Ces valeurs de  $RatioFab$  ont été définies à partir d'une configuration de serveur de stockage aux caractéristiques techniques suivantes : 2 processeurs et 6 SSD de 1024 Go. Les répartitions d'impacts ont été calculé sur les 5 indicateurs environnementaux obligatoires dans le RCP « parent » puis moyenné.

<sup>42</sup> Ces valeurs de  $RatioUse$  ont été proposées et validées après échanges avec des experts. Les valeurs du tableau se basent sur une configuration moyenne de serveur physique : 2 processeurs et 6 SSD de 1024 Go. Avec une configuration différente, ces valeurs par défaut nécessiteraient d'être ajustées. En particulier, la consommation électrique du stockage est généralement proportionnelle au nombre de disque.

Périmètre		Règles d'allocation		
Etape du cycle de vie		Fabrication Fin de vie	Distribution	Utilisation Maintenance
Périmètre				
Pool de serveurs physiques dédiés au pool d'espaces de stockage		$\text{Impact}_{\text{PoolServeur}}^{<phaseX>} = \sum_A \text{Impact}_{\text{UF2\_A}}^{<phaseX>}(dU)$		
Pool d'équipements de stockage dédiés au pool d'espaces de stockage		$\text{Impact}_{\text{PoolStockage}}^{<phaseX>} = \sum_B \text{Impact}_{\text{UF3\_B}}^{<phaseX>}(dU)$		
Pool d'équipements réseau dédiés au pool d'espaces de stockage		$\text{Impact}_{\text{PoolRéseau}}^{<phaseX>} = \sum_C \text{Impact}_{\text{UF4\_C}}^{<phaseX>}(dU)$		
Service fournissant le pool d'espaces de stockage		$\text{Impact}_{\text{ServiceUF7}}^{<phaseX>} = \text{Impact}_{\text{PoolServeur}}^{<phaseX>} + \text{Impact}_{\text{PoolStockage}}^{<phaseX>} + \text{Impact}_{\text{PoolRéseau}}^{<phaseX>}$		
Unité fonctionnelle 7		$\text{Impact}_{\text{UF7}}^{<phaseX>} = \text{Impact}_{\text{ServiceUF7}}^{<phaseX>} \times \text{Allocation}_{\text{UF7}}^{<phaseX>}$		
		<p><b>Avec</b></p> $\text{Allocation}_{\text{UF7}}^{\text{Embodied}} = \left( \frac{\text{RatioFabCPU}}{\text{nbvCPU.H}} + \frac{\text{RatioFabSto}}{\text{volSto.H}} \right) \times \frac{\text{volSto.Pool.H}}{\text{volSto.Pool.H}}$	<p><b>Avec</b></p> $\text{Allocation}_{\text{UF7}}^{\text{Distribution}} = \text{MaxCPUSto}$	<p><b>Avec</b></p> $\text{Allocation}_{\text{UF7}}^{\text{Utilisation}} = \left( \frac{\text{RatioUseCPU}}{\text{nbvCPU.H}} + \frac{\text{RatioUseSto}}{\text{volSto.H}} \right) \times \frac{\text{volSto.Pool.H}}{\text{volSto.Pool.H}}$

Tableau 23: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 7

## 12.8. UF « agrégée »

### 12.8.1. Description du modèle d'unité fonctionnelle

Pour modéliser et évaluer l'impact d'un service cloud d'une plus grande complexité, il conviendra d'utiliser une combinaison des unités fonctionnelles suivantes et d'identifier les critères définis :

- **UF2 : « Mettre à disposition un serveur physique avec une capacité donnée »**
  - Appliquer la méthodologie pour X serveurs, ayant chacun une quantité de CPU, RAM et stockage définie
- **UF3 : « Mettre à disposition un équipement de stockage avec une capacité donnée »**
  - Appliquer la méthodologie pour X équipements de stockage, ayant chacun un type de stockage et une capacité définie
- **UF4 : « Mettre à disposition un équipement réseau avec des caractéristiques données »**
  - Appliquer la méthodologie pour X équipements réseau, ayant un nombre de ports et une bande passante définis
- **UF6 : « Mettre à disposition un serveur virtuel avec une capacité donnée »**
  - Appliquer la méthodologie pour X serveurs virtuels, ayant chacun des ressources en CPU, RAM et stockage définies
- **UF7 : « Mettre à disposition un espace de stockage de type 'block' avec une capacité donnée »**
  - Appliquer la méthodologie pour X espaces de stockage, ayant chacun une capacité définie

Cette unité fonctionnelle peut être par exemple appliquée à un service SaaS, PaaS, FaaS, base de données, stockage de type 'objet', etc.

Cette unité fonctionnelle couvre le périmètre global qui comprend l'ensemble des éléments mobilisés pour permettre d'assurer la fonction à savoir :

- Eléments de l'unité fonctionnelle 1 :
  - L'architecture du bâtiment (périmètre non-maîtrisé) ;
  - L'environnement technique (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Conception du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance du centre de données (périmètre non-maîtrisé).
- Eléments des unités fonctionnelles 2, 3 et 4 :
  - Les équipements informatiques dédiés : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements informatiques mutualisés du provider : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé) ;
  - Les équipements réseaux mutualisés du centre de données (périmètre non-maîtrisé) ;
  - Maintenance des équipements informatiques : serveurs informatiques physiques, équipements de stockage et équipements réseaux (périmètre maîtrisé).
- Eléments des unités fonctionnelles 6 et 7 :
  - Les pools de serveurs virtuels (périmètre maîtrisé) ;
  - Les pools d'espaces de stockage (périmètre maîtrisé) ;
  - Maintenance des serveurs virtuels, des espaces de stockage (périmètre maîtrisé).
- Élément complémentaire :
  - Conception du service numérique en question (périmètre maîtrisé) ;
  - Maintenance du service numérique en question (périmètre maîtrisé).

## 12.8.2. Exemple de mise en pratique

Voici un exemple avec l'unité fonctionnelle suivante :

### « Mettre à disposition un environnement de déploiement et d'exécution PaaS »

La définition de cette unité fonctionnelle est basée sur la réponse aux questions suivantes :

La fonction assurée/le service rendu : « quoi ? »	Mettre à disposition un environnement de déploiement et d'exécution PaaS
L'ampleur de la fonction ou du service : « combien ? »	Avec une configuration définie par : <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Un nombre de vCPU</li><li>▪ Une capacité de RAM (Go)</li><li>▪ Un mode : managé<sup>43</sup> ou serverless<sup>44</sup></li></ul>
Le niveau de qualité souhaité : « comment ? »	<b>Sans redondance et sans sauvegarde</b> Dans un centre de données définit lui-même par un niveau de résilience, de sécurité physique et logique, un niveau de service en termes de température et de taux d'hygrométrie.
La durée (de vie) du produit : « combien de temps ? »	Pendant une heure

Tableau 24: Description d'un exemple d'unité fonctionnelle « agrégée » dans le cas du PaaS

Il est nécessaire d'analyser la fonction de déploiement et d'exécution du PaaS et de la décomposer en termes des unités fonctionnelles 2 à 7 définies dans le présent document. Par exemple, un environnement PaaS peut reposer sur :

- 4 serveurs dédiés ayant chacun 2 CPU, 256 Go de RAM et 1 To de stockage SSD ;
- 3 serveurs virtuels ayant chacun 16 vCPU, 16 Go de RAM et 120 Go de stockage ;
- 3 équipements réseau de 100 Gbit/s de bande passante et 48 ports en fibre optique.

Dans ce cas, il sera nécessaire de faire sommer les impacts de 4 UF n°2, 3 UF n°6 et 3 UF n°4 pour obtenir les impacts complets du service.

<sup>43</sup> Provisionnement ou déprovisionnement des serveurs virtuels en fonction de la charge mais la facturation porte sur la mobilisation du serveur virtuel

<sup>44</sup> La facturation porte sur le temps CPU et le temps RAM/Container

## 13. Annexes

### 13.1. Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiques

Caractéristiques Serveur physique, équipement de stockage	
Processeur	Quantité en unité
Disque HDD	Quantité en unité et capacité de stockage individuelle en Go
Disque SSD	Quantité en unité et capacité de stockage individuelle en Go
RAM	Quantité en unité et capacité de stockage individuelle en Go
GPU	Quantité en unité
Ventilateurs	Quantité en unité
Alimentation	Quantité en unité et puissance en W
Caractéristiques Équipement réseau depuis le serveur jusqu'à la sortie du centre de données	
Switch	Quantité en unité Format (nombre de U) et nombre de ports
Firewall	Quantité en unité
Routeur	Quantité en unité Format (nombre de U) et nombre de ports

Tableau 25: Caractéristiques des équipements informatiques mentionnés dans les unités fonctionnelles UF2, UF3 et UF4

## 13.2. Annexe B – Articulation entre les données

Unité fonctionnelle concernée	Etape du cycle de vie	Données	Nature de la donnée
<b>Architecture bâtiment (centre de données)</b>			
UF1	Fabrication Fin de vie	Béton (volume en m3)	Donnée semi-spécifique <sup>45</sup>
		Acier (quantité en kg)	Donnée semi-spécifique <sup>46</sup>
		Plancher technique ou faux-plafond (surface en m²)	Donnée semi-spécifique <sup>47</sup>
		Ascenseurs et monte-charge (quantité en unité)	Donnée primaire
		Cloisons (surface en m²)	Donnée semi-spécifique <sup>48</sup>
<b>Environnement technique (centre de données)</b>			
UF1	Fabrication Fin de vie	Centrale de traitement d'air (quantité en unité, masse en kg et puissance en kW)	Donnée primaire
		Groupe froid (quantité en unité, masse en kg et puissance en kW)	Donnée primaire
		Pompe à eau glacée (quantité en unité, masse en kg et puissance en kVA)	Donnée primaire
		Points de distribution du froid dans les locaux (armoire de climatisation, CRAC, CRAH, etc.) (quantité en unité, masse en kg et puissance en kW)	Donnée primaire
		Cellule Haute Tension (quantité en unité, masse en kg et puissance en kW)	Donnée primaire
		Transformateur (quantité en unité, masse en kg et puissance en kVA)	Donnée primaire
		Batteries (quantité en unité, masse en kg, capacité en Ah et technologie)	Donnée primaire
		Onduleurs (quantité en unité, masse en kg et puissance en kVA)	Donnée primaire
		Groupes électrogènes (quantité en unité, masse en kg et puissance en kVA)	Donnée primaire
		Câblage courant fort (quantité en mètre linéaire)	Donnée primaire
		Gaine à barre (quantité en mètre linéaire)	Donnée primaire
		Gaz d'extinction (poids total en kg)	Donnée primaire
Equipements de production locale d'énergie (quantité en unité et selon les caractéristiques techniques)	Donnée primaire		
<b>Equipements Informatiques</b>			
UF2, UF3 et UF4	Fabrication Fin de vie	Serveur physique <sup>49</sup>	Donnée semi-spécifique <sup>50</sup>
		Equipement de stockage	Donnée primaire
		Equipement réseau (switch, firewall, routeur)	Donnée semi-spécifique
<b>Distance parcourue</b>			
Toutes les UF	Distribution	Distance parcourue - équipements informatiques	Donnée semi-spécifique <sup>51</sup>
		Distance parcourue - autres	Donnée semi-spécifique <sup>52</sup>
<b>Consommables utilisées en exploitation du centre de données</b>			
Toutes les UF	Utilisation	Consommables - Energies externalisées (Diesel, méthanisation, etc.) (Type et quantité en kWh)	Donnée primaire
		Consommables - Electricité (Quantité en kWh)	Donnée primaire
		Consommables - Eau (Consommée/rejetée, température, quantité en m³)	Donnée primaire
		Consommables - Emissions fugitives de gaz réfrigérants (Type et quantité en kg)	Donnée primaire
		Consommables- Consommation d'huile dans les systèmes d'immersion (Type et quantité en m³)	Donnée primaire
<b>Maintenance du centre de données et des équipements et plateformes IT</b>			
UF2 à UF4	Maintenance	Maintenance des équipements informatiques (quantité en jr.H)	Donnée primaire
UF5		Maintenance de la plateforme de calcul (quantité en jr.H)	Donnée primaire

<sup>45</sup> 1 m² superficie au sol = 4 m³ béton

<sup>46</sup> 1 m² superficie au sol = 600 kg acier

<sup>47</sup> 1 m² superficie au sol = 1,3 m² plancher technique ou faux-plafond

<sup>48</sup> 1 m² superficie au sol = 0,7 m² cloison

<sup>49</sup> Les caractéristiques techniques attendues pour le serveur physique et plus généralement pour les équipements informatiques sont données en Annexe A - Caractéristiques des équipements informatiques.

<sup>50</sup> Serveur moyen (durée de vie 5 ans) disponible dans la [Base Empreinte® – Données relatives au projet NegaOctet](#)

<sup>51</sup> 19'000km transport maritime + 1'000km transport terrestre

<sup>52</sup> 1'000km transport terrestre

UF6		Maintenance du serveur virtuel (quantité en jr.H)	Donnée primaire
UF7		Maintenance de l'espace de stockage (quantité en jr.H)	Donnée primaire
UF agrégée		Maintenance du service numérique en question (quantité en jr.H)	Donnée primaire

Tableau 26: Articulation entre les données des différentes unités fonctionnelles

### 13.3. Annexe C – Durée de vie standards des équipements

Typologie d'équipements	Durée de vie de référence
Bâtiment	50 ans <sup>53</sup>
Cuve enterrée	40 ans
Groupe électrogène	40 ans
Transformateur	30 ans
Câblage cuivre	30 ans
Electronique	25 ans
Climatisation	15 ans
Pompes	15 ans
UPS	10 ans
Aéroréfrigérant	10 ans
Batterie	10 ans
Fibre optique	10 ans

Tableau 27 : Durées de vie de référence de l'architecture et des équipements de l'environnement technique.<sup>54</sup>

<sup>53</sup> [https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/guide\\_re2020\\_version\\_janvier\\_2024.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/guide_re2020_version_janvier_2024.pdf)

<sup>54</sup> Ces durées de vie de référence ont été proposées et validées après échanges avec des experts.

### 13.4. Annexe D - Données génériques

Cette section contient des données génériques d'impacts environnementaux pour différents éléments nécessaires dans la mise en page de la méthodologie du présent document. Ces données pourront également être retrouvées dans la base Empreinte<sup>55</sup>. **Les données proposées ci-dessous n'ont pas fait l'objet d'une revue critique externe.**

Les données sont fournies pour les 5 indicateurs d'impacts environnementaux obligatoires du RCP « parent » Service numérique :

- Epuisement des ressources naturelles (minérales et métaux) – ADPe (kg eq. Sb) ;
- Changement climatique – GWP (kg eq. CO<sub>2</sub>) ;
- Acidification – AE (mol eq. H<sup>+</sup>) ;
- Émissions de particules fines – PM (occurrences de maladie) ;
- Radiations ionisantes – IR (eq. U<sub>235</sub> kBq).

En complément, l'indicateur de flux est donné :

- Consommation d'énergie primaire – TPE (MJ).

#### 13.4.1. Consommables

##### **Fluide réfrigérant R513A :**

Les données prennent en compte la production et l'utilisation du fluide réfrigérant. Pour les autres étapes du cycle de vie, les impacts sont considérés comme nuls.

La production du fluide réfrigérant :

- La composition du fluide R513A est la suivante : 44% R134A et 56% R1234yf.<sup>56</sup> ;
- Les données environnementales de la production des gaz sont issues de la base Ecoinvent v3.10 – cutoff et basée sur la méthode EF v3.1 ;
- Les données sont disponibles pour le gaz R134A. Pour l'autre gaz, on prend la valeur maximale entre R134A et R152A et on majore de 30%. Cette méthode est la méthode conventionnelle indiquée par le ministère de la transition écologique et le ministère en charge du logement dans la base Inies.<sup>57</sup> ;
- Les données extraites de Ecoinvent sont les suivantes : « Réfrigérant R134a production, RER » et « 1,1-difluoroéthane production (R152A) ; RoW ».

L'impact de l'utilisation du fluide est comptabilisé pour l'indicateur de changement climatique uniquement, sur la base du PRG (Pouvoir de Réchauffement Global) de chaque fluide :

- R134A : PRG 100 = 1530 kg eq. CO<sub>2</sub> ;

---

<sup>55</sup> <https://base-empreinte.ademe.fr/auth/access-restricted>

<sup>56</sup> Source : [https://climalife.com/documentation?filter=&documentation\\_id=1&post\\_id=120654](https://climalife.com/documentation?filter=&documentation_id=1&post_id=120654)

<sup>57</sup> Source : <https://base-inies.fr/consultation/infos-produit/9042> ;

- 1,1-difluoroethane (R152a) : PRG 100 = 164 kg eq. CO<sub>2</sub>.<sup>58</sup>

#### **Diesel :**

Les données prennent en compte les impacts de l'extraction, du raffinage et la combustion du diesel. Les données sont issues de Ecoinvent v3.10 – cutoff et basée sur la méthode EF v3.1 : « market group for diesel ; RER » pour l'extraction et le raffinage ainsi qu'une moyenne entre « market for diesel, burned in diesel-electric generating set, 10MW ; GLO » et « market for diesel, burned in diesel-electric generating set, 10MW ; GLO » pour la combustion. Une valeur calorifique de 45.5 MJ/kg.<sup>59</sup> est utilisée pour obtenir des impacts par kg de diesel consommé.

Flux	Unité	ADPe (kg Sb eq.)	AE (mol H+ eq.)	GWP (kg CO2 eq.)	IR (kBq U235 eq.)	PM (Occurrence de maladie)	TPE (MJ)
Fluide réfrigérant R513A	kg	1,01E-04	6,46E-02	7,85E+02	5,85E-01	7,56E-07	1,46E+02
Diesel	kg	9,94E-06	5,92E-02	5,55E+00	4,68E-02	1,26E-07	1,19E+02

Tableau 28 : Données génériques d'impacts environnementaux pour les impacts environnementaux de certains consommables

### 13.4.2. Unité fonctionnelle n°1 : Bâtiments et environnement technique

#### **Architecture des bâtiments :**

Les impacts de l'architecture des bâtiments sont donnés par m<sup>2</sup> de surface au sol. Les données d'impacts environnementaux utilisées sont issues de NegaOctet. Elles prennent en compte les impacts des phases de fabrication, distribution et fin de vie des différents matériaux. Les hypothèses utilisées sur les quantités de béton, acier, etc. sont les données semi-spécifiques pour l'UF 1, indiquées en Annexe B – Articulation entre les données.

#### **Données d'impacts environnementaux génériques pour l'UF1 :**

Les impacts génériques pour l'UF1 sont donnés par kW de puissance électrique IT commercialisée.

<sup>58</sup> Source : [https://prod-basecarbonesolo.ademe-dri.fr/documentation/UPLOAD\\_DOC\\_FR/index.htm?prg.htm](https://prod-basecarbonesolo.ademe-dri.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?prg.htm)

<sup>59</sup> Source : <https://www.acea.auto/fact/differences-between-diesel-and-petrol/>

La modélisation se base sur l'inventaire réalisé dans l'étude sur l'évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective, Rapport 2.<sup>60</sup> publiée en janvier 2022 par l'ADEME. La section 4.7.6 de ce rapport résume les quantités prises en compte pour la modélisation des impacts des centres de données en France. Les quantités sont divisées par la quantité totale d'électricité IT commercialisée. Une hypothèse de taux de charge à 70% est appliquée.

Les données d'impacts environnementaux utilisées sont issues de NegaOctet. Elles prennent en compte les impacts des phases de fabrication, distribution et fin de vie des différents éléments. Cette analyse permet d'obtenir l'impact environnemental moyen d'1 kW de puissance électrique IT commercialisée dans un centre de données.

Les impacts de la phase d'utilisation ne sont pas calculés. Le PUE du centre de données étant généralement connu, il est possible de repartir de cette valeur pour déterminer la consommation électrique réelle de l'environnement technique du centre de données. Alternativement, une consommation électrique par défaut / kW de puissance électrique IT commercialisée / an est fournie dans le tableau ci-dessous. Dans les deux cas, une consommation électrique est obtenue. Elle peut être multipliée par les impacts du mix électrique de la zone géographique concernée pour obtenir les impacts de la phase d'utilisation.

Flux	Unité	Conso. élec. (kWh/kW/an)	Fabrication						Distribution						Fin de vie					
			ADPe (kg Sb eq.)	AE (mol H+ eq.)	GWP (kg CO2 eq.)	IR (kBq U235 eq.)	PM (Occ. de maladie)	TPE (MJ)	ADPe (kg Sb eq.)	AE (mol H+ eq.)	GWP (kg CO2 eq.)	IR (kBq U235 eq.)	PM (Occurrence de maladie)	TPE (MJ)	ADPe (kg Sb eq.)	AE (mol H+ eq.)	GWP (kg CO2 eq.)	IR (kBq U235 eq.)	PM (Occurrence de maladie)	TPE (MJ)
Architecture bâtiments	m²	0	2,20E-02	1,09E+01	2,99E+03	7,91E+02	5,27E-05	1,31E+05	1,87E-06	3,01E-01	4,76E+01	1,16E-01	2,45E-06	6,65E+02	2,43E-06	3,73E-01	5,04E+01	1,03E+00	2,31E-06	7,14E+02
UF 1 (Architecture bâtiments + env. technique)	kW.an	4,22E+03	6,03E-03	7,68E-01	9,10E+01	1,65E+02	5,01E-06	3,00E+03	3,81E-08	6,14E-03	9,69E-01	2,37E-03	4,98E-08	1,35E+01	3,84E-05	4,85E-02	5,09E+00	4,75E-01	3,86E-07	9,53E+01

Tableau 29 : Données génériques d'impacts environnementaux pour l'architecture des bâtiments et l'UF1

<sup>60</sup> Ce document est accessible à l'adresse suivante : <https://librairie.ademe.fr/consommer-autrement/5226-evaluation-de-l-impact-environnemental-du-numerique-en-france-et-analyse-prospective.html>

## 13.5. Annexe E - Les Power Purchase Agreement (PPA)

### Définitions

Un Power Purchase Agreement (PPA) est un contrat d'achat d'électricité sur le long terme entre un producteur d'électricité et un acheteur. Ce contrat définit un prix fixe de l'électricité sur une durée généralement longue (10-15 ans). Cela permet d'assurer au producteur d'électricité un débouché pour sa production et donc d'assurer sa stabilité financière. Les PPA sont une piste pour soutenir le développement des énergies renouvelables en Europe sur le marché de l'électricité qui est très fluctuant.

Il existe différents types de PPA<sup>61</sup> :

Types de PPA	Caractéristiques
<b>Physique</b>	L'électricité produite par l'installation de production est <b>vendue au consommateur</b> et intégrée dans sa consommation. La consommation résiduelle est généralement couverte par un contrat de fourniture classique. Un PPA « physique » peut être « sur site », « hors site » ou « sleeved », voir ci-dessous.
<b>Virtuel</b>	Il s'agit de <b>contrat</b> qui <b>dissocie le flux physique</b> de l'énergie renouvelable du <b>flux financier</b> qui permet des arrangements contractuels encore plus flexibles. Ces contrats ne consistent pas en une vente d'électricité comme dans les PPA « physiques ». Dans ce cas le consommateur s'engage à <b>payer</b> (ou éventuellement recevoir) <b>la différence</b> entre un prix de marché et un prix de référence négocié dans le contrat – et ce pour chaque MWh produit et vendu sur le marché. Le contrat de fourniture complémentaire porte alors sur 100 % de la consommation du consommateur, tout en permettant de reproduire les effets financiers d'un PPA Physique et en s'affranchissant de contraintes géographiques.

Un PPA physique peut être de trois types :

Types de PPA physique	Caractéristiques
<b>Sur site ("on-site")</b>	L'électricité est produite et <b>livrée sur le site</b> de façon <b>physique et directe</b> . Elle ne transite pas par le réseau. Ils diffèrent du cas de l'autoconsommation. <sup>62</sup>
<b>Hors site ("off-site")</b>	Le producteur livre l'énergie renouvelable au consommateur <b>via le réseau de distribution public</b> , contrairement au PPA sur site.
<b>Accord d'achat ou portefeuille ("sleeved")</b>	C'est un PPA hors-site mais dans lequel un <b>fournisseur de services énergétiques</b> joue l' <b>intermédiaire</b> entre les producteurs et le consommateur. Il se charge de différents processus (gestion du groupe d'équilibrage, rassemblement de différents producteurs d'électricité, etc.)

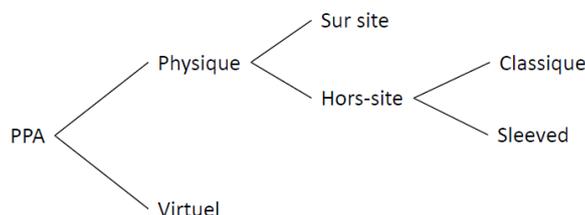


Figure 14 : Graphique récapitulatif des différents types de PPA

La Figure 14 représente graphiquement les différents types de PPA possibles.

<sup>61</sup> Source : <https://operat.ademe.fr/#/public/faq>

<sup>62</sup> Voir section 4.4.2

De plus, un contrat de type PPA peut-être caractérisé de plusieurs manières différentes :

Types de contrat	Caractéristiques
<b>Actif additionnel (“greenfield”)</b>	Un PPA est dit <b>“greenfield”</b> si le contrat de vente d’électricité concerne un <b>actif additionnel</b> , permettant un financement de l’installation de production concernée (La terminologie s’appliquant également aux cas de renouvellement d’infrastructure ou « repowering ».). Ces contrats sont généralement conclus pour des durées longues (10 à 25 ans).
<b>Existant (“brownfield”)</b>	Un PPA est dit <b>“brownfield”</b> si le contrat de vente d’électricité concerne un <b>actif existant déjà amorti</b> . Ces contrats sont généralement conclus pour de courtes durées (3 à 5 ans).

Il existe également d’autres caractéristiques des contrats PPA mais par souci de simplicité elles ne sont pas évoquées ici.

Le PPA se différencie de la Garantie d'Origine (GO) qui est un certificat européen qui assure à un client qu'une quantité déterminée d'énergie a été produite depuis une source d'énergie définie. Il s'agit donc de deux mécanismes différents, le PPA est un contrat d'achat, la GO est un instrument de traçabilité, un document électronique qui atteste l'origine de la production de l'électricité. Bien que différents, ces deux dispositifs sont souvent liés. En effet, lorsqu'une production électrique est achetée via un PPA, les GO associées à cette production sont généralement aussi affectées à l'acheteur.

*Remarque : Sur le sujet des liens entre PPA et GO, il est important de distinguer les PPA sur site et les PPA hors-site. Un PPA sur site revient à une liaison directe entre le producteur et le consommateur, sans passage par le réseau public. Comme la consommation se fait en direct, il n’y a pas de système de GO liée. Au contraire, dans un PPA hors-site, l’électricité va passer par le réseau public et le contrat sera donc lié à une GO.*

### Justifications

L'intégration des PPA dans la méthode du RCP soulève plusieurs questions, notamment au niveau de la fiabilité méthodologique, de la faisabilité de mise en pratique de la méthode et de l'incitation à l'utilisation d'énergies renouvelables. La pratique générale actuelle en ACV est d'utiliser le mix de consommation (production et importation) à partir de bases de données (EcoInvent, Gabi, etc.) C'est donc une approche géographique (aussi appelée « location based »).

La prise en compte des PPA dans l'analyse, va à l'encontre de la pratique générale en ACV. Cependant, elle se justifie par un objectif **d'incitation des acteurs à utiliser le système des PPA** et donc le **soutien au développement des énergies renouvelables en Europe**.

La **restriction** de la prise en compte des **PPA sur site uniquement** s'explique par des choix méthodologiques et la recherche d'une cohérence d'ensemble de l'analyse, dans les limites des données et normes existantes. En effet, les PPA hors-sites et virtuels, par leur passage sur le réseau de distribution public, sont impactés par les points suivants :

- Cohérence méthodologique : L'utilisation d'une approche « marché » (électricité choisie par les consommateurs, prenant en compte les PPA hors-sites ou virtuels) pour une partie des données et une approche géographique (émissions en fonction de la zone géographique) pour une partie des données pourrait entraîner des incohérences de résultats (double comptage, oubli d'impacts).  
*Exemple* : Si on attribue des consommations issues d'énergies renouvelables au centre de données via des PPA hors-sites ou virtuels pour la phase d'utilisation et que l'on utilise le mix moyen géographique (comprenant les énergies renouvelables du pays) pour le calcul de la production des matériaux des serveurs (plastique, métaux, etc.) alors les énergies renouvelables sont comptées deux fois : une fois dans le calcul de la consommation du centre de données et une fois dans le mix géographique moyen.
- Corrélation géographique : Les volumes de GO échangés entre les pays européens ne sont pas limités par les capacités d'interconnexion entre les pays. En pratique, cela signifie que la France peut acheter une grande quantité de GO émises dans des pays avec des mix électriques à forte pénétration de renouvelable et considérer une partie de l'électricité qu'elle consomme comme étant renouvelable, sans que cela ne soit représentatif du mix électrique réellement consommé en France. Par son association à une GO, un PPA hors-site ou virtuel est aussi affecté par cette problématique.

- Corrélation temporelle : Dans le système actuel, les entreprises productrices peuvent émettre une GO dans le mois qui suit le mois de production de la GO et les entreprises qui achètent les GO peuvent associer cette GO à une consommation durant ce mois. Cela pose un problème méthodologique car il est possible d'associer cette GO à une consommation d'électricité, par exemple photovoltaïque, durant la nuit. Ce système n'encourage pas le développement de moyens de flexibilisation du réseau, comme le stockage ou la flexibilité de la demande. Par son association à une GO, un PPA hors-site ou virtuel est aussi affecté par cette problématique.
- Manque de données environnementales : Pour les non-utilisateurs de PPA, il serait nécessaire d'utiliser le mix électrique résiduel, c'est-à-dire le mix électrique auquel on a retranché toute l'électricité venant de PPA. Cela permet d'éviter de double-compter au niveau global pour un pays donné : les énergies renouvelables dans le mix électrique (pour les non-utilisateurs de PPA) et celles dans les PPA (pour les utilisateurs de PPA). Utiliser un mix électrique « classique » (sans retrancher l'électricité venant de PPA) aurait pour effet de sous-estimer les impacts globaux de la consommation d'électricité à l'échelle d'un pays. En effet, en doublant-comptant les énergies renouvelables (moins impactantes que des sources d'énergie fossile), on diminue artificiellement l'empreinte carbone de l'électricité. A notre connaissance il n'existe pas de bases de données pour un mix électrique résiduel sans PPA, ce qui rend impossible d'éviter ce double-comptage.

Un PPA sur site, étant donné qu'il ne passe pas par le réseau de distribution public, n'est pas impacté par les limites citées ci-dessus.

*Remarque : Dans de futures versions de ce document, une volonté est d'élargir à l'ensemble des PPA (hors-site ou virtuels) permettant une **additionnalité des énergies renouvelables**. Il s'agit donc de PPA « greenfield », dans lesquels le PPA en question permet la création de nouvelles infrastructures de production d'énergie en renouvelable et non simplement l'utilisation d'énergie sur des infrastructures existantes. Cependant, à l'heure actuelle, il n'existe **pas encore de cadre normatif permettant de garantir cette additionnalité**. A l'avenir, lorsque de telles preuves seraient disponibles, la méthodologie pourrait être mise à jour pour inclure ces PPA hors-site ou virtuels « greenfield ».*

## 13.6. Annexe F – La chaleur fatale

### Définition

La **chaleur fatale** est la **chaleur générée par les équipements informatiques ou électriques** lors de la phase d'**utilisation d'un centre de données**. Cette chaleur peut avoir un intérêt environnemental et économique en la réutilisant ou en la réinjectant dans le circuit de distribution énergétique. Elle peut être utilisée directement pour de la **production de chaleur**, dont voici quelques exemples :

- Production d'eau chaude (sanitaire, piscine municipale, etc.) ;
- Alimentation d'un réseau de chauffage urbain ;
- Chauffage de serres agricoles ;
- Utilisation à des fins industrielles.

La chaleur peut également être utilisée pour de la **production d'électricité** ou d'énergie mécanique. Ces utilisations sont cependant moins courantes.

### Justifications

L'intégration de l'utilisation de la chaleur fatale dans la méthode du RCP soulève plusieurs questions, notamment au niveau de la cohérence méthodologique avec d'autres référentiels et de l'incitation à la mise en place de cette pratique.

La prise en compte des impacts évités se veut être une **incitation pour l'utilisation de la chaleur fatale** dans les centres de données.

La **séparation de l'affichage** entre des impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle et des impacts environnementaux évités par l'utilisation de la chaleur comme produit se justifie par les arguments suivants :

- Eviter le risque de « greenwashing » : L'addition des impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle avec les impacts évités dus à l'utilisation de la chaleur fatale peut amener à des possibles impacts nets inférieurs à zéro sur certains indicateurs environnementaux. Cela pourrait être faussement traduit ou interprété comme le fait que le service concerné par l'unité fonctionnelle a un impact environnemental « positif » sur son environnement. Cela n'est évidemment pas le cas, car tout service numérique va impacter son environnement par l'utilisation de matière première, des émissions dans l'atmosphère, etc.
- Meilleure compréhension par le grand public : L'addition des impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle avec les impacts évités dus à l'utilisation de la chaleur fatale peut amener à des écarts très élevés entre les résultats d'une même unité fonctionnelle appliquée dans deux centres de données différents, l'un utilisant la chaleur fatale et l'autre non. L'affichage de manière séparé comme proposé permet d'explicitier au grand public l'usage ou non de la chaleur fatale et permet donc une meilleure compréhension et interprétation des impacts.
- Alignement avec les autres normes : L'addition des impacts environnementaux de l'unité fonctionnelle avec les impacts évités dus à l'utilisation de la chaleur fatale éloignerait l'approche du présent document du GHG Protocol car il s'agirait d'une approche basée sur des « crédits » (i.e. une réduction artificielle de l'empreinte environnementale).

## 13.7. Annexe G – Comparaison avec d'autres standards

### 13.7.1. GHG Protocol et vérification d'alignement

Notion	PCR	GHG Protocol	Alignement
Définition des unités Fonctionnelles	2.1	4.3	Aligné : le GHG Protocol reste générique, le RCP DC & Cloud propose plusieurs cas de figure.
Frontières du système	3	4.4	Aligné (1 des 3 tiers) Le spectre du numérique est subdivisé en 3 tiers (Terminaux, Réseau, Centres de données & Cloud) dans les deux référentiels. Le RCP Centres de données & Cloud se limite au périmètre du Tier Centres de données & Cloud comme son nom l'indique. Le cas des autres tiers est traité via les autres RCP « enfants ». Le GHG Protocol concerne les 3 tiers.
Exclusions	3.2	4.4.3	Aligné
Réutilisation de la chaleur fatale	4		Différence : Ajout dans le RCP
Complétude et articulation entre les données primaires, secondaires et semi-spécifiques	5.2	5.3.6	Aligné
Indicateurs environnementaux recommandés	6	Ensemble	Différent : GWP + ajouts d'indicateurs supplémentaires dans le RCP DC & Cloud
Autres indicateurs environnementaux pertinents	6.3	4	Aligné Indicateur PUE intégré, ajout d'autres indicateurs de performance dans le RCP DC & Cloud : WUE, ERF, REF
Qualité des données	11	4.5	Aligné Le GHG Protocol laisse à l'utilisateur la possibilité d'utiliser des données secondaires. Le RCP DC & Cloud détaille la qualité des données attendue pour chaque type de données collecté par unité fonctionnelle.
Méthode d'allocation des impacts des équipements informatiques :  Amortissement sur la durée de vie	11	4.4.4	Aligné
Allocations des services rendus par un équipement mutualisé. Les impacts de l'équipement sont intégralement distribués entre les utilisateurs.	11	4.2.2	Aligné
Séparation des émissions fixes et émissions variables	11	4.2.4	Aligné Dans le cas du RCP DC Cloud : - les émissions fixes correspondent aux émissions en phase de fabrication, distribution et fin de vie. - les émissions variables correspondent aux émissions en phase d'utilisation
Allocation de l'infrastructure :  GHG Protocol : capacité provisionnée pour les émissions fixes & consommation d'énergie pour émissions variables	11	4.2.4	Différence : Dans le RCP - soit allocation de toutes les émissions sur la base de l'utilisation des capacités mises à disposition par rapport aux capacités totales utilisées par l'ensemble des utilisateurs. - soit allocation de toutes les émissions sur la base de la capacité réservée des capacités mises à disposition par au total des capacités réservées par l'ensemble des utilisateurs. Cela dépend si la commercialisation du service se fait sur la base de la réservation ou de l'utilisation.
Allocation d'un équipement informatique à une machine virtuelle :  GHG Protocol : capacité provisionnée pour les émissions fixes & capacité utilisée pour les émissions variables	11.6	4.2.4	Différence : Dans le RCP - soit allocation de toutes les émissions sur la base de l'utilisation des capacités mises à disposition par rapport aux capacités totales utilisées - soit allocation de toutes les émissions sur la base de la capacité réservée des capacités mises à disposition par au total des capacités réservées par l'ensemble des utilisateurs. Cela dépend si la commercialisation du service se fait sur la base de la réservation ou de l'utilisation.

## 13.7.2. Comparaison avec d'autres normes et méthodologies environnementales

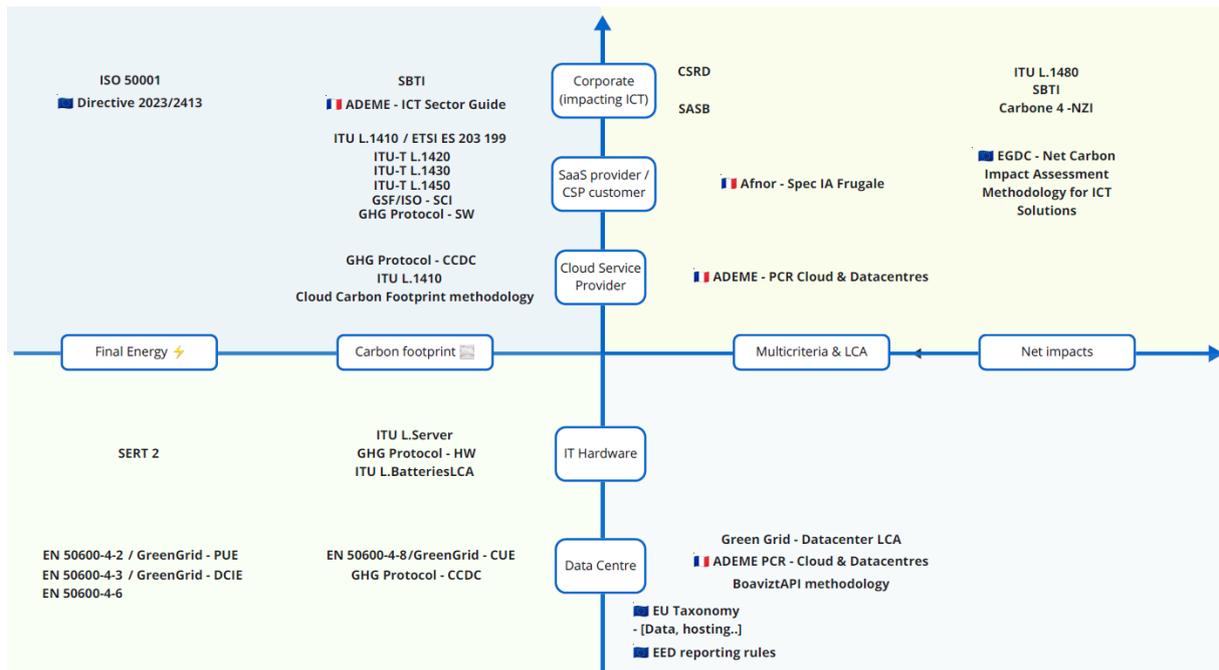


Figure 15 : Classification des méthodologies environnementales concernant les centres de données et services cloud, selon le périmètre couvert (axe vertical) et par type d'impacts évalués (axe horizontal).

La Figure 15 classe les différentes normes et méthodologies environnementales qui traitent les activités couvertes par le présent document par **type d'impacts évalués**. De gauche à droite, les normes décrivent comment calculer les indicateurs d'énergie, carbone, multicritères et finalement les impacts évités. De haut en bas, les normes décrivent le **périmètre couvert** : d'une organisation à un centre de données, en passant par les services SaaS, les hébergeurs de services cloud et les équipements informatiques.

Cette classification, combinée avec les dates de parution des normes, montrent que l'efficacité énergétique puis l'empreinte carbone, ont été les deux premiers sujets d'intérêt dans la filière. La notion de **cycle de vie** est présente dans une grande partie des référentiels d'évaluation, excepté les normes propres aux indicateurs d'efficacité énergétique (ISO/IEC 30134, CENELEC EN 50600-4, SERT) et les normes liées à la gestion de l'énergie (ISO 50001). L'évaluation d'**impacts multicritères** propre aux centres de données et aux services cloud est plus récente et semble à l'heure actuelle en particulier portée à l'échelle française.

Le présent document (RCP Services d'hébergement informatique en centre de données et services cloud) est en effet la première norme à répondre au besoin méthodologique à destination des opérateurs de centres de données et de services cloud, pour fournir une évaluation multicritère, basée sur les normes ISO 14040 et 14044, des impacts des services proposés à leurs clients : chaque unité fonctionnelle se rapporte à une famille de services du catalogue de l'opérateur.

En effet, la méthode « **Datacenter Life Cycle Assessment Guidelines** » de « **The Green Grid** », donne le cadre méthodologique général pour réaliser une analyse de cycle de vie à l'échelle d'un centre de données (notamment avec les règles de coupure), mais elle ne précise en rien les règles d'allocation permettant un affichage des impacts environnementaux par unité vendue, comme le propose ce document avec les UF proposées. Les deux normes étant compatibles, le RCP se démarque notamment par la définition de ces unités fonctionnelles qui permettent de calculer et d'afficher des impacts du point de vue du service rendu, à la fois dans le contexte d'un centre de données en colocation (UF1), d'un hébergeur ou d'un fournisseur de services cloud (UF2 à 7) ou d'un fournisseur de services cloud dits « managés » (UF « agrégée »).

Type d'organisation	Organisation autrice	Label du référentiel analysé	Niveau d'application géographique	Type de référentiel	Périmètre couvert	Impacts évalués	Description succincte
Institution	ADEME	ICT Sector Guide	France	Méthode	Entreprise	Empreinte carbone	Le guide sectoriel fournit des informations sur la manière d'évaluer les émissions de GES pour une organisation du secteur des TIC ou une organisation utilisant des produits et services de TIC.
Institution	ADEME	Empreinte Projet	France	Méthode	Fournisseur ou client de service cloud, entreprise	Multicritère & ACV	Cette méthode d'évaluation de l'empreinte environnementale d'un projet, permet d'objectiver les coûts et les gains potentiels d'un projet. 5 niveaux d'évaluation sont proposés, allant de l'évaluation quantitative des émissions de GES à une ACV attributionnelle.
Institution	Afnor	Spec IA Frugale	France	Méthode	Fournisseur ou client de service cloud	Multicritère & ACV	Cette norme propose des principes pour concevoir des systèmes d'intelligence artificielle frugaux, favorisant des solutions sobres en ressources et durables, tout en répondant aux besoins fonctionnels.
Association 1901	Boavizta	BoaviztAPI methodology	International	Méthode	Fournisseur ou client de service cloud	Multicritère & ACV	BoaviztAPI fournit une méthode basée sur un modèle bottom-up pour évaluer les impacts environnementaux des services cloud. L'outil permet une analyse détaillée des émissions carbone liées aux infrastructures numériques.
Entreprise	Carbone 4	NZI	International	Méthode	Entreprise	Empreinte carbone, Impacts indirects	La NZI de Carbone 4 définit un cadre pour atteindre la neutralité carbone, en distinguant les efforts de réduction des émissions, de compensation, et d'impact sur les puits carbone naturels.
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-1	International	Norme	Centre de données	Énergie finale, Eau, Empreinte carbone	La norme EN 50600-4, dont le pendant ISO est la norme 30134, détaille les méthodes de calculs de plusieurs indicateurs d'efficacité, à l'échelle d'un centre de données : PUE, WUE, CUE, ERF, REF, CER. L'EN 50600-4-1 pose le cadre dans lequel s'inscrivent les normes sous-jacentes.
ONG Normalisation	CENELEC	CLC/TR 50600-99-2	Europe	Bonnes pratiques	Centre de données	Empreinte carbone, Énergie finale, Eau	Cette norme propose des pratiques pour améliorer l'empreinte environnementale des centres de données, en intégrant des considérations environnementales dans leur conception et leur exploitation.
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-9	International	Norme	Centre de données	Eau	Cette norme décrit la manière de calculer le Water Usage Effectiveness (WUE).
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-3	International	Norme	Centre de données	Énergie finale	Cette norme décrit la manière de calculer le Renewable Energy Factor (REF).
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-2	International	Norme	Centre de données	Énergie finale	Cette norme décrit la manière de calculer le Power Usage Effectiveness (PUE) et précise 3 niveaux de calcul avec une précision croissante.
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-5	International	Norme	Centre de données	Énergie finale	Cette norme décrit la manière de calculer le ITEUsv.
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-4	International	Norme	Centre de données	Énergie finale	Cette norme décrit la manière de calculer le ITEEsV.
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-6	International	Norme	Centre de données	Énergie finale	Cette norme décrit la manière de calculer le Energy Reuse Factor (ERF).
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-7	International	Norme	Centre de données	Énergie finale	Cette norme décrit la manière de calculer le Cooling Efficiency Ratio (CER).
ONG Normalisation	CENELEC	EN 50600-4-8	International	Norme	Centre de données	Empreinte carbone	Cette norme décrit la manière de calculer le Carbon Usage Effectiveness (CUE).
ONG Normalisation	CENELEC	CLC/TR 50600-99-1	Europe	Bonnes pratiques	Centre de données	Énergie finale	Ce document propose des recommandations pour une gestion efficace de l'énergie dans les centres de données. Il vise à réduire la consommation énergétique tout en maintenant des performances optimales.
Institution	EGDC	Net Carbon Impact	Europe	Méthode	Fournisseur ou client de service cloud	Empreinte carbone	L'objectif de cette méthode est de fournir un cadre pour évaluer l'impact carbone net des solutions TIC sur le changement climatique et d'identifier celles capables d'avoir un impact positif en réduisant les émissions en dehors du secteur des TIC.
Institution	EU Commission	CSRD	Europe	Réglementaire	Entreprise	Multicritère & ACV	La CSRD est une directive européenne qui impose aux entreprises un reporting détaillé sur leur impact ESG (Environmental Social Governance), aligné sur des normes européennes. Pour les activités de centres de données ou cloud, cela implique un suivi précis des émissions carbone, de la consommation énergétique, de l'efficacité des infrastructures ainsi que le respect d'autres exigences environnementales.
Institution	EU Commission	EU Taxonomy	Europe	Réglementaire	Fournisseur de service cloud	Multicritère & ACV	Cette catégorie de la taxonomie décrit les critères pour lesquelles une activité liée à l'hébergement, traitement et gestion des données peut être définie comme durable selon la Commission Européenne.
Institution	EU Commission	EED - Datacenters	Europe	Réglementaire	Fournisseur ou client de service cloud	Énergie finale, Empreinte carbone, Eau	L'acte délégué du 1 <sup>er</sup> mars 2024 impose des règles de reporting pour les centres de données consommant plus de 500 kW, dans le cadre de la directive sur l'efficacité énergétique (EED). Il vise à améliorer la transparence et la performance énergétique des infrastructures numériques.
Institution	EU Parliament	Directive 2023/2413	Europe	Norme	Entreprise	Énergie finale	Cette directive européenne définit l'énergie renouvelable, en incluant de nouvelles sources d'énergie, et oblige les États membres de l'Union Européenne à s'assurer que les centres de données se connectent aux réseaux de chaleur, entre autres.
Groupe privé	GHG Protocol	CCDC	International	Méthode	Centre de données	Énergie finale	Ce guide sectoriel fournit des recommandations et des méthodes de comptabilisation pour le calcul des émissions de GES pour les produits et services TIC, en mettant l'accent sur le « cloud computing » et les centres de données (CCDC).
Groupe privé	GHG Protocol	SW	International	Méthode	Fournisseur ou client de service cloud	Énergie finale	Ce guide sectoriel fournit des orientations et des méthodes de comptabilisation pour le calcul des émissions de GES pour les produits et services des TIC, en mettant l'accent sur les logiciels (Software - SW).
Groupe privé	GHG Protocol	HW	International	Méthode	Matériel informatique	Énergie finale	Ce guide sectoriel fournit des orientations et des méthodes de comptabilisation pour le calcul des émissions de GES pour les produits et services des TIC, en mettant l'accent sur les Hardware (HW).
Groupe privé	Green Grid	CUE	International	Méthode	Centre de données	Empreinte carbone	Le Green Grid propose l'utilisation d'une nouvelle mesure, le Carbon Usage Effectiveness (CUE), pour traiter les émissions de carbone associées aux centres de données. Lorsqu'il est utilisé en combinaison avec le PUE, les opérateurs de centres de données peuvent évaluer la durabilité de leurs centres de données, comparer les résultats et déterminer si des améliorations en matière d'efficacité énergétique et/ou de durabilité doivent être apportées.

Groupement privé	Green Grid	DCMM	International	Méthode	Centre de données	Énergie finale	Le Green Grid a développé le modèle de maturité des centres de données (DCMM) et le livre blanc qui l'accompagne afin de définir des descripteurs de capacités par domaine, de sorte que les utilisateurs puissent évaluer leurs performances actuelles, déterminer leur niveau de maturité.
Groupement privé	Green Grid	Datacenter LCA	International	Méthode	Centre de données	Multicritère & ACV	Ce livre blanc fournit un cadre pour l'identification et la description des éléments nécessaires à l'évaluation du cycle de vie complet d'un centre de données, en prenant en considération tous les impacts environnementaux pertinents. Il se concentre sur la définition des limites d'évaluation applicables et des préoccupations environnementales.
Groupement privé	Green Grid	PUE	International	Méthode	Centre de données	Énergie finale	Ce document définit et normalise la définition du PUE.
Groupement privé	Green Grid	DCIE	International	Méthode	Centre de données	Énergie finale	Ce document définit l'indicateur DCIE. Le DCIE est l'inverse du PUE et évalue l'efficacité énergétique des infrastructures des centres de données. Il exprime la proportion d'énergie consommée directement par les équipements informatiques par rapport à l'énergie totale.
Institution	ISO	ISO 86105	International	Norme	Fournisseur ou client de service cloud	Multicritère & ACV	Ce document décrit une méthodologie, des outils, des techniques et des bonnes pratiques pour réduire les impacts environnementaux des services numériques.
Institution (UN)	ITU	L.1410	International	Méthode	Fournisseur ou client de service cloud	Énergie finale	La recommandation ITU-T L.1410 fournit un cadre méthodologique pour l'ACV des produits, réseaux et services de technologie de l'information et de la communication (TIC)
Institution (UN)	ITU	L.PCF_Server	International	Norme	Matériel informatique	Empreinte carbone	Cette recommandation fournit la démarche à suivre pour calculer l'empreinte environnementale suivant une méthode d'ACV pour un serveur. <i>Cette recommandation est encore en brouillon.</i>
Institution (UN)	ITU	L.BatteriesLCA	International	Norme	Matériel informatique	Empreinte carbone	Cette recommandation fournit la démarche à suivre pour calculer l'empreinte environnementale suivant une méthode d'ACV pour les batteries Lithium-ion. <i>Cette recommandation est encore en brouillon</i>
Institution (UN)	ITU-T	L.1480	International	Norme	Fournisseur ou client de service cloud	Impacts indirects	La recommandation ITU-T L.1480 fournit une méthodologie pour évaluer l'impact de l'utilisation des solutions TIC sur les émissions de GES d'autres secteurs.
Institution (UN)	ITU-T	L.1450	International	Norme	Fournisseur ou client de service cloud	Empreinte carbone	La recommandation ITU-T L.1450 se compose de deux parties : Partie 1 - méthodologie de calcul des émissions de GES des TIC sur le cycle de vie ; Partie 2 - méthodologie pour définir le budget carbone pour le secteur des TIC en considérant une trajectoire de 2°C ou moins.
Institution (UN)	ITU-T	L.1420	International	Norme	Fournisseur ou client de service cloud	Empreinte carbone	Cette méthodologie d'évaluation vise spécifiquement à quantifier et à reporter les réductions d'émissions de GES, les améliorations de l'élimination des GES, les réductions de consommation d'énergie et l'amélioration de la production et du stockage de l'énergie dans les projets TIC relatifs aux GES et à l'énergie (tant dans le secteur des TIC que dans les autres secteurs).
Institution (UN)	ITU-T	L.1430	International	Norme	Fournisseur ou client de service cloud	Empreinte carbone	Cette méthodologie d'évaluation vise spécifiquement à quantifier et à reporter les réductions d'émissions de GES, les améliorations de l'élimination des GES, les réductions de consommation d'énergie et l'amélioration de la production et du stockage de l'énergie dans les projets TIC relatifs aux GES et à l'énergie (tant dans le secteur des TIC que dans les autres secteurs).
Institution	Minumeco	RGESN	France	Bonnes pratiques	Fournisseur ou client de service cloud	Énergie finale	Ce guide sectoriel est un guide de bonnes pratiques qui cherche à réduire la consommation de ressources informatiques et énergétiques et la contribution à l'obsolescence des équipements, qu'il s'agisse des équipements utilisateurs ou des équipements réseau ou serveur.
Institution	SASB		International	Bonnes pratiques	Entreprise	Multicritère & ACV	Le document SASB pour les logiciels et services informatiques met l'accent sur l'empreinte environnementale des infrastructures numériques, notamment la consommation énergétique des centres de données et les émissions associées. Il propose des indicateurs pour mesurer ces impacts et inciter les entreprises à adopter des pratiques durables tout en garantissant la transparence envers les investisseurs
Groupement privé	SBTI	Guidance for companies setting SBtargets	International	Méthode	Entreprise	Énergie finale	Ce document détaille comment les entreprises dans les secteurs du numérique peuvent mettre en place des « science based targets » pour des GES en accord les normes ITU-T L.1470 et alignées avec le Rapport spécial du GIEC sur 1,5°C, développées pour être utilisées comme approche sectorielle de fixation d'objectifs par l'Initiative Science Based Targets (SBTi).
Groupement privé	Thoughtworks	CloudCarbonFoot print	International	Méthode	Fournisseur ou client de service cloud	Empreinte carbone	Cette application extrait les données d'utilisation (calcul, stockage, réseau, etc.) des principaux fournisseurs de cloud et calcule l'énergie estimée (watt-heure) ainsi que les émissions de gaz à effet de serre exprimées en équivalents dioxyde de carbone (tonnes métriques de CO <sub>2</sub> eq.).

Tableau 30 : Tableau de classification des normes et méthodologies environnementales concernant les centres de données et services cloud

Il faut également mentionner les changements réglementaires récents qui poussent à une plus grande transparence des centres de données d'un point de vue environnemental, avec l'acte délégué de l'« Energy Efficiency Directive » du 1<sup>er</sup> Mars 2024 de l'Union Européenne, qui impose aux centres de données ayant une puissance informatique de plus de 500 kW, de partager au niveau de leur état membre, les informations de puissance, de consommation d'énergie, de surface, notamment. Le formalisme imposé pour cette collecte de données et pour le calcul des indicateurs demandés s'appuie en particulier sur la norme EN 50600-4 et ses sous-composantes.

En parallèle, pour être compris dans la taxonomie de la CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), le respect du Code de Conduite (CoC) des centres de données est imposé. L'une des bonnes pratiques concerne la réalisation d'une analyse de cycle de vie à l'échelle de l'activité complète du centre de données. D'autres sont liées à la consommation en eau ou à l'adaptation au changement climatique sont aussi explicités.

Le Tableau 30 : Tableau de classification des normes et méthodologies environnementales concernant les centres de données et services cloud Tableau 30 regroupe les principales normes et méthodologies environnementales étudiées. Chaque norme est classée par le type d'auteur, l'auteur, le nom du label, la couverture géographique, le type de document, le périmètre couvert, les indicateurs couverts et une description succincte. Ce tableau vient appuyer et compléter la figure précédente.

# INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Positionnement du référentiel dans le contexte normatif global .....	8
Figure 2: Etapes couvertes par le RCP, extrait et traduit de la norme ITU L.1410 .....	9
Figure 3 : Présentation et répartition des unités fonctionnelles selon le type de service fourni .....	13
Figure 4: Schéma fonctionnel de l'articulation entre les différents RCP d'un service numérique .....	14
Figure 5 : Niveaux d'analyse du RCP « enfant » .....	16
Figure 6: Visualisation graphique du périmètre de l'UF1 .....	29
Figure 7 : Schéma des contraintes de durées de vie dans un centre de données .....	31
Figure 8 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 2 .....	34
Figure 9 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 3 .....	39
Figure 10: Représentation schématique de la modélisation de l'UF 4 .....	44
Figure 11 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 5 .....	50
Figure 12 : Représentation schématique de la modélisation de l'UF 6 .....	56
Figure 13 : Représentation graphique de la modélisation de l'UF 7 .....	63
Figure 14 : Graphique récapitulatif des différents types de PPA .....	75
Figure 15 : Classification des méthodologies environnementales concernant les centres de données et services cloud, selon le périmètre couvert (axe vertical) et par type d'impacts évalués (axe horizontal).....	80

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Différentes approches d'ACV et leurs caractéristiques .....	15
Tableau 2 : Tableau de catégorie de qualité des données .....	24
Tableau 3: Description de l'unité fonctionnelle 1 .....	26
Tableau 4: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 1 .....	27
<i>Tableau 5: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 1 .....</i>	<i>30</i>
Tableau 6: Description de l'unité fonctionnelle 2 .....	32
Tableau 7: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 2 .....	33
Tableau 8: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 2 .....	35
Tableau 9: Description de l'unité fonctionnelle 3 .....	37
Tableau 10: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 3 .....	38
Tableau 11: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 3 .....	40
Tableau 12: Description de l'unité fonctionnelle 4 .....	42
Tableau 13: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 4 .....	43
Tableau 14: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 4 .....	45
Tableau 15: Description de l'unité fonctionnelle 5 .....	47
Tableau 16: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 5 .....	48
Tableau 17: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 5 .....	51
Tableau 18: Description de l'unité fonctionnelle 6 .....	52
Tableau 19: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 6 .....	54
Tableau 20 : Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 6.....	58
Tableau 21: Description de l'unité fonctionnelle 7 .....	59
Tableau 22: Périmètre du cycle de vie de l'unité fonctionnelle 7 .....	61
Tableau 23: Règles d'allocation pour le calcul de l'unité fonctionnelle 7 .....	65
Tableau 24: Description d'un exemple d'unité fonctionnelle « agrégée » dans le cas du PaaS .....	67
Tableau 25: Caractéristiques des équipements informatiques mentionnés dans les unités fonctionnelles UF2, UF3 et UF4.....	68
Tableau 26: Articulation entre les données des différentes unités fonctionnelles.....	70
Tableau 27 : Durées de vie de référence de l'architecture et des équipements de l'environnement technique.....	71
Tableau 28 : Données génériques d'impacts environnementaux pour les impacts environnementaux de certains consommables .....	73
Tableau 29 : Données génériques d'impacts environnementaux pour l'architecture des bâtiments et l'UF1.....	74
Tableau 30 : Tableau de classification des normes et méthodologies environnementales concernant les centres de données et services cloud .....	82

## 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.

## Méthodologie d'évaluation environnementale basée sur l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) pour un service numérique

Ce référentiel méthodologique pour l'évaluation environnementale fournit la méthode à respecter pour réaliser l'analyse du cycle de vie des services d'hébergement informatique en centre de données et de services Cloud.

Ce document complète et précise les règles sectorielles du RCP « parent » : « Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale des services numériques » pour le cas des services d'hébergement informatique en centre de données et de services Cloud, et doit être lu en parallèle.

