





CONCEPTION, GRAPHISME : ORIGIN ART STUDIO - Julie CHIARANDINI BOLIOLI



## REMERCIEMENTS

Un grand merci à tous les acteurs qui ont contribué à ce livre blanc, notamment :

- l'AGIT (Alliance Green IT), porteur de ce projet qui a réuni les financements et les parties prenantes qui ont permis la construction de ce document ;
- la fondation Act For a Better Planet, qui a impulsé et financé ces opérations ;
- l'ADEME, qui a soutenu cette action collective ;
- le CDRT qui en a fait la promotion auprès de ses adhérents et de leurs écosystèmes ;
- les adhérents de l'AGIT et du CDRT, qui ont participé à la création de ce document ;
- APL Datacenter et LCIE Bureau Veritas, qui ont piloté l'opération, coordonné opérationnellement le projet, réalisé le cadrage technique et rédigé ce document ;
- DSTNY et EKHO, qui ont apporté leur expertise technique, ainsi que l'ARCEP ;
- TELERYS et INTRACOM qui ont contribué aux cas pilotes ;
- KOEVOO, ADISTA et CONVERGENCE qui ont participé à la relecture du présent livrable et ont apporté leur expertise ;
- toutes ces organisations représentées par Romuald Ribault, Thomas Mesplede, Laurent Silvestri, Julia Meyer, Ahmed Haddad, Sofia Benqassem, Georges Ouffoué, Vincent Lullier, Firmin Domon, Anthony Hesnaux, Sébastien Lose et Marylin Barillot ;

Ainsi que tous les autres contributeurs que nous n'aurions pas explicitement nommés, qui nous ont apporté leur soutien, leurs commentaires et leur relecture.

# GLOSSAIRE

<b>Sigle et paramètre</b>	<b>Définition</b>
ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie Renommée « Agence de la Transition Écologique »
ACV	Analyse du Cycle de Vie
ARCEP	Autorité de Régulation des Communications Électroniques, des Postes et de la Distribution de la Presse
CO2	Dioxyde de carbone
CSRD	Corporate Sustainability Reporting Directive
DC	Datacenter ou centre de données
EFRAG	European Financial Reporting Advisory Group
ESG	Environmental, Social, and Governance
FAI	Fournisseur d'Accès Internet
GES	Gaz à Effet de Serre
HDD	Hard Disk Drive
ICV	Inventaire du Cycle de Vie
ISO	The International Organization for Standardization
ITU	The International Telecommunication Union
LAN	Local Area Network
NFRD	Non-Financial Reporting Directive
PABX	Private Automatic Branch Exchange
PCR	Product Category Rules
PEFCR	Product Environmental Footprint Category Rules
PUE	Power Usage Effectiveness
RCP	Règles de Catégories de Produits
REEN	Réduction de l'Empreinte Environnementale du Numérique en France
RSE	La Responsabilité Sociétale des Entreprises
SSD	Solid State Disk
TIC	Technologies de l'Information et de la Communication
VLAN	Virtual Local Area Network
VM	Machine Virtuelle



# GLOSSAIRE

<b>Terme</b>	<b>Définition</b>
Radiations ionisantes	Type de rayonnement capable de déloger les électrons des atomes quand il traverse la matière. Il est par exemple émis lors de la production par des centrales nucléaires de l'énergie nécessaire à la production, au transport et au fonctionnement des équipements. La mesure de cet indicateur environnemental est obligatoire dans la méthodologie établie dans le référentiel.
Radiations non ionisantes	Type de rayonnement électromagnétique, naturel ou artificiel. Il peut par exemple être généré par les appareils sans fils, les lignes électriques, le câblage domestique... Ce type de rayonnement n'est pas mesuré dans le présent document.
Routeur	Un routeur est un équipement réseau qui analyse le contenu des paquets transmis afin de les acheminer soit dans le réseau local soit dans un autre réseau local ou distant. Il relie donc plusieurs réseaux entre eux.
Serveur Blade	Les serveurs blade sont des serveurs montés dans un châssis leur fournissant l'alimentation ainsi que les connectiques (réseaux, E/S, etc.).
Serveur Rack	Contrairement aux serveurs blade, les serveurs rack peuvent disposer de leur propre alimentation ainsi que de certaines connectiques. Ces serveurs sont montés horizontalement dans des armoires ou des racks.
Switches	Un switch est un équipement réseau qui reçoit des paquets de données et se charge de les acheminer vers leur destination à travers un réseau. À la différence du routeur, le switch relie des équipements dans un même réseau.
Unité fonctionnelle	L'unité fonctionnelle est l'unité de mesure utilisée pour évaluer le service rendu par le service.



# PRÉFACE

La transformation numérique est aujourd'hui une réalité dans bon nombre d'entreprises et d'organisations. Celles-ci, dans un souci de flexibilité, de continuité d'activité, de protection de l'information et de réduction des coûts ont de plus en plus recours aux infrastructures cloud - messagerie, services dédiés, stockage... - et à la mutualisation des ressources informatiques. La performance globale d'une organisation dépend ainsi de la performance de son système d'information.

Cette transformation numérique est rendue possible grâce au support des réseaux de télécommunication, qui permettent aux organisations de communiquer aussi bien en interne qu'avec leurs clients, fournisseurs et autres parties prenantes.

Cependant, il ne faut pas occulter le fait que les outils de télécommunication, à l'instar du numérique, ont un impact certain sur l'environnement. Le numérique représente globalement 2,5% des émissions de gaz à effet de serre. Ce numérique peut être divisé en 3 tiers : les terminaux, les centres de données et les réseaux de télécommunication. Cette dernière partie réseaux<sup>1</sup> représente entre 2% et 14% des impacts environnementaux du numérique selon les indicateurs environnementaux : par exemple, 5,5% pour l'indicateur changement climatique<sup>2</sup>.

Pour réduire l'empreinte environnementale du numérique en général et des réseaux d'entreprise en particulier, un levier, et non des moindres, consiste à en mesurer les impacts, afin d'identifier les pistes d'amélioration.

Cependant, le manque de méthodologie d'évaluation à des fins d'affichage environnemental (PCR) et l'indisponibilité de données fiables dans la littérature scientifique rendent complexe l'exercice d'évaluation environnementale des services numériques.

Pour faire face à cette absence de méthodologie commune, l'ADEME, dans le cadre de la mise en œuvre de l'article 13 de la loi AGEC (loi Anti-gaspillage pour une Économie Circulaire), a entrepris à l'origine la rédaction d'un référentiel général de type PEFCR (Product Environmental Footprint Category Rules) pour la fourniture d'accès internet.

Néanmoins, cette méthodologie s'arrête à la limite de l'organisation : elle ne prend pas en compte les équipements déployés dans le cadre d'un réseau LAN. Le marché des réseaux d'entreprise ayant connu une forte croissance ces dernières années et l'architecture de ces réseaux étant spécifique, il nous a semblé opportun de proposer un référentiel d'évaluation environnementale propre à ce domaine.

Ainsi le groupement que nous formons, constitué d'acteurs de terrain du numérique responsable, d'experts dans la rédaction de référentiels environnementaux et de professionnels de la filière téléphonie et réseaux d'entreprises a proposé une déclinaison du référentiel « services numériques » pour les réseaux LAN et services de télécommunication d'entreprise et un calculateur conforme à cette méthodologie.

<sup>1</sup> À partir du cœur de réseau jusqu'au point d'accès individuels selon l'étude

<sup>2</sup> Évaluation de l'impact environnemental du numérique en France et analyse prospective- Rapport 2/3 ; ADEME- Janvier 2022.6 <https://librairie.ademe.fr/cadic/6700/impact-environnemental-numerique-rapport2.pdf>



Le présent livre blanc a donc pour vocation à partager une synthèse des contours méthodologiques de ce référentiel, les spécificités de l'outil de mesure, les résultats des cas d'études concrets d'application de ce référentiel et les bonnes pratiques environnementales à destination des professionnels. Ce livre blanc permettra de sensibiliser et de renforcer l'engagement de la filière « Telecom d'Entreprises » face à la pollution numérique.

Ainsi en fournissant la méthodologie de calcul de l'empreinte environnementale des réseaux informatiques d'entreprise et services associés, l'objectif est de permettre à tous les acteurs d'identifier les principaux leviers d'amélioration et challenger les futures évolutions.



# À QUI S'ADRESSE CE DOCUMENT ?

Le présent Livre blanc a pour objectif de compléter et d'illustrer le référentiel méthodologique d'évaluation environnementale d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise.

Pour rappel, ce 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,
- inciter les intégrateurs professionnels et les opérateurs de services à installer les solutions techniques les plus adaptés aux besoins et aux usages de ses clients.

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 ».

Les notions détaillées dans ce livre blanc nécessitent un niveau de compréhension « intermédiaire à avancé » sur les enjeux globaux d'un Système d'Information, et plus spécifiquement des réseaux LAN et des services de téléphonie d'entreprise qui y sont rattachés. Voici quelques rôles clé pour lesquels il est destiné, cette liste n'étant bien sûr pas exhaustive :

- Prestataire et intégrateurs de solutions et de services Réseau et Telecom,
- Responsable d'un système d'information/IT,
- Responsable Technique,
- Responsable réseau et télécom,
- Ingénieur réseau et télécom,
- Responsable technique.



# SOMMAIRE

I. De quoi parle-t-on ?	11
1. L’empreinte environnementale des réseaux en France	12
2. L’empreinte environnementale du réseau local d’entreprise	14
3. La composition des réseaux d’entreprise	15
II. Les enjeux de la mesure de l’impact environnemental de son réseau d’entreprise	17
1. Enjeux réglementaires : les obligations réglementaires d’affichage environnemental	18
Corporate Sustainability Reporting Directive (ou « Directive sur les rapports de développement durable des entreprises »)	18
Loi AGEC et obligation d’affichage environnemental pour les FAI	19
Loi REEN et l’observatoire des impacts environnementaux du numérique	20
Référentiel d’affichage environnemental de l’ADEME	20
2. Enjeux sociaux et sociétaux : afficher son empreinte n’est plus une option	22
Le numérique : maillon au cœur de la chaîne de valeur des entreprises	22
De la transformation digitale au numérique responsable	22
Enjeux économiques : intégration des enjeux numérique responsable dans sa stratégie	22
Enjeux techniques : réel besoin de méthode, données et outils	23
III. Comment mesurer : le triptyque méthode - données - outils	25
1. Méthodologie	26
Le référentiel méthodologique d’évaluation environnementale d’un réseau LAN et services de téléphonie d’entreprise	26
Les unités fonctionnelles du référentiel	27
Les indicateurs d’affichage environnemental	27
2. Données	29
Les bases de données disponibles	29
Les données disponibles dans le calculateur	29
3. Outils	31
IV. L’impact environnemental d’un réseau LAN et des services de téléphonie d’entreprise : cas d’études	32
1. Impact environnemental de la fourniture d’un réseau LAN pendant 1 an	33
Résultats d’impacts	35
Analyse de contribution des phases du cycle de vie	36
Analyse de contribution par sous-catégorie	37
Analyse comparative réseau simple versus réseau avancé	38
Analyse comparative réseau simple versus réseau avancé par rapport au nombre d’utilisateurs	39



## SOMMAIRE

2. Impact environnemental d'un appel téléphonique un-à-un d'une minute	40
Résultats d'impacts	40
Analyse de contribution des phases du cycle de vie	41
Analyse de contribution par sous catégorie	42
Analyse de sensibilité	42
Influence du type de connexion réseau utilisé	43
Influence du terminal utilisé	44
3. Impact environnemental d'un appel en visioconférence d'une heure	45
Impact environnemental du cas conférence en ligne avec 100 participants, dont 1 conférencier avec caméra allumée	45
Résultats d'impacts	45
Analyse de contribution des phases du cycle de vie	45
Analyse de contribution par sous-catégorie	46
Impact environnemental du cas d'une réunion d'équipe avec 10 participants ayant tous la caméra activée	46
Résultats d'impacts	46
Analyse de contribution des phases du cycle de vie	47
Analyse de contribution par sous-catégorie	47
Analyse de sensibilité	48
Influence du terminal utilisé	48
Influence du logiciel de visioconférence utilisé	49
Influence de la caméra activée	50
4. Conclusion et principaux enseignements	51
V. Les bonnes pratiques pour les réseaux de téléphonie d'entreprise	53
1. Recommandations issues des études pilotes	54
Recommandations UF1	
« Mettre à disposition un réseau LAN/VLAN pendant 1 an »	54
Recommandations UF2 :	
« Passer un appel téléphonique un-à-un d'une minute »	54
Recommandations UF3 :	
« Réaliser une visioconférence pour une durée d'une heure »	54
2. Recommandations générales	55
VI. EDITO	56
Annexes	61
Annexe A - Articulation des données du référentiel et source des données disponibles dans le calculateur	62
Annexe B - Présentation de l'outil dédié	64



## SOMMAIRE

Présentation globale	64
Données à saisir	65
Représentation des résultats	67



# I. DE QUOI PARLE-T-ON ?



Avant d'évoquer l'empreinte environnementale des réseaux en France, il convient de rappeler que les services numériques sont une combinaison de plusieurs « tiers » :

- le tiers « terminaux » ou « équipements », qui permet de recevoir et d'utiliser un service numérique ;
- le tiers « Centre de données », qui permet, entre autres, de stocker les données du service ;
- le tiers « réseaux », qui va acheminer le trafic.

## I. L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DES RÉSEAUX EN FRANCE

L'étude « Évaluation de l'impact du numérique en France et analyse prospective - Rapport 2/3 - Evaluation environnementale des équipements et infrastructures numériques en France<sup>3</sup> » de l'ADEME, nous apporte deux principaux enseignements sur le tiers Réseaux :

- Le tiers Réseaux est responsable d'une minorité des impacts du numérique en France pour chaque indicateur mesuré (entre 2% et 14 %) ;
- L'impact de l'usage personnel prédomine largement l'usage professionnel sur le tiers réseau. En effet l'utilisation du réseau dans le cadre d'usages personnels est plus importante du fait de la consommation de la vidéo à la demande par abonnement, de la radio en ligne et du streaming audio<sup>4</sup>.

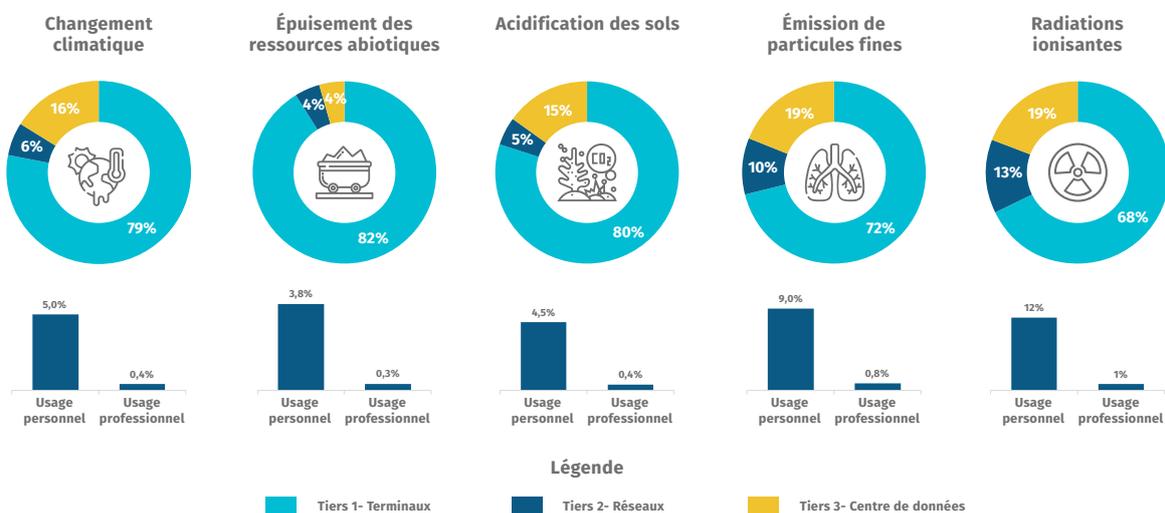


FIGURE 1 : RÉPARTITION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE EN FRANCE PAR TIERS

Les résultats représentés ci-dessus portent sur l'impact environnemental des réseaux de télécommunication qui permettent l'acheminement/le transfert des données des centres de données aux entreprises, mais le réseau local de l'entreprise n'est pas pris en compte dans le périmètre. Le schéma ci-dessous précise les limites du périmètre lorsque l'on évoque les trois tiers, et notamment le tiers « réseau ».

<sup>3</sup> [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02-synthese\\_janv2022.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02-synthese_janv2022.pdf)

<sup>4</sup> Référentiel des usages numériques 2023- ARCEP- Avril 2023



En effet, la norme ITU-T-L.1450<sup>5</sup> précise que dans le cadre d'une analyse du cycle de vie des biens du réseau, l'évaluation porte sur :

- « L'infrastructure des TIC. Par exemple les antennes, les tours, les câbles, les étagères ;
- les biens installés sur le site ou dans des installations pour l'alimentation en électricité des réseaux TIC, qu'ils soient ou non raccordés au réseau ;
- les biens installés sur le site ou dans des installations à des fins de refroidissement ».

Ainsi, dans le cadre de l'étude « Évaluation de l'impact du numérique en France et analyse prospective - Rapport 2/3 - Évaluation environnementale des équipements et infrastructures numériques en France »<sup>6</sup>, l'inventaire des infrastructures et réseaux a été réalisé pour les réseaux selon le cycle de vie d'un message numérique, c'est-à-dire **à partir du cœur de réseau jusqu'au point d'accès individuel**.

---

<sup>5</sup> <https://www.itu.int/rec/T-REC-L1450-201809-l/fr>

<sup>6</sup> [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02\\_janv2022.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02_janv2022.pdf)



## 2. L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DU RÉSEAU LOCAL D'ENTREPRISE

Afin d'évaluer l'impact environnemental global d'un réseau local d'entreprise, il convient de prendre en compte l'inventaire des données à partir du point d'accès individuel à l'entrée de l'entreprise et de tous les équipements physiques déployés dont l'entreprise à la maîtrise.

Les schémas ci-dessous représentent le périmètre du présent livre blanc, de la méthodologie « Répertoire d'affichage environnemental Réseau local et services de téléphonie d'entreprise » et du calculateur mis à disposition sur le site du CDRT.

- Sur le premier schéma, le périmètre encadré en rouge représente l'unité fonctionnelle « Mettre à disposition un réseau LAN/VLAN »

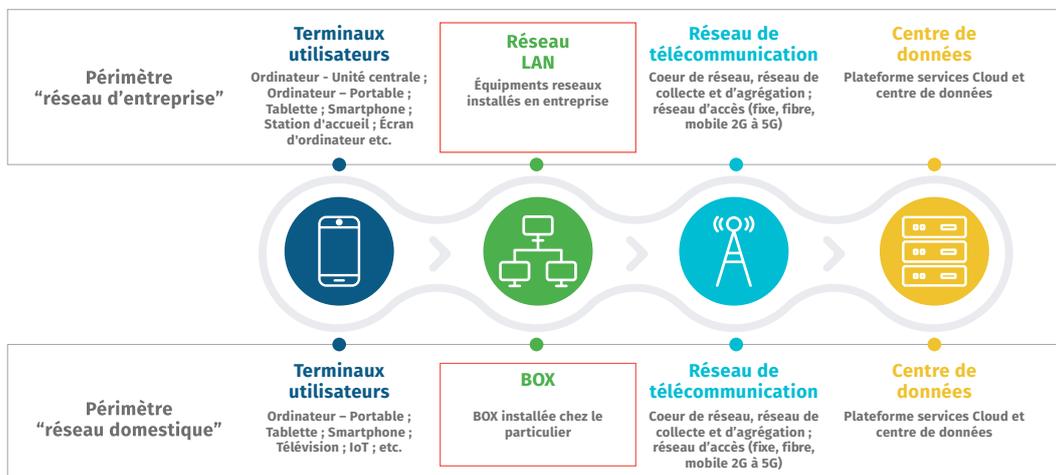


FIGURE 2 : REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE DU PÉRIMÈTRE DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE « METTRE À DISPOSITION UN RÉSEAU LAN/VLAN » PAR RAPPORT À L'APPROCHE 3 TIERS

- Sur le second schéma, le périmètre encadré en vert représente les unités fonctionnelles liées aux services de téléphonie d'entreprise.

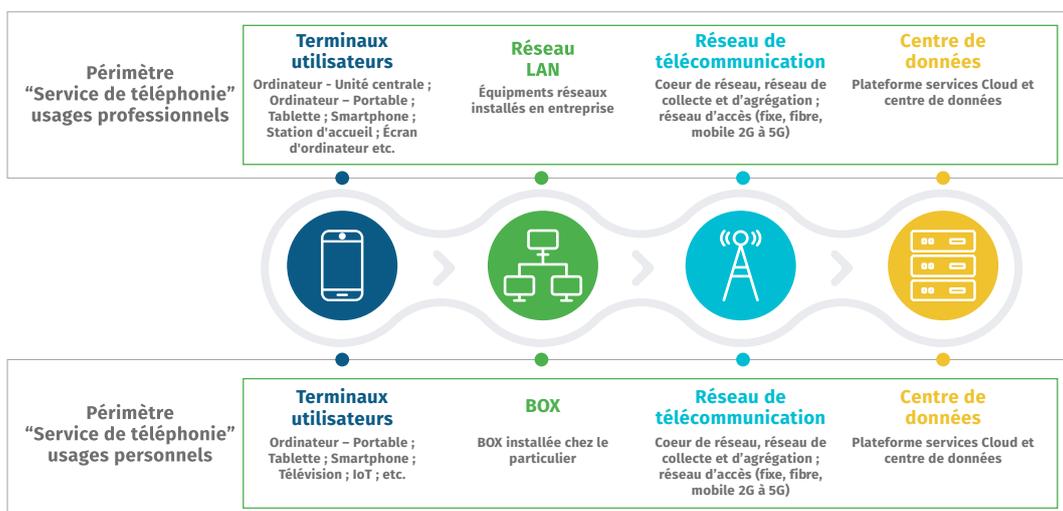


FIGURE 3 : REPRÉSENTATION SIMPLIFIÉE DU PÉRIMÈTRE DES UNITÉS FONCTIONNELLES SERVICES DE TÉLÉPHONIE D'ENTREPRISE PAR RAPPORT À L'APPROCHE 3 TIERS



## 3. LA COMPOSITION DES RÉSEAUX D'ENTREPRISE

Nous considérons dans le présent document les réseaux LAN qui peuvent être physiques (définition LAN ci-dessous) ou logiques (définition VLAN ci-dessous)

Le LAN est un réseau de communication géographiquement limité qui relie les utilisateurs dans une zone définie. Ainsi un réseau LAN est un ensemble d'équipements réseau (routeurs, switches, concentrateurs, point d'accès, firewall etc.) reliés entre eux par des câbles, physiques ou logiques, qui fournissent une connectivité aux équipements (ordinateur, téléphone IP, imprimante, etc.).

Un réseau LAN peut également inclure des équipements serveurs (calcul et stockage) si ces derniers mutualisent des fonctions réseau par le mécanisme de virtualisation. Ces équipements (réseau et serveur) peuvent être localisés dans les bureaux comme dans des locaux techniques ou des salles dédiées dans des Centres de données maintenus par une infrastructure technique (équipements supports permettant le refroidissement, l'alimentation électrique et la redondance).

Un réseau local est généralement contenu dans un bâtiment ou un petit groupe de bâtiments et est géré et détenu par une seule entreprise. Bien qu'un nombre croissant de réseaux locaux utilisent les normes et protocoles Internet, ils sont normalement protégés de l'Internet public par des pare-feux. Ils permettent d'interconnecter la zone définie de couverture avec des réseaux plus étendus (WAN, Internet, accès point wifi), et d'accéder aux fonctions suivantes : téléphonie, messagerie, vidéoconférence, transfert de données etc.

Un réseau LAN se caractérise principalement par :

- sa taille (nombre d'adresses IP délivrées, nombre d'équipements terminaux),
- sa typologie (sans fil, filaire ou les deux imbriqués),
- sa bande passante (la quantité maximale de données pouvant être transmise au travers du réseau par seconde),
- son niveau de redondance par équipement ou par section du réseau,
- son niveau de sécurité.

À noter que le niveau de service attendu par l'utilisateur final exerce une forte influence sur la caractérisation d'un Réseau LAN. Selon les engagements contractuels et Services Level Agreement (SLAs) identifiés, le réseau local d'entreprise sera plus ou moins complexe à déployer, installer et exploiter. De même, les équipements matériels mis à disposition peuvent passer du simple au double indépendamment du nombre de postes de travail et de la taille de l'entreprise.

Dans la première version du PCR « réseau LAN et service de téléphonie d'entreprise », les autres réseaux tels que les WAN et autres réseaux mobiles professionnels (PMR) y compris les small cells ne sont pas intégrés dans l'ensemble des réseaux LAN car les cas d'études n'intègrent pas ce type de technologie.

Un niveau de sécurité accru peut être envisagé pour un réseau LAN, comme c'est le cas via l'approche du ZTNA (Zero Trust Network Access). Le ZTNA est un cadre de sécurité réseau qui repose sur le principe de ne « jamais faire confiance, toujours vérifier ». Il remplace la confiance automatique envers les utilisateurs, dispositifs et applications par une vérification stricte de l'identité et des autorisations, indépendamment de leur emplacement. Les potentielles spécificités d'un réseau utilisant l'approche ZTNA n'ont pas été intégrées dans la version actuelle du PCR réseau LAN & services de téléphonie, mais pourraient être prises en compte dans une version ultérieure du document.



Un VLAN est un LAN logique indépendant et traité comme un segment de réseau local « isolé des autres segments ». Les VLANs peuvent être propriétaires ou standardisés (IEEE 802.1Q).

Avec le recours massif aux pratiques telles que le télétravail, ces réseaux LAN ne sont plus limités aux frontières de l'entreprise (bureau, site tiers) mais arrivent dans les domiciles des collaborateurs ou dans d'autres lieux de connectivité (espace de coworking par exemple).





# 1. ENJEUX RÉGLEMENTAIRES : LES OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES D’AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL

## CORPORATE SUSTAINABILITY REPORTING DIRECTIVE (OU « DIRECTIVE SUR LES RAPPORTS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE DES ENTREPRISES »)

La Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) est la nouvelle directive européenne qui entrera en vigueur dès 2024 en remplacement de la NFRD : Non Financial Reporting Directive de 2014. Pour rappel, une directive européenne, à l'inverse d'un règlement européen, n'est pas directement applicable dans les États membres. Elle doit d'abord être transposée dans le droit national avant de devenir applicable dans chaque État membre. La France a prévu de la transcrire en droit national d'ici la fin 2023 sans surtransposition.

L'objet de ces deux directives est d'imposer aux entreprises la réalisation d'un reporting extra financier, désormais appelé reporting RSE. Les principales évolutions entre l'ancienne NFRD et la nouvelle CSRD portent sur :

- Le périmètre des entreprises, qui doivent obligatoirement collecter des informations extra financières, périmètre jusque lors jugé trop réduit (cf. tableau ci-dessous) ;
- Le renforcement des exigences de reporting.

	NFRD	CSRD		
	Dès 2014	Dès 2024	Année exercice	Année reporting
<b>Grandes entreprises de plus de 500 salariés qui remplissent 1 des 2 critères suivants :</b> • Bilan > 20M€ • CA > 40M€	✓	✓	2024	2025
<b>Grandes entreprises de plus de 250 salariés qui remplissent 1 des 2 critères suivants :</b> • Bilan > 20M€ • CA > 40M€	✗	✓	2025	2026
<b>PME cotées en bourse qui remplissent 2 des 3 critères suivants :</b> • +50 salariés • Bilan < 4M€ • CA < 8M€	✗	✓	2026	2027
<b>Établissements de crédit de petite taille et non complexes</b> <b>Entreprises d'assurances captives</b>	✗	✓	2026	2027
<b>Entreprises non européennes dont le CA &gt; 150M€ sur le marché de l'UE sur les 2 dernières années</b>	✗	✓	2028	2029
<b>Entreprises non européennes dont au moins une filiale dans l'UE qui génère un CA &gt; 150M€ et remplit les critères de la grande entreprise</b>	✗	✓	2028	2029

FIGURE 4 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ÉVOLUTIONS DE LA CSRD PAR RAPPORT À LA NFRD ET DÉLAIS D'APPLICATION



Sur le second point, en effet les entreprises devaient auparavant simplement décrire leur politique extra-financière en fonction de leur modèle économique. Désormais, elles devront détailler leur stratégie sociale et environnementale, et préciser la gouvernance définie pour mettre en œuvre leur stratégie. Aussi concernant le reporting, celui-ci devra :

- Être publié selon des normes précises et au format digital, afin de faciliter l'utilisation et le partage de ces informations. En effet, l'une des limites de la NFRD était l'absence de normes de qualité et de méthode, ce qui pouvait entraîner des différences importantes dans les informations partagées par les entreprises et rendait difficile la comparaison des performances entre les structures
- Être audité et certifié par une structure indépendante, qui vérifiera la sincérité des informations et la présence d'objectifs de durabilité

Afin d'affiner cette liste de normes extra-financières, l'EFRAG (European Financial Reporting Advisory Group) a proposé un certain nombre de critères ESG<sup>7</sup>, parmi lesquels les **indicateurs carbone**.

Ces normes sont encore en cours d'élaboration, mais on retrouve parmi les informations qui pourraient être sollicitées :

- le bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'entreprise,
- le suivi de ses émissions directes et indirectes de GES (**Scopes 1, 2 et 3**),
- l'intensité économique des émissions de gaz à effet de serre, en tonnes équivalent CO<sub>2</sub> par Million € (tCO<sub>2</sub>e/M€),
- la stratégie de réduction des impacts sur le réchauffement climatique.

## LOI AGECE ET OBLIGATION D’AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL POUR LES FAI

Depuis le 1er janvier 2022, la loi AGECE prévoit l'obligation, pour les **fournisseurs d'accès internet et opérateurs télécom**, d'indiquer à leurs abonnés l'équivalent en émissions de gaz à effet de serre de la quantité de données consommées. Cet affichage environnemental concerne à la fois les opérateurs physiques et virtuels, et les réseaux fixes et mobiles.

Dans l'esprit de la loi, l'affichage environnemental a pour fonction première de sensibiliser les consommateurs au poids écologique de leurs pratiques sur Internet. Elle doit également inciter les fabricants de matériels et les fournisseurs de services numériques à évaluer leurs **performances environnementales à l'instant T, pour les améliorer dans le temps, et ainsi d'afficher leurs progressions**.

Si aujourd'hui, seuls les fournisseurs d'accès Internet et opérateurs télécom grand public se voient imposer l'affichage environnemental, cela ne signifie pas que les autres acteurs impliqués dans la chaîne de valeur du service numérique ne doivent pas avoir la capacité de mesurer leurs impacts environnementaux.

<sup>7</sup> En novembre 2022, l'EFRAG a proposé une centaine d'indicateurs en quatre types de normes ESG (transversales, environnementales ; sociales et gouvernance) et 13 standards de soutenabilité.



## LOI REEN ET L'OBSERVATOIRE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE

Par ailleurs, la loi du 15 novembre 2021 visant à réduire l'empreinte environnementale du numérique en France, dit loi REEN, a imposé la mise en place d'un nouvel observatoire des impacts environnementaux du numérique. Cet observatoire est placé sous le contrôle de l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et de l'autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (ARCEP). Il a pour mission d'améliorer la connaissance sur la mesure des impacts directs et indirects du numérique sur l'environnement. Il y a donc fort à parier que la partie réseaux d'entreprise aura sa place dans cet observatoire afin d'avoir une vision globale des impacts environnementaux du numérique.

## RÉFÉRENTIEL D'AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL DE L'ADEME

Dans ce contexte, l'ADEME a travaillé de concert avec les acteurs du secteur pour définir une méthodologie d'évaluation de l'impact environnemental des services numériques et des différents tiers qui les constituent.

4 référentiels ont été publiés :

- Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale **des services numériques** publié en Juillet 2021<sup>8</sup> (Référentiel « Mère »),
- Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale **de la Fourniture d'Accès Internet (FAI)** publié en Janvier 2023<sup>9</sup> (Référentiel « Fille »),
- Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale **des Services d'hébergement informatique en centre de données et de Services Cloud** publié en Janvier 2023<sup>10</sup> (Référentiel « Fille »),
- Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale **d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise** publié en Janvier 2023<sup>11</sup> (Référentiel « Fille »).

Ces référentiels sont également disponibles en anglais dans la librairie de l'ADEME.

C'est sur la méthodologie définie dans ce dernier référentiel sur les réseaux d'entreprise que s'appuie la présente étude.

<sup>8</sup> <https://librairie.ademe.fr/produire-autrement/6022-principes-generaux-pour-l-affichage-environnemental-des-produits-de-grande-consommation.html>

<sup>9</sup> <https://librairie.ademe.fr/produire-autrement/6008-principes-generaux-pour-l-affichage-environnemental-des-produits-de-grande-consommation.html>

<sup>10</sup> [https://librairie.ademe.fr/cadic/7604/referentiel\\_rcp\\_datacenter\\_services\\_cloud.pdf](https://librairie.ademe.fr/cadic/7604/referentiel_rcp_datacenter_services_cloud.pdf)

<sup>11</sup> [https://librairie.ademe.fr/cadic/7593/referentiel\\_rcp\\_reseau\\_lan-services\\_telephonie\\_entreprise.pdf](https://librairie.ademe.fr/cadic/7593/referentiel_rcp_reseau_lan-services_telephonie_entreprise.pdf)



## II. Les enjeux de la mesure de l'impact environnemental de son réseau d'entreprise

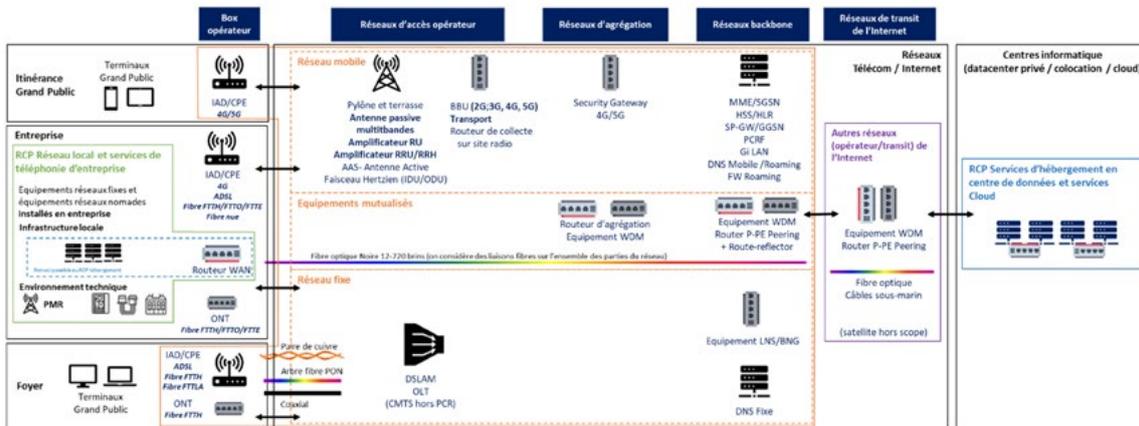


FIGURE 5 : REPRÉSENTATION DU PÉRIMÈTRE DE CHACUN DES RÉFÉRENTIELS « FILLES » PUBLIÉS PAR L'ADEME

L'ensemble de ces référentiels prennent en compte :

- la méthodologie de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) en tenant compte des recommandations de la norme 14044<sup>12</sup> et autant que possible avec le référentiel L 1410 de l'ITU<sup>13</sup>,
- la méthodologie PEFCR publiée par la Commission Européenne<sup>14</sup>,
- une approche multicritères, afin d'aller plus loin que le seul indicateur CO2 / gaz à effet de serre en incluant d'autres impacts environnementaux : épuisement des ressources, tensions sur l'eau, production de déchets, etc.,
- les spécificités des différents tiers.

<sup>12</sup> ISO 14044:2006- Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Exigences et lignes directrices

<sup>13</sup> ITU : Union International des télécommunications ou International Telecommunication Union est l'agence des Nations unies pour le développement spécialisé dans les technologies de l'information et de la communication. Elle propose principalement des Recommandations (Recommandations UIT-T), à savoir des normes qui définissent les modalités d'exploitation et d'interfonctionnement des réseaux de télécommunication.

<sup>14</sup> [https://environment.ec.europa.eu/system/files/2021-12/Commission%20Recommendation%20on%20the%20use%20of%20the%20Environmental%20Footprint%20methods\\_0.pdf](https://environment.ec.europa.eu/system/files/2021-12/Commission%20Recommendation%20on%20the%20use%20of%20the%20Environmental%20Footprint%20methods_0.pdf)



## 2. ENJEUX SOCIAUX ET SOCIÉTAUX : AFFICHER SON EMPREINTE N'EST PLUS UNE OPTION

### LE NUMÉRIQUE : MAILLON AU CŒUR DE LA CHAÎNE DE VALEUR DES ENTREPRISES

Les usages numériques sont aujourd'hui au cœur des activités d'une entreprise et la mesure de l'empreinte environnementale de ces usages ne peut se faire sans la mesure de l'empreinte environnementale de son réseau LAN, des terminaux utilisateurs mis à disposition de ses salariés et des solutions et services numériques qu'elle utilise.

Ceci est d'autant plus vrai que les usages numériques ont beaucoup évolué ces dernières années : évolution des usages interpersonnels (choix de la réunion en visioconférence plutôt qu'en présentiel) ; évolution des plateformes et des moyens de communication (choix d'appel par un outil de visioconférence ou envoi d'un courriel, plutôt qu'un appel téléphonique classique), développement massif des solutions cloud au travers de la mise en place des centres de données.

### DE LA TRANSFORMATION DIGITALE AU NUMÉRIQUE RESPONSABLE

Cette transformation digitale s'accompagne aujourd'hui d'une forte volonté des consommateurs d'allier performance, sécurité et durabilité. Ainsi, les entreprises sont poussées par les politiques publiques et par leurs clients, utilisateurs finaux, investisseurs et autres parties prenantes à intégrer dans le déploiement de leur stratégie numérique la prise en compte des enjeux environnementaux, sociaux et sociétaux. L'affichage environnemental des solutions et services numériques n'est plus une option. Il convient désormais de penser à la fois performance de son système d'informations (SI) d'un point de vue fonctionnel, mais également d'un point de vue environnemental, et d'allier les deux approches dès la définition des besoins (bon dimensionnement, utilité et fonctionnalités premières, etc.)

### ENJEUX ÉCONOMIQUES : INTÉGRATION DES ENJEUX NUMÉRIQUE RESPONSABLE DANS SA STRATÉGIE

Selon un rapport de France Stratégie<sup>15</sup>, les entreprises mettant en place des actions RSE affichent une performance économique 13% supérieure aux entreprises exemptes de politique RSE.

La mesure des impacts environnementaux, sociaux et sociétaux, dans le cadre de la responsabilité sociale des entreprises (RSE), est devenue essentielle pour répondre aux appels d'offres :

1. Différenciation concurrentielle : Les entreprises qui intègrent la RSE dans leurs pratiques démontrent leur engagement envers le développement durable. En mesurant leurs impacts, elles peuvent communiquer de manière crédible leurs performances environnementales, sociales et sociétales, ce qui les différencie de leurs concurrents et peut influencer favorablement les décisions des clients.

<sup>15</sup> [https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs\\_etude\\_rse\\_finale.pdf](https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs_etude_rse_finale.pdf)



2. Accès à de nouveaux marchés : De nombreuses organisations publiques et privées, y compris les gouvernements, exigent désormais des critères RSE dans leurs appels d'offres. En mesurant et en améliorant leurs performances RSE, les entreprises augmentent leurs chances de remporter ces contrats.
3. Réduction des coûts : La mesure des impacts environnementaux permet d'identifier les domaines où des économies d'énergie, de matières premières ou de ressources peuvent être réalisées. En adoptant des pratiques plus durables, les entreprises peuvent réduire leurs coûts de fonctionnement à long terme et améliorer leur rentabilité.
4. Gestion des risques : La mesure des enjeux RSE aide les entreprises à identifier et à gérer les risques potentiels liés à leurs activités. En comprenant leurs impacts environnementaux, sociaux et sociétaux les entreprises peuvent mettre en place des stratégies de prévention des risques, réduisant ainsi les coûts liés aux accidents, aux litiges et aux amendes.
5. Renforcement de l'image de marque : Une entreprise engagée dans une démarche RSE transparente et responsable renforce sa réputation et sa marque. Les consommateurs sont de plus en plus sensibles aux enjeux environnementaux, sociaux et sociétaux, et sont plus enclins à choisir des produits et services provenant d'entreprises respectueuses de ces enjeux. Une bonne image de marque peut stimuler les ventes et favoriser la fidélité des clients.

En adoptant des technologies durables, en utilisant des ressources numériques de manière efficiente et en favorisant l'innovation responsable, les entreprises peuvent réaliser des économies supplémentaires, améliorer leur productivité, réduire leur empreinte écologique et attirer des talents engagés.

En conclusion, mesurer les impacts environnementaux, sociaux et sociétaux est bénéfique pour les entreprises sur le plan économique et commercial. Cela leur permet de se différencier, d'accéder à de nouveaux marchés, de réduire les coûts, de gérer les risques et de renforcer leur image de marque.

## ENJEUX TECHNIQUES : RÉEL BESOIN DE MÉTHODE, DONNÉES ET OUTILS

Les études et projets menés ces quinze dernières années ont porté sur des thématiques précises, s'intéressant par exemple aux consommations d'énergie des centres de données, à l'obsolescence programmée des terminaux ou encore à la gestion des déchets électroniques. De plus, la réglementation et la communication actuelle sur les démarches environnementales se concentrent principalement sur la mesure de l'impact des émissions de gaz à effet de serre générés de manière directe ou indirecte par l'entreprise.

Depuis quelques années, plusieurs publications (Étude de l'impact du numérique en France et perspectives 2030 et 2050 commandée par l'ADEME et l'ARCEP<sup>16</sup>, Empreinte environnementale du numérique mondial de GreenIT.fr<sup>17</sup>, entre autres) sont venues éclairer le débat et ont mis en évidence la nécessité d'avoir une approche plus globale qui soit à la fois :

- Multicritères, car les impacts environnementaux du numérique ne se réduisent pas aux émissions de gaz à effet de serre ;
- Multi-étapes, afin d'intégrer les impacts générés lors de toutes les étapes du cycle de vie des équipements ;
- Multi-composants, afin de pouvoir appréhender ces systèmes complexes que sont l'association des terminaux utilisateurs, centres de données et réseaux de télécommunications, tous composés d'une multitude d'équipements ayant chacun des cycles de vie propre.

<sup>16</sup> [https://www.arcep.fr/uploads/tx\\_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02-synthese\\_janv2022.pdf](https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/etude-numerique-environnement-ademe-arcep-volet02-synthese_janv2022.pdf)

<sup>17</sup> <https://www.greenit.fr/etude-empreinte-environnementale-du-numerique-mondial/#empreinte>



## II. Les enjeux de la mesure de l'impact environnemental de son réseau d'entreprise

C'est là tout l'intérêt et la pertinence de la méthode standardisée que constitue l'analyse de cycle de vie.

Or, pour parvenir à un point de vue global permettant de faire des choix éclairés, il est nécessaire de s'accorder sur les données d'inventaires, les données d'impacts, les flux, les méthodes et les scénarii d'usage liées au déploiement des services du secteur numérique à un instant donné, mais également de manière dynamique, pour anticiper les évolutions à venir.



### III. COMMENT MESURER LE TRIPTYQUE MÉTHODE · DONNÉES · OUTILS



Pour mesurer les impacts environnementaux, il est indispensable de disposer d'une méthode consensuelle, des données fiables et finalement des outils robustes. Ce triptyque méthode-données-outils est présenté dans ce paragraphe.

# 1. MÉTHODOLOGIE

## LE RÉFÉRENTIEL MÉTHODOLOGIQUE D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE D'UN RÉSEAU LAN ET SERVICES DE TÉLÉPHONIE D'ENTREPRISE

Le référentiel<sup>18</sup> sur lequel reposent les études pilote présentées dans le présent livre blanc est spécifiquement dédié à l'évaluation environnementale d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise. Il intègre la logique de télétravail, ou travail hybride, et a été élaboré en complément du référentiel « Fourniture d'Accès Internet<sup>19</sup> » publié en avril 2021 et mis à jour en janvier 2023, et du référentiel « Services d'hébergement informatique en centre de données et services Cloud<sup>20</sup> » publié en janvier 2023.

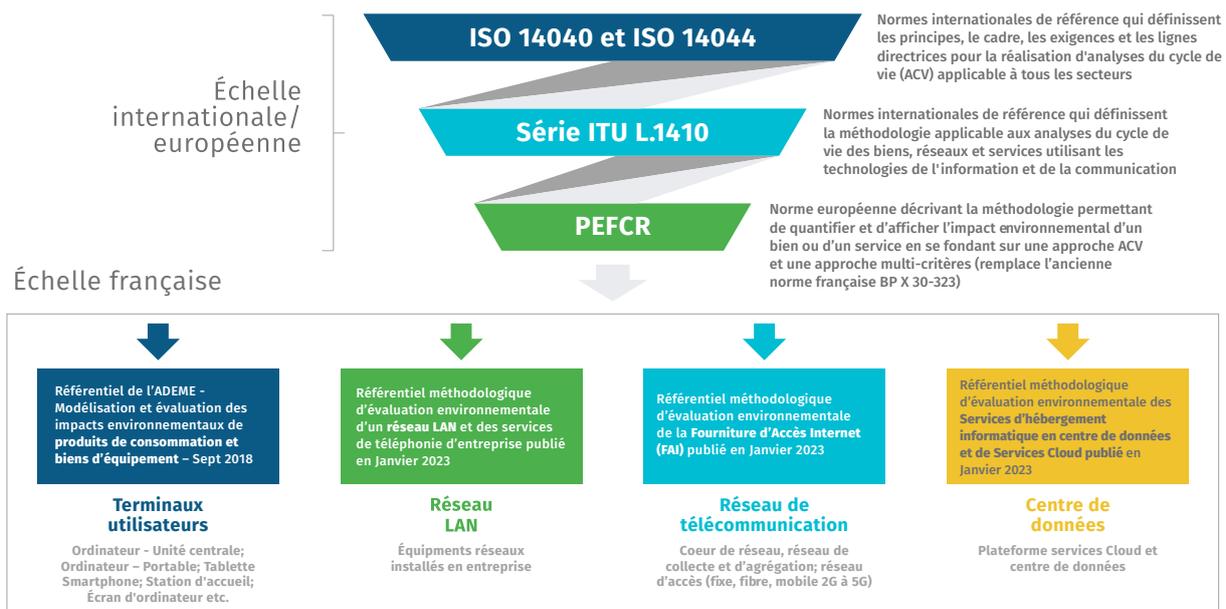


FIGURE 6 : POSITIONNEMENT DU RÉFÉRENTIEL RÉSEAU LAN ET SERVICES DE TÉLÉPHONIE D'ENTREPRISE DANS LE CONTEXTE DES NORMES ET RÉFÉRENTIELS INTERNATIONAUX ET NATIONAUX

Il regroupe les éléments nécessaires pour calculer les impacts environnementaux d'un Réseau LAN et de trois services de téléphonie d'entreprise, définis dans le paragraphe « unités fonctionnelles ». Il a pour objectif :

- D'encadrer la méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux de ces services ;
- De simplifier la méthode de calcul afin de faciliter l'affichage environnemental pour les entreprises qui les commercialisent ;
- D'identifier les équipements clés d'une infrastructure d'entreprise.

<sup>18</sup> <https://bibliothèque.ademe.fr/produire-autrement/6020-principes-generaux-pour-l-affichage-environnemental-des-produits-de-grande-consommation.html>

<sup>19</sup> [Principes généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation - La bibliothèque ADEME](#)

<sup>20</sup> [Principes généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation - La bibliothèque ADEME](#)



## LES UNITÉS FONCTIONNELLES DU RÉFÉRENTIEL

Chaque service numérique répond à un besoin et se définit notamment par une ou plusieurs fonctionnalités<sup>21</sup>. L'unité fonctionnelle est l'unité de mesure utilisée pour évaluer le service rendu par le service. L'unité fonctionnelle est donc une unité de référence représentative d'un service en prenant en considération son usage, son niveau de performance et une durée. Une unité fonctionnelle traduit très souvent un acte métier ou une unité commercialisée. Dans le cadre de ce référentiel, les unités fonctionnelles (UF) étudiées sont :

- UF1 : « Mettre à disposition un réseau LAN/ VLAN »
- UF2 : « Passer un appel audio un à un pendant une durée déterminée »
- UF3 : « Réaliser une visioconférence pour une durée déterminée »
- UF4 : « Envoyer un message chat comportant un nombre de caractères déterminé »

Ces unités fonctionnelles seront étudiées selon différents scénarii (notamment selon le type de terminal utilisé).

## LES INDICATEURS D’AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL

Pour présenter les résultats d'une analyse environnementale multicritères, il faut des indicateurs environnementaux. Conformément à la méthodologie établie dans le référentiel, les résultats sont présentés suivant les 5 indicateurs environnementaux obligatoires suivants pour les 2 cas pilotes :

- **Changement climatique :**
  - > Exprimé en kg équivalent CO2 (kg eq CO2).
  - > Quantifie les **émissions de gaz à effet de serre**.
- **Épuisement des ressources :**
  - > Exprimé en kg équivalent antimoine (kg Sb eq).
  - > Évalue la **quantité de ressources** (minérales et métalliques) **extraites** des sols, prenant en compte leur raréfaction.
- **Acidification :**
  - > Exprimé en moles équivalent d'ions H+ (mol H+ eq)
  - > Évalue les **rejets de composés acides** dans les sols, cause de dépérissement de la végétation environnante.
- **Émission de particules fines :**
  - > Exprimé en années de vie humaine en bonne santé perdues (DALY)
  - > Évalue l'incidence sur la santé d'un individu de l'inhalation de particules fines issues de rejets anthropiques.
- **Radiations ionisantes :**
  - > Exprimé en kiloBecquerels Uranium-235 équivalent (kBq U235 eq)
  - > Évalue la responsabilité d'un système sur les **rejets d'ions radioactifs** ayant lieu au cours de son cycle de vie.
  - > Les radiations ionisantes dont il est fait mention dans le présent document concernent celles émises lors de la production par des centrales nucléaires de l'énergie nécessaire à la production, au transport et au fonctionnement des équipements. Les chiffres présentés ne concernent pas le rayonnement électromagnétique des appareils, qui génère quant à lui des radiations non ionisantes.

<sup>21</sup> <https://alliancegreenit.org/media/position-paper-ecoconception-vf-v5-2.pdf>



En complément, le groupe de travail préconise l'utilisation des deux indicateurs suivants qui semblent pertinent selon leur retour d'expérience :

- **Consommation d'énergie primaire :**
  - > Exprimé en MJ (Méga Joules)
  - > L'énergie primaire fossile est la première forme d'énergie d'origine fossile directement disponible dans la nature avant toute transformation »
- **MIPS :**
  - > Exprimé en kg de matière première (Material Input per Service-Unit)
  - > Quantifie la quantité de ressources utilisées pour produire une unité de produit ou service

**L'épuisement de la ressource en eau** est également un indicateur disponible mais qui n'est pas étudié du fait du manque de fiabilité des facteurs d'émissions associés pour les équipements électriques et électroniques en fin de vie.

Des travaux de recherche sur le sujet sont en cours avec pour objectif d'améliorer ces données et rendre possible l'analyse des résultats obtenus sur cet indicateur. Il est important de rappeler que les équipements électriques et électroniques font intervenir des matériaux dont l'extraction est source d'une importante consommation d'eau.



## 2. DONNÉES

Le calcul d'impacts environnementaux multicritères d'un réseau LAN requiert des facteurs d'émissions pour les équipements physiques qui le composent et les flux occasionnés.

### LES BASES DE DONNÉES DISPONIBLES

Ces dernières années de nombreux projets de création de bases de données sur le numérique ont vu le jour et fournissent ainsi les facteurs d'émissions nécessaires à l'évaluation des services numériques.

Il existe une base de données privée connue sous le nom de NegaOctet<sup>22</sup>.

Fruit de 36 mois de travaux de recherche menés par LCIE Bureau Veritas, APL Data Center, GreenIT.fr et DDemain dans le cadre de l'appel à projet Perfecto 2018, NegaOctet permet de mesurer l'impact environnemental des services numériques sur l'ensemble de leur cycle de vie.

NegaOctet, c'est :

- Une méthodologie de mesure des impacts environnementaux conforme aux recommandations françaises et internationales.
- Une base de données gratuite ou payante.
- Un outil qui automatise le calcul des KPI environnementaux (réchauffement climatique, consommations de ressources, pollution, etc.).

Le référentiel NegaOctet est enrichi et amélioré en continu (création de nouvelles données et maintenance de la base). La base contient 1 500 composants et équipements classés selon quatre niveaux de granularité. À chaque équipement sont associés jusqu'à 30 facteurs d'impacts : de l'épuisement des ressources abiotiques au réchauffement global en passant par l'eutrophisation.

Des bases de données publiques existent, notamment :

- La **base Empreinte de l'ADEME**<sup>23</sup> concentre un panel de données multi-sectorielles et a récemment intégré des données issues de la base NegaOctet pour constituer une section « Numérique ». Vous pouvez retrouver la liste des données relatives au numérique dans l'onglet «4 - AE - Base IMPACTS® - Documentation», puis «numérique (NegaOctet)».
- Le **référentiel de données Boavizta** répertorie des données d'impacts environnementaux déclarées par les fabricants, principalement sur l'indicateur Changement Climatique. Certaines données sont également disponibles pour les indicateurs Énergie Primaire et Épuisement des Ressources.

### LES DONNÉES DISPONIBLES DANS LE CALCULATEUR

Selon les référentiels d'affichage environnemental de l'ADEME, trois catégories de données sont définies de la manière suivante :

- **Une donnée secondaire ou donnée générique** : il s'agit d'une « valeur quantifiée d'une activité ou d'un processus de cycle de vie du produit obtenu à partir de sources autres que la

<sup>22</sup> <https://negaoctet.org/en/home/>

<sup>23</sup> <https://base-empreinte.ademe.fr/documentation/base-impact>



*mesure directe ou le calcul à partir de mesures directes* ». Une donnée secondaire est imposée dans le cadre d'une évaluation environnementale réalisée conformément aux référentiels précités. Les données secondaires permettent d'imposer un même facteur d'impact pour l'ensemble des acteurs appliquant le référentiel. Les équipements pour lesquels sont définies des données secondaires ont un impact environnemental qui contribue peu à l'impact environnemental global du service.

- **Une donnée semi-spécifique** : c'est une « donnée précisée par défaut 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 à la donnée semi-spécifique leur propre valeur, afin d'améliorer les résultats de l'évaluation environnementale.

- **Une donnée primaire ou donnée spécifique** : il s'agit d'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 ».

Dans le cadre du référentiel méthodologique d'évaluation environnementale d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise, il a été considéré les éléments suivants :

- Les données qualifiées de données secondaires sont l'ensemble des données à ce jour disponibles dans la base Empreinte de l'ADEME
- Les données qualifiées comme données semi-spécifiques, sont les données des équipements qui ont été identifiés comme ayant un impact significatif dans le cadre de la réalisation des cas pilotes réalisés avec TELERYS et INTRACOM et pour lesquels il a été jugé pertinent de partager des valeurs par défaut afin de permettre aux acteurs du secteur de réaliser une évaluation environnementale macro de leur réseau LAN.

Les données semi-spécifiques définies dans le référentiel et dans le calculateur sont

- > Soit des données moyennes obtenues à partir de cas d'étude réalisés par APL DATACENTER pour le compte de ses clients,
  - > Soit des modélisations réalisées par APL DATACENTER pour les données non disponibles sur les bases de données existantes.
- Les données spécifiques sont celles qui doivent être complétées et mises à jour par les acteurs du secteur afin d'affiner les résultats de l'évaluation, soit en utilisant un logiciel d'ACV permettant de modéliser les équipements, soit en faisant appel à un bureau d'étude spécialisé.

La liste des données modélisées est disponible en **Annexe A**.



## 3. OUTILS

Un outil de calcul simplifié permettant l'affichage des résultats d'impacts environnementaux sur les 5 indicateurs requis dans le référentiel est mis à disposition par l'AGIT et le CDRT. La présentation ainsi que les paramètres d'utilisation sont détaillés en Annexe B du présent document (section VII.3).

Bien que cet outil ait été réalisé avec le soutien de l'ADEME, cet outil n'est pas un outil « officiel » de l'ADEME et du référentiel méthodologique d'évaluation environnementale **d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise.**

Cet outil a néanmoins le mérite d'exister car, il est le fruit de la réflexion commune constitué des acteurs de terrain du numérique responsable et de professionnels de la filière téléphonie et réseaux d'entreprises. Il permet de fournir des ordres de grandeur et des premiers éléments de reporting environnemental internes à une entreprise ou organisation.

Par ailleurs, pour toute communication officielle externe, la recommandation est de compléter ces premiers éléments de reporting environnemental par des analyses du cycle de vie spécifiques (avec revue critique et des données primaires).



## IV. L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UN RÉSEAU LAN ET DES SERVICES DE TÉLÉPHONIE D'ENTREPRISE : CAS D'ÉTUDES



Dans le cadre de la rédaction du référentiel méthodologique et la réalisation d'une phase pilote, nous avons identifié deux principaux cas d'usages ayant des caractéristiques différentes (par exemple : besoin de haute disponibilité versus besoin basique de connectivité réseau) afin de s'assurer que la méthodologie définie puisse s'appliquer.

Cette étude est basée sur des scénarii dont les caractéristiques ont été fixées en concertation avec les équipes de TELERYS et d'INTRACOM. De même les résultats ont été obtenus sur la base des données collectées aux différentes dates de collecte. Des hypothèses ont été prises lorsque les données n'étaient pas disponibles. Les résultats pourraient ainsi varier si ces paramètres et scénarii sont différents de ceux présentés dans ce document.

Ainsi les résultats spécifiques n'ont pas vocation à être diffusés dans d'autres contextes. Seuls les enseignements et non les chiffres en valeur absolue sont à retenir.

# 1. IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA FOURNITURE D'UN RÉSEAU LAN PENDANT 1 AN

Avec les contributions d'INTRACOM et TELERYS, trois cas de figure ont été étudiés :

- **Cas 1.1 - Réseau avec une solution hébergée localement (on-premise) – Scénario simple (38 utilisateurs) :** Les équipements supportant le réseau local sont physiquement hébergés en interne chez l'utilisateur<sup>24</sup>. Scénario simple sans redondance.

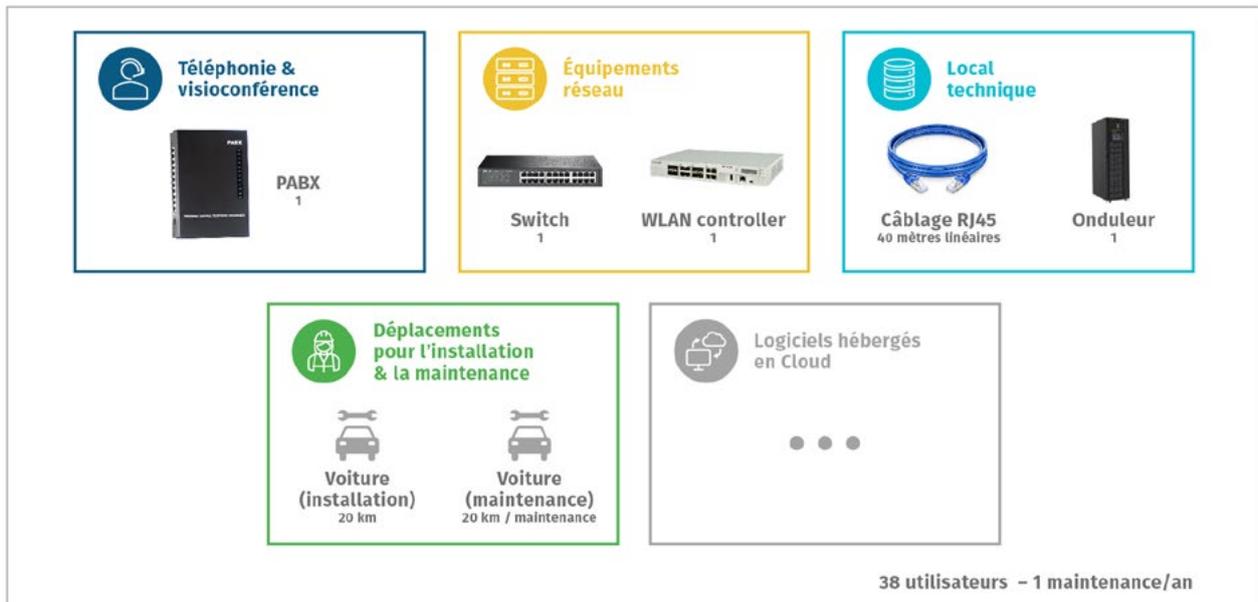


FIGURE 7 : CAS 1.1 – RÉSEAU AVEC UNE SOLUTION HÉBERGÉE LOCALEMENT (ON-PREMISE) – SCÉNARIO SIMPLE

<sup>24</sup> Données fournies par Intracom



#### IV. L'impact environnemental d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise : cas d'études

- **Cas 1.2 - Réseau avec une solution hébergée localement (on-premise) – Scénario avancé (38 utilisateurs) :** Les équipements supportant le réseau local sont physiquement hébergés en interne chez l'utilisateur<sup>25</sup>. Scénario avancé avec redondance.

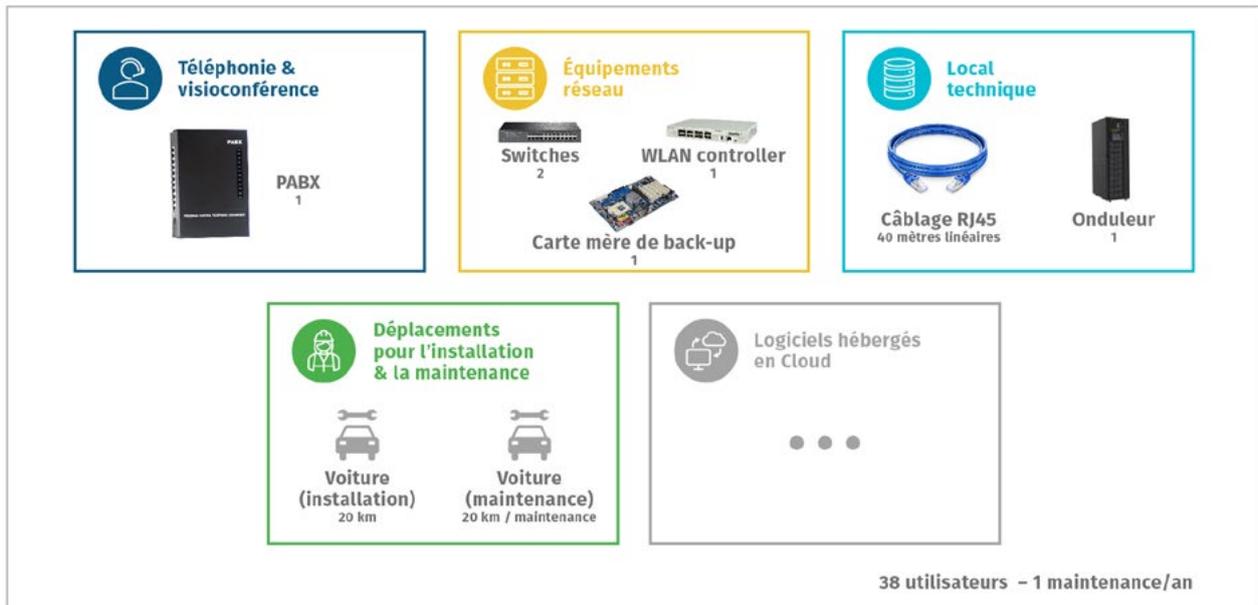


FIGURE 8 : CAS 1.2 – RESEAU AVEC UNE SOLUTION HEBERGEE LOCALEMENT (ON-PREMISE) – SCENARIO AVANCE

- **Cas 2 – Réseau avec une solution externalisée (250 utilisateurs) :** La solution est hébergée virtuellement en cloud<sup>26</sup>.

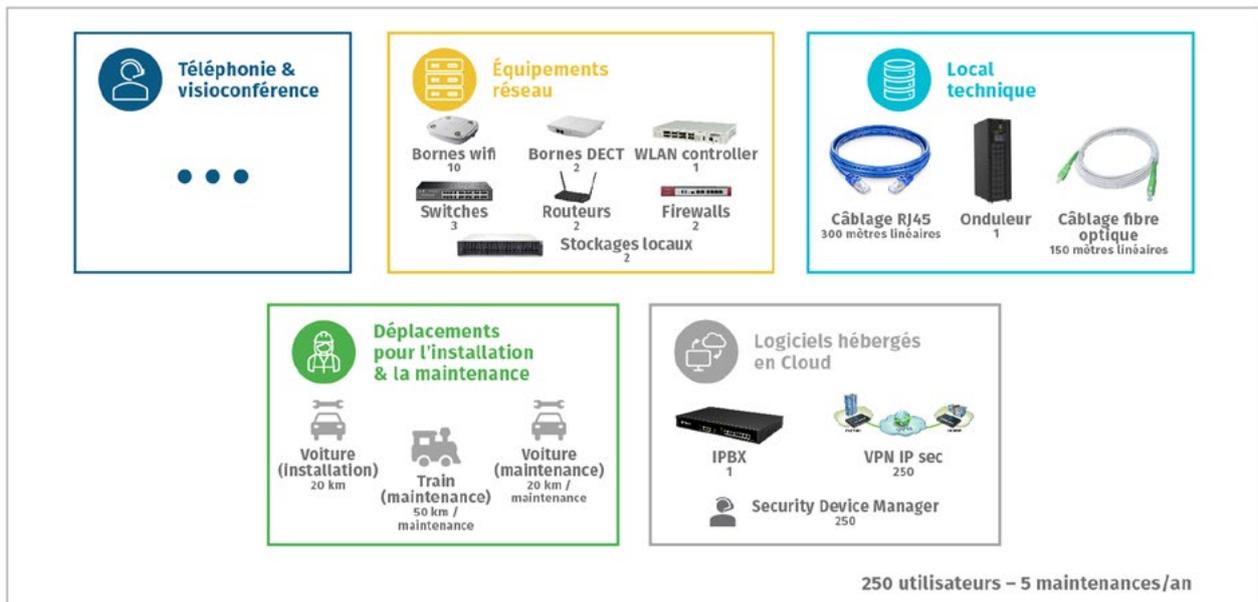


FIGURE 9 : CAS 2 – RESEAU AVEC UNE SOLUTION EXTERNALISEE

<sup>25</sup> Données fournies par Intracom, scénario basé sur le cas 1.1 avec ajout de redondance

<sup>26</sup> Données fournies par Telerys



## RÉSULTATS D'IMPACTS

Les tableaux suivants présentent les résultats d'impacts environnementaux obtenus pour les 3 cas présentés ci-dessus.

Pour chacun des 3 cas étudiés, les impacts annuels du réseau ont été comparés aux impacts d'un nombre de smartphones sur l'ensemble de leur cycle de vie pour les 5 indicateurs. Les données utilisées pour les impacts d'un smartphone sont issues de la base de données NegaOctet<sup>27</sup>.

### Cas 1.1 : On-premise simple

Cas 1.1	Changement climatique (kg CO2 eq)	Épuisement des ressources (kg Sb eq)	Acidification (mol H+ eq)	Émissions de particules fines (Disease occurrence)	Radiations Ionisantes (kBq U235 eq)
<b>Impacts</b>	1,07E+03	8,82E-03	5,99E+00	1,55E-04	1,71E+04
<b>Équivalence en smartphones</b>	15	3	14	66	-

Dans le cas 1.1, les impacts sur le changement climatique seraient équivalents aux émissions d'entre 7 et 8 passagers d'un Aller-Retour Paris-Londres en avion.

### Cas 1.2 : On-premise avancé

Cas 1.2	Changement climatique (kg CO2 eq)	Épuisement des ressources (kg Sb eq)	Acidification (mol H+ eq)	Émissions de particules fines (Disease occurrence)	Radiations Ionisantes (kBq U235 eq)
<b>Impacts</b>	1,28E+03	1,64E-02	7,23E+00	1,79E-04	1,95E+04
<b>Équivalence en smartphones</b>	18	6	17	76	-

Dans le cas 1.2, les impacts sur le changement climatique seraient équivalents aux émissions de 9 passagers d'un Aller-Retour Paris-Londres.

### Cas 2 : Cloud avancé

Cas 2	Changement climatique (kg CO2 eq)	Épuisement des ressources (kg Sb eq)	Acidification (mol H+ eq)	Émissions de particules fines (Disease occurrence)	Radiations Ionisantes (kBq U235 eq)
<b>Impacts</b>	4,09E+03	8,72E-02	2,48E+01	4,53E-04	4,59E+04
<b>Équivalence en smartphones</b>	57	33	57	183	-

Dans le cas 2, les impacts sur le changement climatique seraient équivalents aux émissions de 29 passagers d'un Aller-Retour Paris-Londres.

Les équivalences obtenues pour l'indicateur Radiations Ionisantes sont très élevées comparativement aux autres indicateurs, cela est dû au fait que cet indicateur est principalement lié à la consommation d'électricité nucléaire (mix électrique français) et la comparaison à des smartphones n'est donc pas pertinente pour cet indicateur étant donné que les impacts du smartphone proviennent principalement de sa fabrication. Elles ne seront donc pas étudiées ici.

<sup>27</sup> Il existe des données publiques disponibles dans la base Empreinte de l'ADEME.



Concernant les autres indicateurs, les impacts obtenus sont équivalents à :

- Entre 3 et 66 smartphones selon l'indicateur pour le cas 1.1
- Entre 6 et 76 smartphones selon l'indicateur pour le cas 1.2
- Entre 33 et 183 smartphones selon l'indicateur pour le cas 2

## ANALYSE DE CONTRIBUTION DES PHASES DU CYCLE DE VIE

Les figures suivantes présentent la répartition entre les 4 phases du cycle de vie des résultats obtenus selon les 5 indicateurs étudiés pour les trois cas.

On observe que les impacts environnementaux sont principalement issus des phases de fabrication et d'utilisation des équipements déployés pour la fourniture d'un réseau LAN.

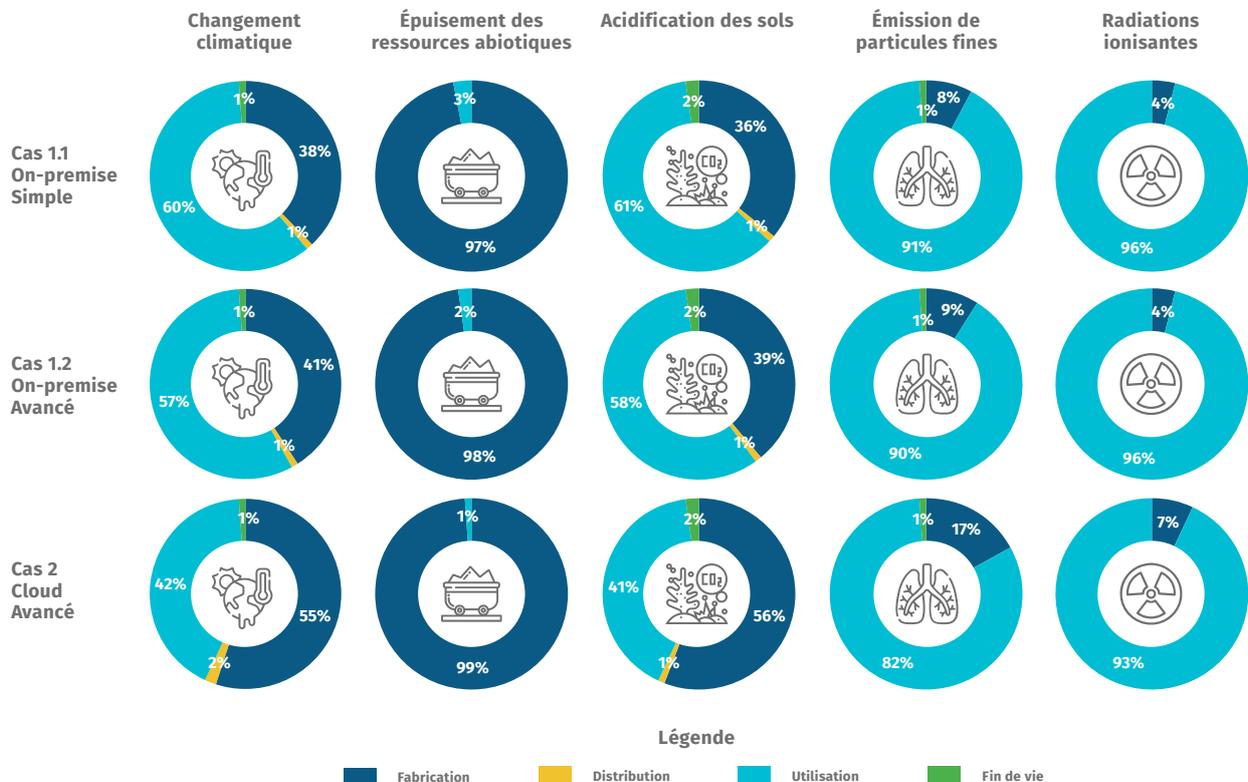


FIGURE 10 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA FOURNITURE D'UN RÉSEAU LAN PENDANT 1 AN SELON LES PHASES DU CYCLE DE VIE

Les résultats obtenus dans les trois cas sont globalement cohérents entre eux sur tous les indicateurs étudiés. Les phases de fabrication et d'utilisation ont une contribution prédominante. En contrepartie, la phase de distribution est négligeable et la phase de fin de vie est très peu contributrice.

La phase d'utilisation est la plus contributrice sur tous les indicateurs dans le cas 1.1 d'un réseau simple avec solution hébergée on-premise (entre 57% et 96% des impacts) à l'exception de l'indicateur épuisement des ressources. La phase de fabrication est prépondérante sur cet indicateur (jusqu'à 98% des impacts). C'est l'étape faisant intervenir l'extraction des matières premières qui constituent les équipements réseau et l'infrastructure technique du réseau.

Dans le cas 1.2, qui correspond à une version avancée du cas 1.1 (ajout de redondance sur les équipements), la répartition des impacts est très proche de celle observée dans le cas 1.1.



#### IV. L'impact environnemental d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise : cas d'études

Dans le cas 2 d'un réseau avancé avec solution hébergée en cloud, la phase de fabrication est prédominante pour les indicateurs changement climatique, épuisement des ressources et acidification (55% à 99% des impacts), et la phase d'utilisation est prédominante pour les indicateurs émissions de particules fines et radiations ionisantes (respectivement 82% et 93%).

Dans l'ensemble, la redondance des équipements a peu d'influence sur la répartition des impacts sur les phases du cycle de vie tandis que l'hébergement des solutions en cloud a une influence certaine sur la répartition des impacts sur les phases du cycle de vie. Cela est peut-être expliqué par le fait qu'avec le cloud, les équipements sont plus mutualisés (plus les équipements et les infrastructures sont mutualisés moins l'étape d'utilisation est prépondérante).

Pour affiner davantage ces résultats, une analyse par sous-catégorie sera effectuée dans la section suivante.

### ANALYSE DE CONTRIBUTION PAR SOUS-CATÉGORIE

L'origine des impacts est présentée dans les deux figures suivantes. La contribution des éléments suivants y est détaillée :

- Installation & maintenance des équipements réseau ;
- Logiciels permettant le fonctionnement/la continuité de service ou la sécurité du réseau ;
- Infrastructure non IT : Équipements non-IT & câbles (surface du local, climatisation, onduleurs, batteries...);
- Infrastructure IT : Équipements réseau composant la partie fonctionnelle du réseau.

Les impacts environnementaux proviennent principalement de l'infrastructure non IT (infrastructure technique hébergeant les équipements) et de l'infrastructure IT (équipements actifs du réseau tels que les switches, routeurs, firewalls...).

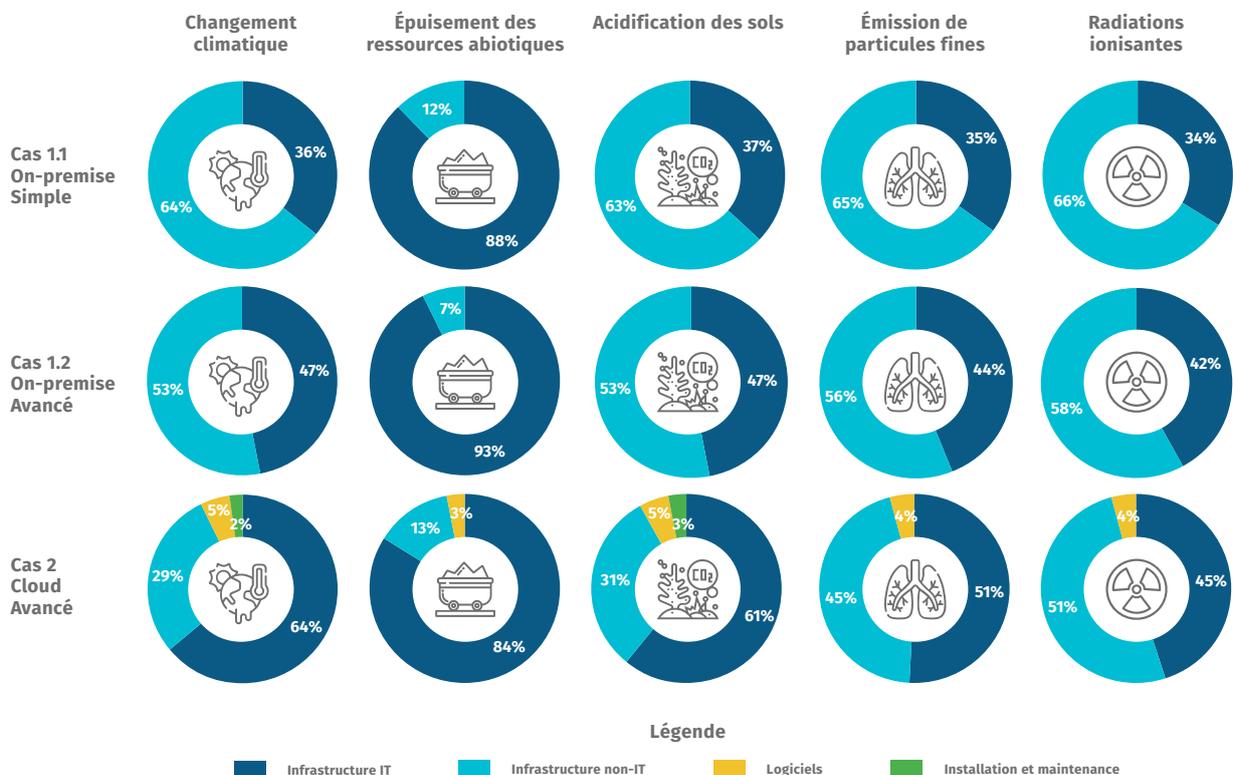


FIGURE 11: REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DE LA FOURNITURE D'UN RÉSEAU LAN PENDANT 1 AN SELON LES CATÉGORIES D'ÉQUIPEMENTS



#### IV. L'impact environnemental d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise : cas d'études

Les résultats obtenus mettent en lumière une faible contribution des logiciels, de l'installation et des maintenances d'équipements. On note ensuite une forte contribution des catégories infrastructure non-IT (incluant le bâtiment/local et les installations techniques) et des équipements réseau de l'infrastructure IT (switches, routeurs, firewalls...).

L'infrastructure IT concentre davantage d'impact dans le cas 1.2 d'une solution redondée que dans le cas 1.1 d'une solution simple en raison des équipements réseau supplémentaires.

Lorsque l'on compare la répartition des impacts pour les deux cas avancés (1.2 et 2), les impacts d'infrastructure non-IT sont plus impactants pour le cas 1.2 d'une solution on-premise que pour le cas 2 d'une solution en cloud étant donné la nécessité de disposer de certains éléments d'infrastructure (local technique plus grand, climatisation...) pour assurer des conditions de fonctionnement optimales des équipements réseau. Il est donc nécessaire d'optimiser l'espace et les équipements, ce qui peut être fait en mutualisant ces ressources entre entreprises voisines.

### ANALYSE COMPARATIVE RÉSEAU SIMPLE VERSUS RÉSEAU AVANCÉ

Les deux scénarii du cas 1 (cas 1.1 et cas 1.2) sont comparés l'un à l'autre afin d'analyser l'influence de la sélection d'un niveau de disponibilité de service correspondant à un réseau simple ou un réseau avancé.

Le graphe suivant présente un comparatif du cas 1.1 et du cas 1.2 selon les 5 indicateurs requis par le référentiel.

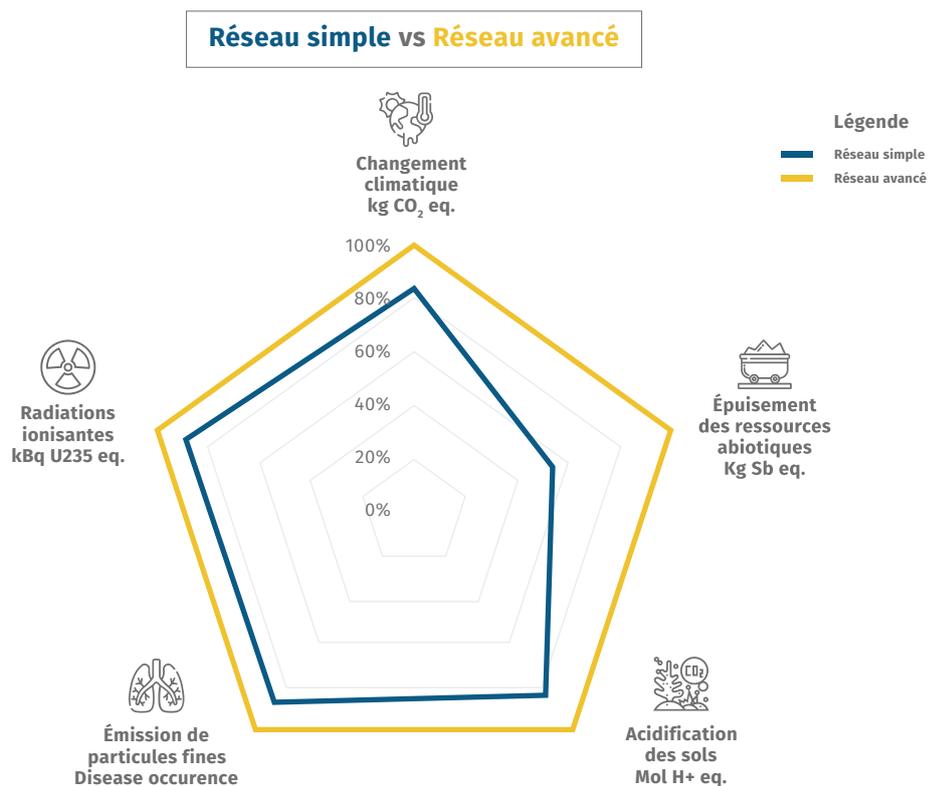


FIGURE 12 COMPARAISON IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UNE SOLUTION HÉBERGÉE ON PREMISE SELON DEUX SCÉNARIIS : RÉSEAU SIMPLE (PAS DE REDONDANCE) VERSUS RÉSEAU AVANCÉ (REDONDANCE)

Un résultat logique est obtenu. Le réseau avancé, composé d'un nombre d'équipements plus élevé, est plus impactant selon les 5 indicateurs étudiés.



Les impacts sont 12 à 18% plus élevés dans le cas 1.2 « Réseau avancé » pour les indicateurs Changement climatique, Acidification, Émission de particules Fines et Radiations ionisantes. En ce qui concerne l'indicateur « Épuisement des ressources » les impacts sont 46% plus élevés pour un réseau avancé.

Un niveau de disponibilité accru peut occasionner une augmentation considérable des impacts environnementaux. D'autre part, des niveaux de disponibilité élevés impliquent davantage de déplacements d'opérateurs de maintenance, ce qui implique des impacts additionnels liés au transport.

## ANALYSE COMPARATIVE RÉSEAU SIMPLE VERSUS RÉSEAU AVANCÉ PAR RAPPORT AU NOMBRE D'UTILISATEURS

Le cas 1.2 (solution hébergée on-premise - réseau avancé) et le cas 2 (solution hébergée en cloud - réseau avancé) sont comparés l'un à l'autre afin d'analyser l'influence de la virtualisation du réseau. Ces deux cas ne correspondant pas au même nombre d'utilisateurs (38 utilisateurs contre 250 utilisateurs), les impacts de ces deux solutions ont été pondérés par le nombre d'utilisateurs.

Le graphe suivant présente un comparatif du cas 1.2 et du cas 2 selon les 5 indicateurs requis par le référentiel.

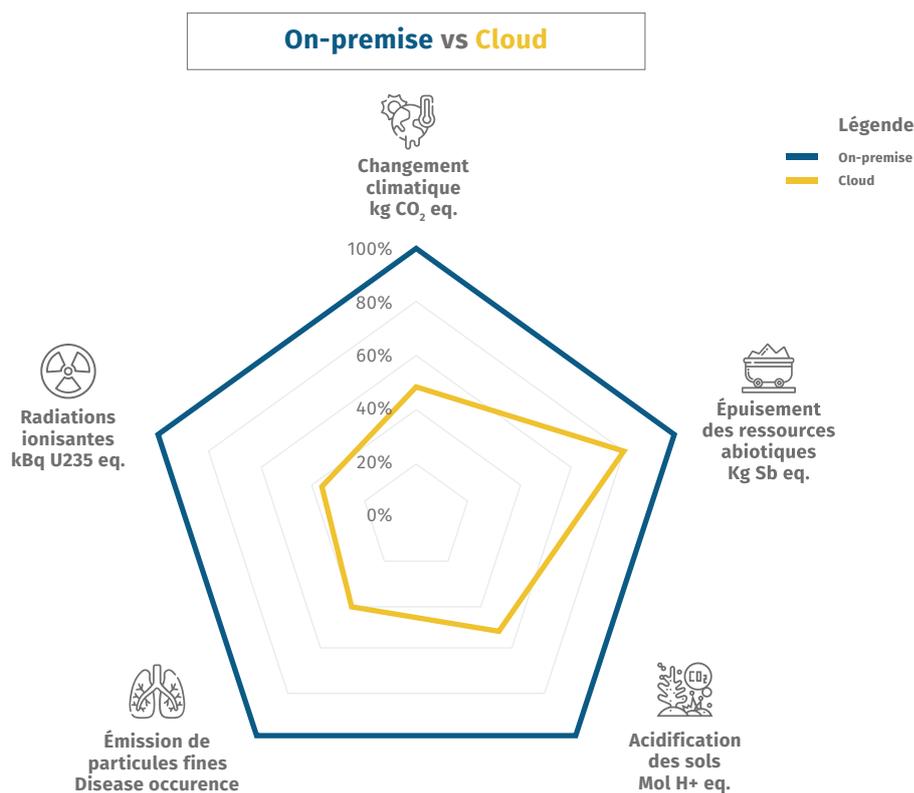


FIGURE 13 : COMPARAISON IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UNE SOLUTION HÉBERGÉE ON-PREMISE AVEC UNE SOLUTION HÉBERGÉE EN CLOUD

Sur l'ensemble des indicateurs, on observe des impacts nettement plus élevés par collaborateur dans le cas d'une solution hébergée on-premise (entre 19 et 64% plus d'impacts selon l'indicateur).

Ce résultat vient appuyer les observations faites sur l'origine des impacts dans ces deux cas. Le cas d'une solution hébergée on-premise nécessite davantage d'équipements d'infrastructure. Ceux-ci impliquent donc également des impacts plus élevés. Il est également à noter que la virtualisation permet de mieux mutualiser les ressources entre utilisateurs et donc d'optimiser celles-ci, ce qui peut être fait entre entreprises voisines on-premise mais de façon plus limitée.



## 2. IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UN APPEL TÉLÉPHONIQUE UN-À-UN D'UNE MINUTE

L'étude d'impacts sur l'unité fonctionnelle 2 a été faite dans le cas d'un appel d'une minute **par smartphone via une connexion mobile**.

### RÉSULTATS D'IMPACTS

Le tableau suivant présente les résultats d'impacts obtenus un appel un-à-un d'une minute par smartphone via une connexion mobile.

Appel un-à-un	Changement climatique (kg CO2 eq)	Épuisement des ressources (kg Sb eq)	Acidification (mol H+ eq)	Émissions de particules fines (Disease occurrence)	Radiations Ionisantes (kBq U235 eq)
<b>Impacts</b>	1,58E-04	6,01E-09	9,51E-07	9,29E-12	5,95E-04

Ces impacts peuvent sembler bas pour une minute d'appel. Toutefois, selon l'ARCEP, en France, l'ensemble des appels un-à-un représente près de 65 milliards de minutes d'appel par an dont 80% à partir d'un téléphone mobile<sup>28</sup>.

Ainsi en considérant la totalité des minutes d'appel, les impacts sont maintenant les suivants :

60 milliards de minutes	Changement climatique (kg CO2 eq)	Épuisement des ressources (kg Sb eq)	Acidification (mol H+ eq)	Émissions de particules fines (Disease occurrence)	Radiations Ionisantes (kBq U235 eq)
<b>Impacts</b>	1,58E-04	6,01E-09	9,51E-07	9,29E-12	5,95E-04
<b>Équivalence en smartphones</b>	111 567	118 815	113 939	195 626	1 602 880

Le constat est que le nombre total de minutes d'appel a le même impact que la fabrication de 111 567 à 1 602 880 smartphones. Cela est loin d'être négligeable car cela représente près de 27% du nombre de smartphones possédés en France<sup>29</sup>.

<sup>28</sup> [https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1589991844/reprise/observatoire/1-2020/obs-marches-services\\_T1-2020\\_020720.pdf](https://www.arcep.fr/fileadmin/cru-1589991844/reprise/observatoire/1-2020/obs-marches-services_T1-2020_020720.pdf)

<sup>29</sup> <https://www.vie-publique.fr/en-bref/288030-barometre-du-numerique-les-chiffres-cles-2022>



## ANALYSE DE CONTRIBUTION DES PHASES DU CYCLE DE VIE

La figure suivante présente la répartition selon les phases du cycle de vie des résultats obtenus selon les 5 indicateurs étudiés pour un appel téléphonique un-à-un d'une minute.

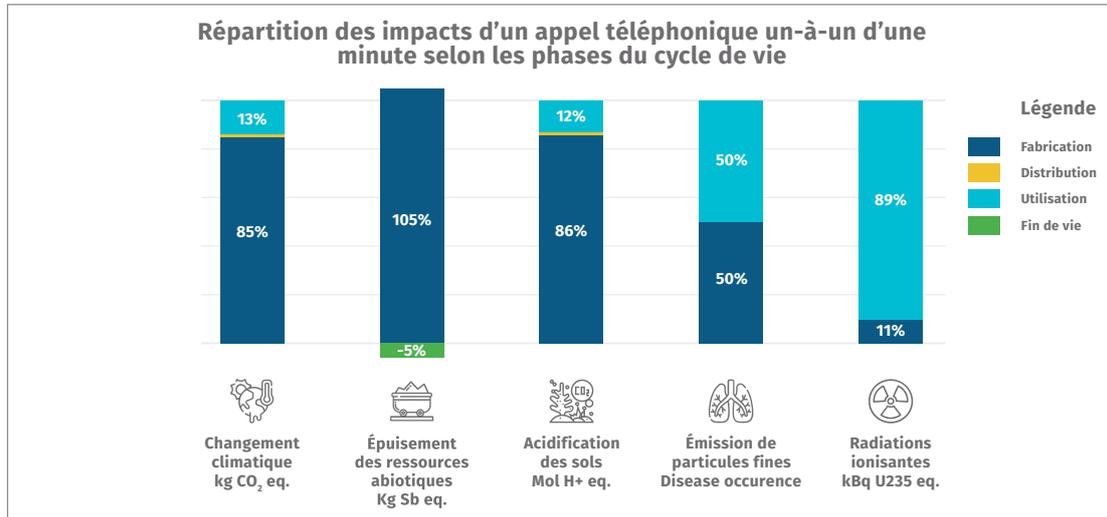


FIGURE 14 : RÉPARTITION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX D'UN APPEL TÉLÉPHONIQUE UN-À-UN D'UNE MINUTE SELON LES PHASES DU CYCLE DE VIE

Comme c'est généralement le cas lors de l'étude de services numériques, les phases du cycle de vie les plus impactantes sont les phases de fabrication et d'utilisation. Par ailleurs, plus on passe d'appel, plus l'on contribue à l'usure de l'équipement donc indirectement à l'achat d'un nouvel équipement.

Les phases de distribution et de fin de vie sont négligeables. Sur les indicateurs Changement climatique, Épuisement des ressources et Acidification, la phase de fabrication est la plus impactante (85 à 100% des impacts). Sur les indicateurs Émissions de particules fines et Radiations ionisantes c'est la phase d'utilisation qui est la plus impactante (50 à 89% des impacts).

On observe également la présence d'impacts « négatifs » de la phase de fin de vie sur l'épuisement des ressources. Ces impacts négatifs correspondent à des impacts d'extraction de matériaux évités par la récupération de métaux lors du recyclage d'un smartphone.

La forte influence de la phase de fabrication sur ces indicateurs dans le cas d'un service numérique basé sur des échanges de données vient appuyer la nécessité d'optimiser la durée de vie des équipements en les utilisant plus longtemps ou passant par les filières de réemploi, ou encore de limiter ses achats de terminaux assurant les mêmes fonctions (ex : possession de plusieurs smartphones).



## ANALYSE DE CONTRIBUTION PAR SOUS CATÉGORIE

La figure suivante présente la répartition entre les différents tiers du numérique (Terminaux, Réseaux et Centres de données) pour un appel téléphonique un-à-un d'une minute. L'appel fait principalement intervenir les tiers Terminaux et Réseau.

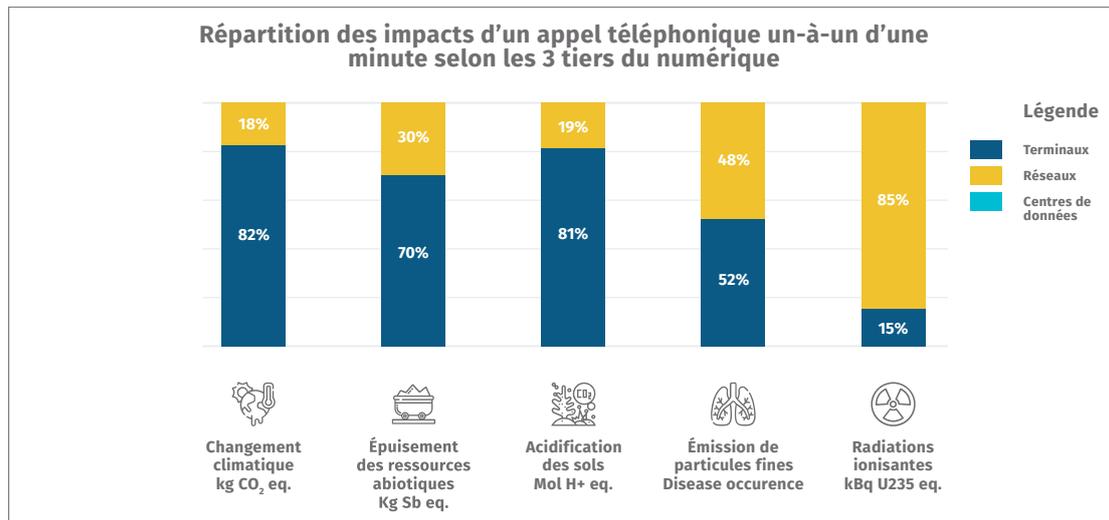


FIGURE 15 : RÉPARTITION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX D'UN APPEL TÉLÉPHONIQUE UN-À-UN D'UNE MINUTE SELON LES 3 TIERS DU NUMÉRIQUE

Les résultats obtenus sur les 5 indicateurs montrent que le tiers Terminaux est le plus impactant pour un appel un-à-un par téléphone mobile pour les indicateurs Changement Climatique, Épuisement des Ressources, Acidification et Émissions de particules fines (52 à 82% des impacts). Le tiers Réseau est plus impactant sur l'indicateur Radiations ionisantes (85%).

Cela fait écho aux résultats obtenus précédemment sur les phases du cycle de vie : la fabrication du terminal utilisé pour l'appel est très impactante et rappelle la matérialité du domaine du Numérique.

## ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Afin d'étudier l'influence de paramètres sélectionnés tels que le type de terminal utilisé ou le type de connexion utilisée pour passer l'appel, plusieurs scénarii ont été étudiés :

**Scénario 1.1 :** Appel téléphonique un-à-un par téléphone mobile – avec données mobiles (2G, 3G, 4G),

**Scénario 1.2 :** Appel téléphonique un-à-un par téléphone mobile – avec données fixes,

**Scénario 2 :** Appel téléphonique un-à-un par PC portable,

**Scénario 3 :** Appel un-à-un par téléphone IP.



### Influence du type de connexion réseau utilisé

La figure ci-dessous montre l'influence du type de connexion réseau utilisée lors de l'appel en comparant les scénarii suivants :

**Scénario 1.1 :** Appel téléphonique un-à-un par téléphone mobile via appel IP – avec données mobiles (2G, 3G, 4G),

**Scénario 1.2 :** Appel téléphonique un-à-un par téléphone mobile via teams – avec données fixes.

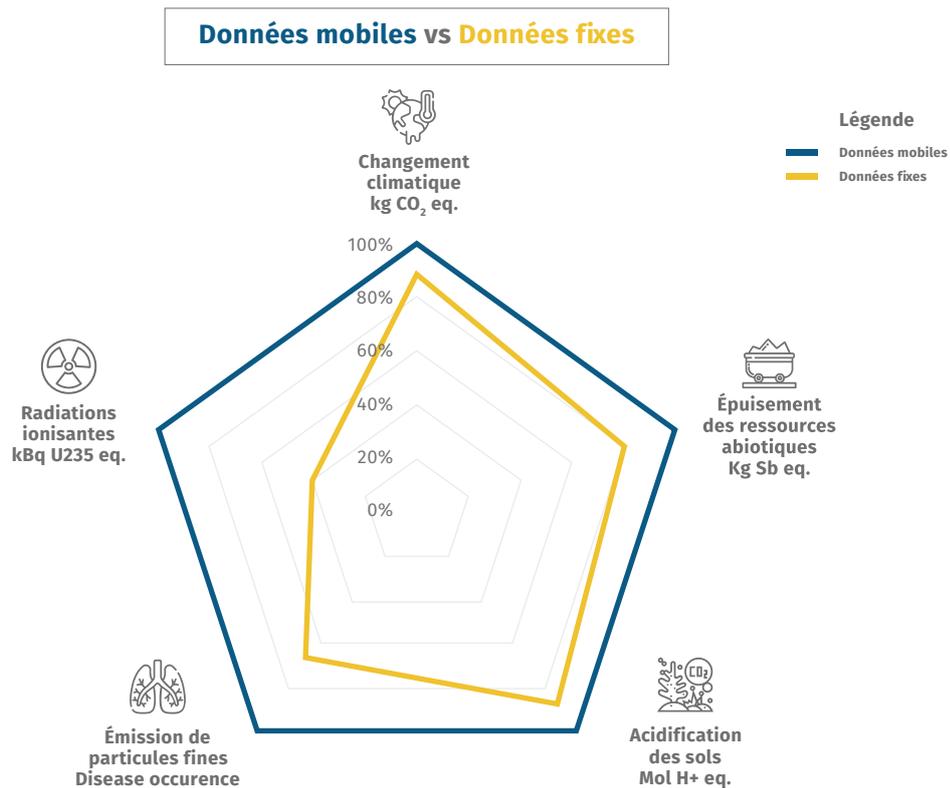


FIGURE 16 : COMPARAISON IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UN APPEL TÉLÉPHONIQUE UN-À-UN D'UNE MINUTE SELON DEUX SCENARII : UTILISATION DE DONNÉES MOBILES (2G,3G,4G) VERSUS UTILISATION DE DONNÉES FIXES (LIGNE FIXE)

Il résulte de cette analyse que passer un appel via une connexion mobile est plus impactant que via une connexion fixe. Selon les données actuellement disponibles, le transit d'un gigabyte (GB) de données sur un réseau mobile est plus impactant que sur un réseau fixe, et nous avons observé au chapitre précédent que le tiers « Réseau » est le plus impactant dans l'appel d'une minute avec un smartphone.

Sur tous les indicateurs l'appel par connexion mobile est entre 11% (Changement Climatique) et 60% (Radiations ionisantes) plus impactant qu'un appel avec le même terminal passé via une connexion fixe. Le type de connexion est donc un paramètre très influent.



## Influence du terminal utilisé

La figure ci-dessous montre l'influence du terminal utilisé lors de l'appel un-à-un. Les scénarii suivants ont été comparés, avec dans les 3 cas **l'appel via une ligne fixe**.

**Scénario 1.2 :** Appel téléphonique un-à-un par téléphone mobile – avec données fixes

**Scénario 2 :** Appel téléphonique un-à-un par PC portable

**Scénario 3 :** Appel un-à-un par téléphone IP

### Téléphone portable vs Ordinateur portable vs Téléphone IP

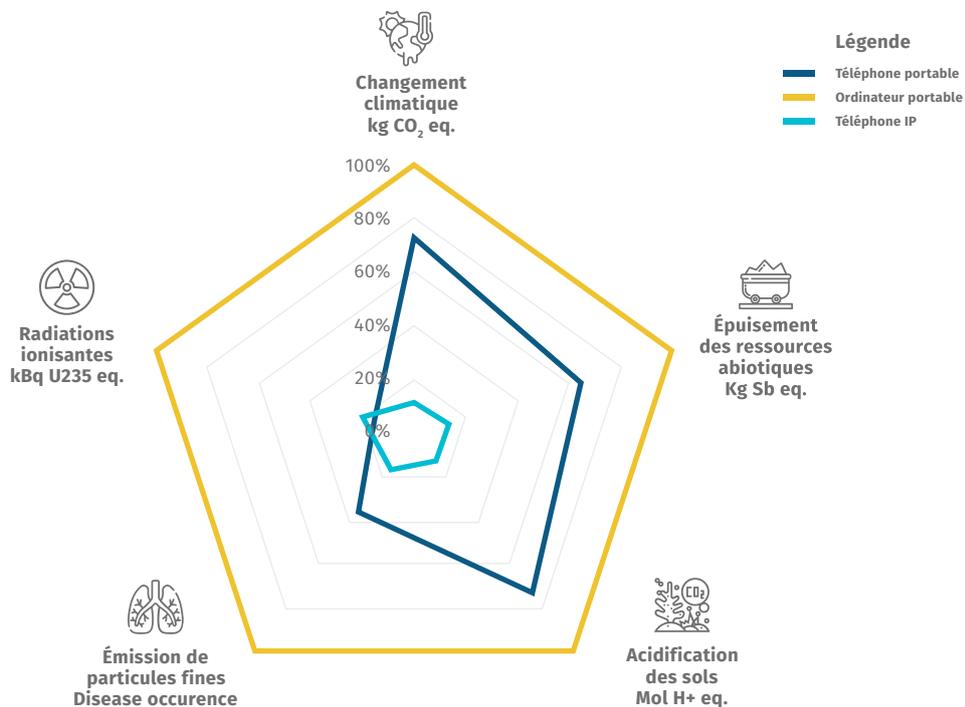


FIGURE 17 : COMPARAISON IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UN APPEL TÉLÉPHONIQUE UN-À-UN D'UNE MINUTE VIA UNE LIGNE FIXE SELON TROIS SCÉNARIIS : UTILISATION D'UN TÉLÉPHONE PORTABLE VERSUS UTILISATION D'UN ORDINATEUR PORTABLE VERSUS UTILISATION D'UN TÉLÉPHONE IP

On observe que le terminal utilisé est un paramètre très influent sur les impacts d'un appel un-à-un. Un appel avec un ordinateur portable est plus impactant qu'avec un téléphone portable ou un téléphone IP. La durée de vie des téléphones portables (2,5 ans par défaut dans le cas pilote) est pourtant moitié moins longue que celle des ordinateurs portables (5 ans par défaut). La différence de dimensions entre ces deux types de terminaux est donc très influente sur les impacts de l'appel comme on pourrait s'y attendre.

Ces résultats viennent également appuyer les résultats obtenus sur les phases du cycle de vie : la fabrication des équipements est la phase la plus impactante.



### 3. IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UN APPEL EN VISIOCONFÉRENCE D'UNE HEURE

Pour l'unité fonctionnelle 3, deux cas de figure ont été étudiés :

- **Cas 1 - Conférence en ligne** : Visioconférence avec 100 participants sur ordinateur portable, dont 1 conférencier avec la caméra activée et 99 participants sans caméra.
- **Cas 2 - Réunion d'équipe en ligne** : Visioconférence avec 10 participants sur ordinateur portable ayant tous leur caméra activée.

#### IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU CAS CONFÉRENCE EN LIGNE AVEC 100 PARTICIPANTS, DONT 1 CONFÉRENCIER AVEC CAMÉRA ALLUMÉE

##### Résultats d'impacts

Le tableau suivant présente les résultats d'impacts obtenus pour une visioconférence.

Visioconférence	Changement climatique (kg CO2 eq)	Épuisement des ressources (kg Sb eq)	Acidification (mol H+ eq)	Émissions de particules fines (Disease occurrence)	Radiations Ionisantes (kBq U235 eq)
Impacts	5,90E-01	2,38E-05	3,55E-03	5,42E-08	4,83E+00

##### Analyse de contribution des phases du cycle de vie

La figure suivante présente la répartition entre les 4 phases du cycle de vie des résultats obtenus selon les 5 indicateurs étudiés pour une visioconférence

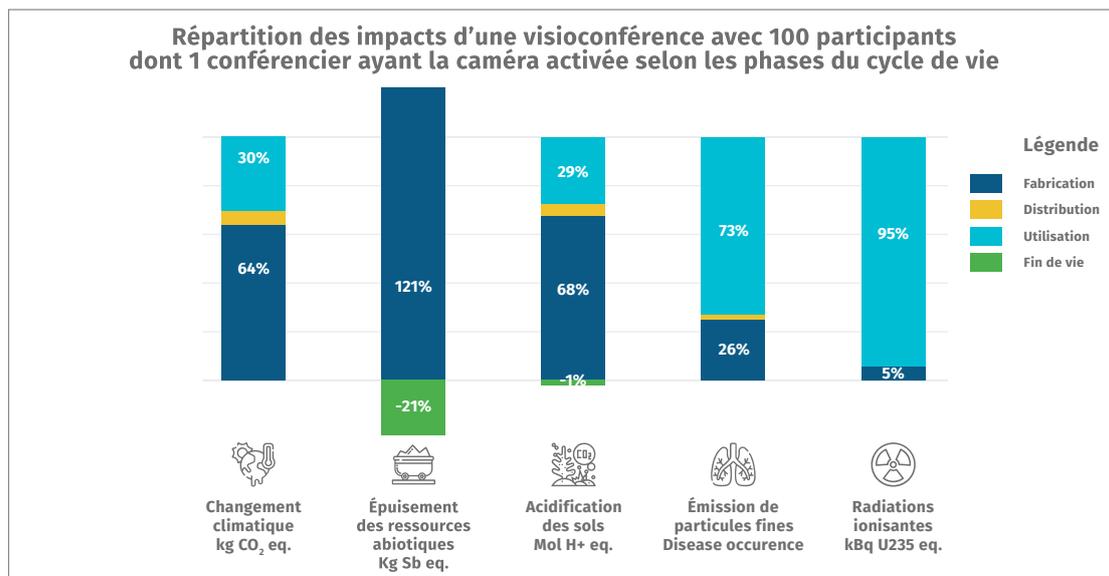


FIGURE 18 : RÉPARTITION DES IMPACTS D'UNE VISION CONFÉRENCE AVEC 100 PARTICIPANTS DONT 1 CONFÉRENCIER AYANT LA CAMÉRA ACTIVÉE SELON LES PHASES DU CYCLE DE VIE

Les phases de fabrication et d'utilisation sont les plus impactantes. Pour les indicateurs Changement climatique, Épuisement des ressources abiotiques et Acidification, c'est la phase



de fabrication qui prédomine (64% à 100%). Pour les indicateurs Émissions de particules fines et Radiations Ionisantes, c'est la phase d'utilisation qui prédomine (73% à 95%).

On retrouve également les impacts "négatifs" » de 21% sur l'indicateur Épuisement des ressources correspondant au recyclage des terminaux.

### Analyse de contribution par sous-catégorie

La figure suivante présente la répartition entre les différents tiers du numérique pour une visioconférence (scénario 1). La visioconférence fait principalement intervenir les tiers Terminaux et Réseau.

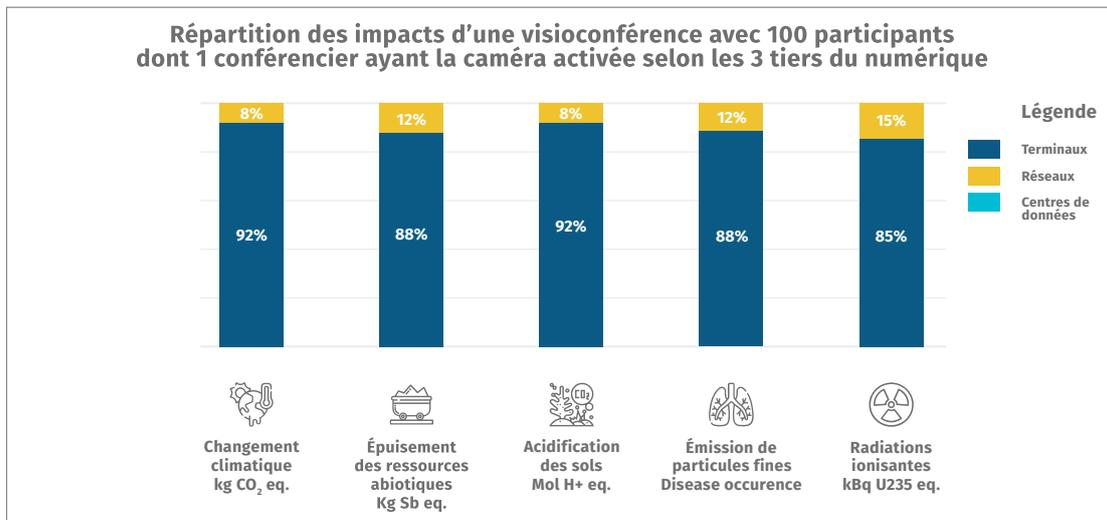


FIGURE 19 : RÉPARTITION DES IMPACTS D'UNE VISION CONFÉRENCE AVEC 100 PARTICIPANTS DONT 1 CONFÉRENCIER AYANT LA CAMÉRA ACTIVÉE SELON LES 3 TIERS DU NUMÉRIQUE

Dans le cas d'une visioconférence, la phase de fabrication est la plus impactante sur tous les indicateurs (85% à 92%). Les participants utilisant un ordinateur portable chacun et n'ayant pas la caméra activée, le terminal est d'autant plus impactant par rapport aux résultats observés pour l'unité fonctionnelle 2 (UF2).

## IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU CAS D'UNE RÉUNION D'ÉQUIPE AVEC 10 PARTICIPANTS AYANT TOUS LA CAMÉRA ACTIVÉE

### Résultats d'impacts

Le tableau suivant présente les résultats d'impacts obtenus une réunion d'équipe en visio.

Réunion d'équipe	Changeement climatique (kg CO <sub>2</sub> eq)	Épuisement des ressources (kg Sb eq)	Acidification (mol H <sup>+</sup> eq)	Émissions de particules fines (Disease occurrence)	Radiations Ionisantes (kBq U235 eq)
Impacts	2,20E-01	1,22E-05	1,37E-03	2,68E-08	2,86E+00

Au regard de ces résultats, l'empreinte carbone moyenne d'un français correspondrait aux émissions carbone de 1900 heures de participation par jour pendant une année (9,2 tonnes CO<sub>2</sub> eq en 2019<sup>30</sup>).

<sup>30</sup> Dernière année d'étude pré-période COVID-19 : [https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lempreinte-carbone-de-la-france-de-1995-2021#:~:text=En%202021%2C%20l'empreinte%20carbone%20par%20personne%20est%20estim%C3%A9e%20%C3%A0,eq%2Fpersonne\)%20et%202021](https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lempreinte-carbone-de-la-france-de-1995-2021#:~:text=En%202021%2C%20l'empreinte%20carbone%20par%20personne%20est%20estim%C3%A9e%20%C3%A0,eq%2Fpersonne)%20et%202021).



## IV. L'impact environnemental d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise : cas d'études

Avec la caméra éteinte, l'empreinte carbone de ces réunions serait **70% plus faible**.

### Analyse de contribution des phases du cycle de vie

La figure suivante présente la répartition entre les 4 phases du cycle de vie des résultats obtenus selon les 5 indicateurs étudiés pour une réunion d'équipe (scénario 1).

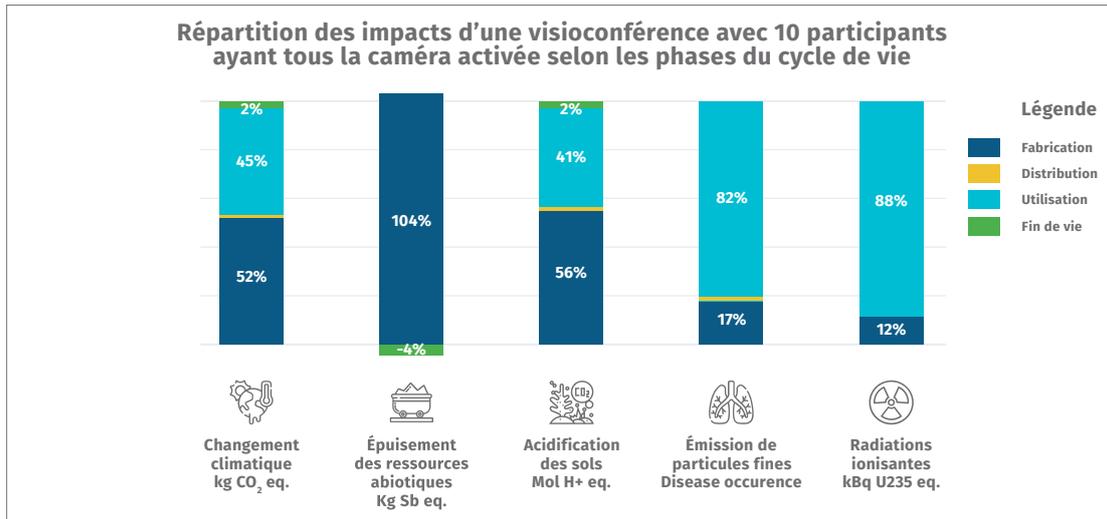


FIGURE 20 : RÉPARTITION DES IMPACTS D'UNE VISION CONFÉRENCE AVEC 10 PARTICIPANTS AYANT TOUS LA CAMÉRA ACTIVÉE SELON LES PHASES DU CYCLE DE VIE

Les résultats d'impacts par phase du cycle de vie du scénario 1 sont très similaires à ceux observés sur le scénario 2. Pour les indicateurs Changement climatique, Épuisement des ressources abiotiques et Acidification, c'est la phase de fabrication qui prédomine (52% à 100%). Pour les indicateurs Émissions de particules fines et Radiations ionisantes, c'est la phase d'utilisation qui prédomine (82% à 88%).

### Analyse de contribution par sous-catégorie

La figure suivante présente la répartition entre les différents tiers du numérique pour une réunion d'équipe en appel visioconférence (Cas 2). L'appel fait principalement intervenir les tiers Terminateurs et Réseau.

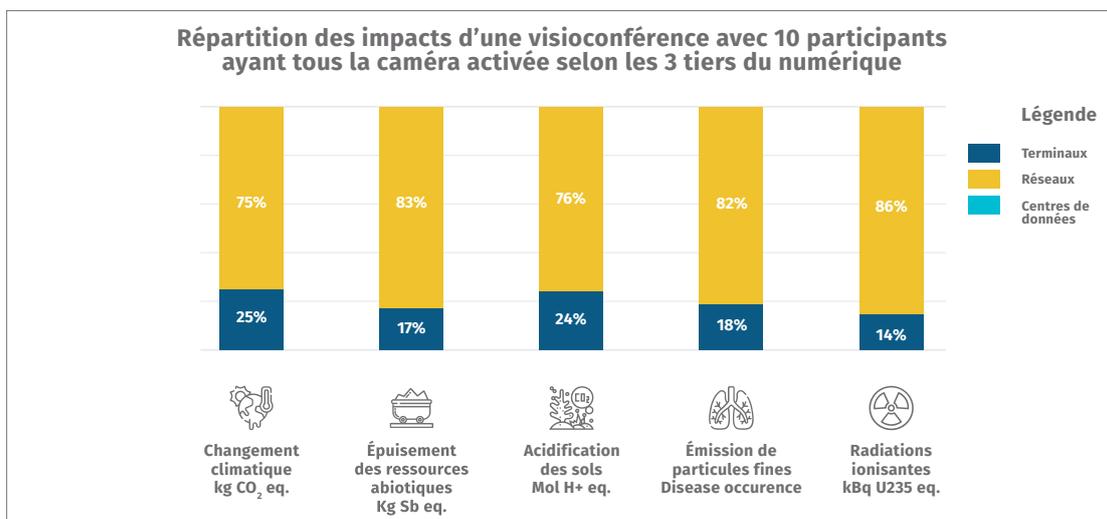


FIGURE 21 : RÉPARTITION DES IMPACTS D'UNE VISION CONFÉRENCE AVEC 10 PARTICIPANTS AYANT TOUS LA CAMÉRA ACTIVÉE SELON LES 3 TIERS DU NUMÉRIQUE



Contrairement à ce qui était observé dans le Cas 1 pour une visioconférence où les caméras sont éteintes, dans le cas du Cas 2 d'une réunion d'équipe où les participants ont leur caméra activée, le tiers Réseau est bien plus impactant que le tiers Terminaux (75% à 86% des impacts). L'influence du fait d'allumer ou éteindre sa caméra pendant une visioconférence sera étudiée au chapitre IV.3.3 dans l'étude de l'« Influence de la caméra activée ».

## ANALYSE DE SENSIBILITÉ

Afin d'étudier l'influence de paramètres sélectionnés, tels que le type de terminal utilisé ou le type de connexion utilisé pour passer l'appel, plusieurs scénarii ont été étudiés pour le cas 2 d'une réunion d'équipe :

**Scénario 1 :** Visioconférence de type réunion d'équipe avec 10 participants sur ordinateur portable ayant tous leur caméra activée (scénario par défaut),

**Scénario 2 :** Visioconférence de type réunion d'équipe avec 10 participants sur ordinateur fixe ayant tous leur caméra activée,

**Scénario 3 :** Visioconférence de type réunion d'équipe en salle équipée d'un écran de 80" avec 10 participants sur ordinateur portable ayant tous leur caméra éteinte.

### Influence du terminal utilisé

La figure ci-dessous montre l'influence du terminal utilisé lors d'une réunion d'équipe en comparant les scénarii 1 et 2 où les participants ont respectivement un ordinateur portable et un ordinateur fixe.

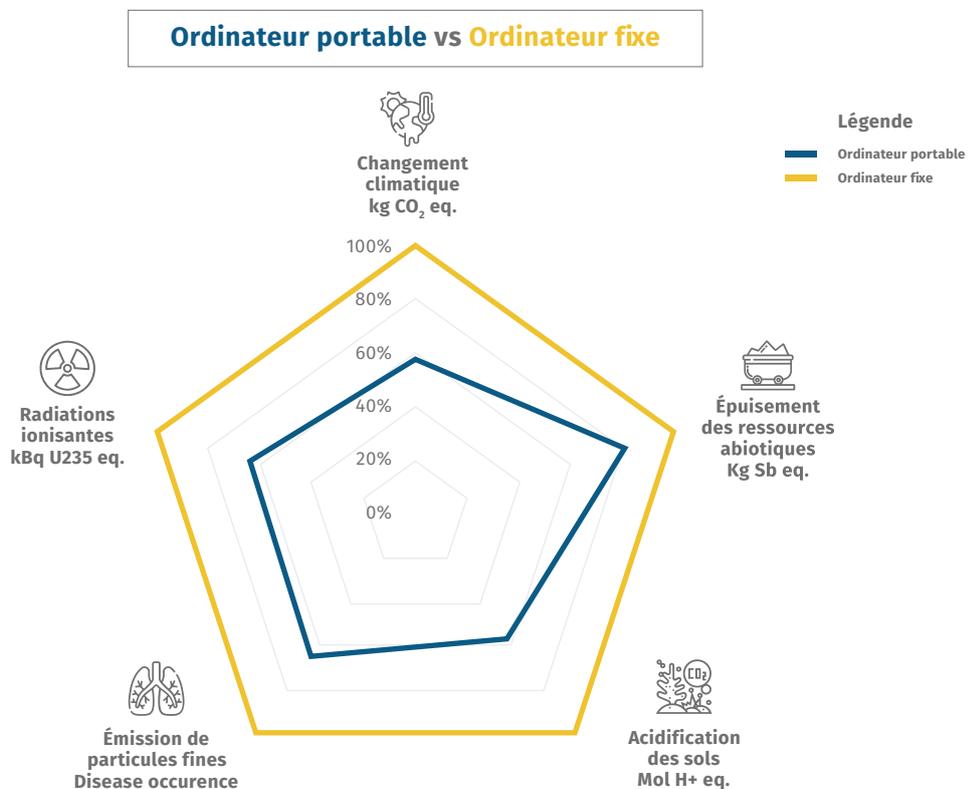


FIGURE 22 : COMPARAISON IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UNE VISIOCONFÉRENCE AVEC 10 PARTICIPANTS AYANT TOUS LA CAMÉRA ACTIVÉE SELON DEUX SCENARII : UTILISATION D'UN ORDINATEUR PORTABLE VERSUS UTILISATION D'UN ORDINATEUR FIXE



### Influence du logiciel de visioconférence utilisé

La figure ci-dessous montre l'influence du logiciel de visioconférence utilisé. Pour ce faire le scénario 1 a été adapté en sélectionnant le logiciel de visioconférence parmi les options Microsoft Teams<sup>31</sup> et Zoom<sup>32</sup>.

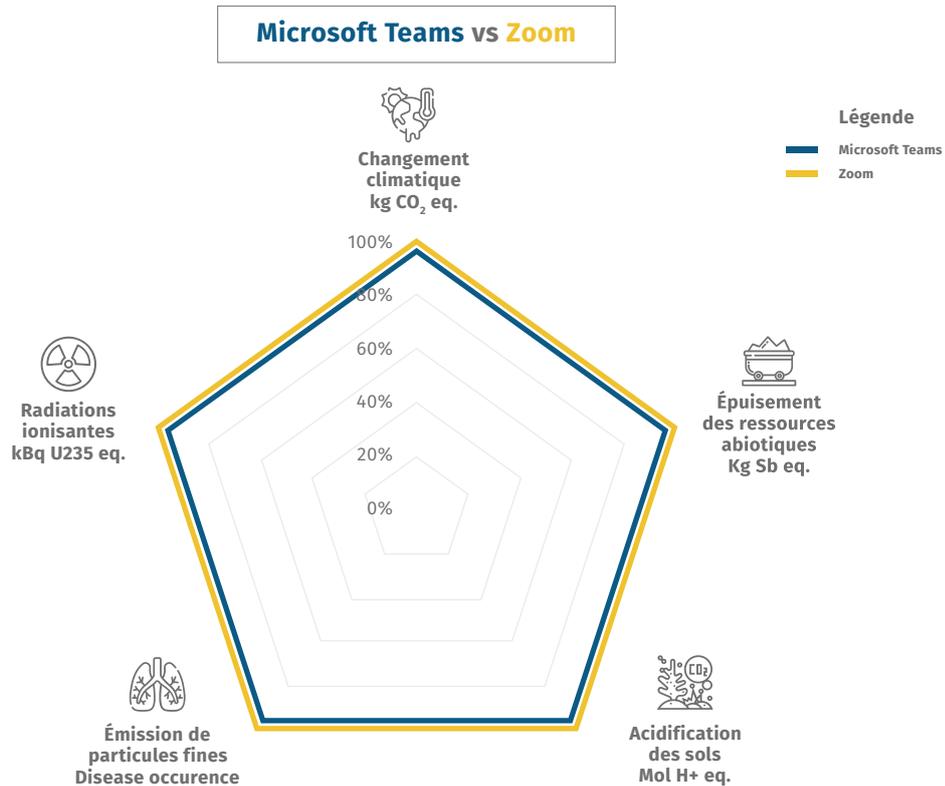


FIGURE 23 : COMPARAISON IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UNE VISIOCONFÉRENCE AVEC 10 PARTICIPANTS AYANT TOUS LA CAMÉRA ACTIVÉE SELON DEUX SCÉNARIIS : UTILISATION DE MICROSOFT TEAMS VERSUS UTILISATION DE ZOOM

On observe que le logiciel utilisé pour une visioconférence avec caméra activée a peu d'influence sur les impacts environnementaux de la réunion, pour tous les indicateurs (4% à 5% de différence). Le tiers Réseau est pourtant influent sur ce scénario mais la différence en termes de données transférées par seconde est faible, ce qui implique peu d'influence de ce paramètre.

<sup>31</sup> <https://docs.microsoft.com/fr-fr/microsoftteams/prepare-network#bandwidth-requirements>

<sup>32</sup> <https://support.zoom.us/hc/fr/articles/201362023-Configuration-requise-pour-Windows-macOS-et-Linux>



### Influence de la caméra activée

La figure ci-dessous montre l'influence de la caméra activée ou éteinte pour les 10 participants à la réunion d'équipe en comparant les scénarii 1 et 3. Dans le scénario 3 un écran de 80" est également utilisé pour partage d'écran d'un des participants.

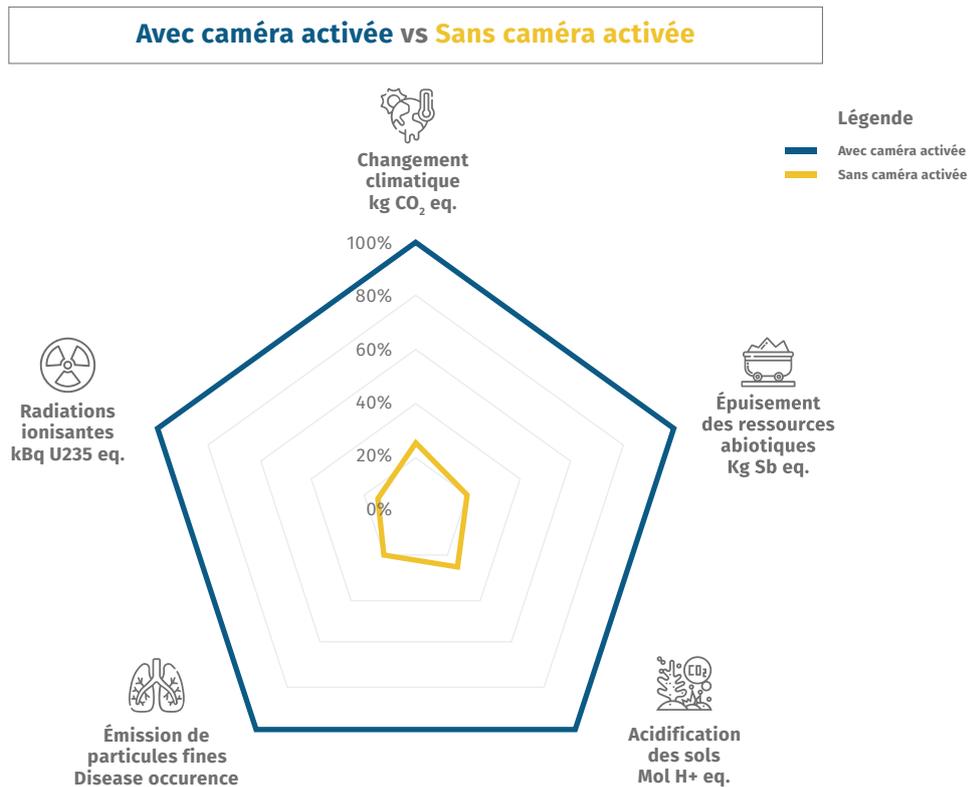


FIGURE 24 : COMPARAISON IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UNE VISIOCONFÉRENCE AVEC 10 PARTICIPANTS SELON DEUX SCENARII : RÉUNION À DISTANCE (UTILISATION DE LA CAMÉRA POUR LES 10 PARTICIPANTS) VERSUS RÉUNION EN PRÉSENTIEL (AUCUNE CAMÉRA ACTIVÉE ET 1 ÉCRAN 80" UTILISÉE)

On observe sur cette figure une nette différence d'impacts liée à l'utilisation de la caméra. Les impacts sont 85% à 92% moins élevés sur tous les indicateurs étudiés lorsque la caméra est éteinte. Cela vient expliquer la différence d'influence des tiers Terminaux et Réseau dans les Cas 1 et Cas 2.



## 4. CONCLUSION ET PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

Ce livre blanc a présenté d'une part les contours méthodologiques du référentiel d'affichage Environmental permettant le calcul des impacts environnementaux des réseaux LAN d'entreprise publié en janvier 2023.

D'autre part, il détaille d'un outil permettant de mettre en œuvre la méthodologie dudit référentiel.

Cette méthodologie et cet outil ont servi de base à réalisation de deux études pilotes. En conclusion de ces deux cas d'étude il ressort que :

- Dans les deux cas, les phases d'utilisation et de fabrication ont une contribution prédominante sur tous les indicateurs.
- De même les impacts environnementaux sont prépondérants sur la phase de fabrication des terminaux et d'utilisation des services numériques
- La phase de distribution est négligeable et la phase de fin de vie est très peu contributrice.
- Un réseau avancé (avec redondance) a plus d'impacts qu'un réseau simple. Les impacts sont **12 à 46 %** plus élevés dans le scénario réseau avancé.

Ces résultats sont cohérents avec les conclusions des autres études menées ; à savoir que pour la plupart des services numériques la fabrication des équipements et leur utilisation sont généralement les parties du cycle de vie les plus impactantes. Ainsi le levier principal d'écoconception serait d'allonger la durée de vie de ces équipements terminaux.

Les analyses de sensibilité réalisées ont mis en exergue l'influence des paramètres clés tels que décrits dans le tableau ci-dessous :

		 Changement climatique	 Épuisement des ressources	 Acidification des sols	 Émissions de particules fines	 Radiations ionisantes
UF1 : Fourniture d'un réseau	Type de réseau	✓	✓	✓	✓	✓
	Nombre de collaborateurs	✓	✓	✓	✓	✓
	Nombre d'adresses IP	✓	✓	✓	✓	✓
UF2 : Impact environnemental d'un appel téléphonique un-à-un d'une minute	Type de données réseau	✓	✓	✓	✓	✓
	Type de terminaux	✓	✓	✓	✓	✓
UF3 - cas 1 Conférence en ligne 100 participants	Terminal utilisé	✓	✓	✓	✓	✓
	logiciel de visioconférence	✗	✗	✗	✗	✗
	Activation de la caméra	✓	✓	✓	✓	✓

✓ = paramètre influent

✗ = paramètre non significatif



#### IV. L'impact environnemental d'un réseau LAN et des services de téléphonie d'entreprise : cas d'études

Ainsi les paramètres clés tels que le type de réseau, le nombre de collaborateurs, le type de terminaux et le type de connexion ont des impacts significatifs. Il convient donc idéalement lorsque le choix est possible, de privilégier pour un même usage, la configuration la plus économe en ressources (équipements, bande passante, etc.).

En conclusion, ces cas d'étude montrent que la méthodologie du référentiel est applicable et pertinente et que le calculateur développé permet d'obtenir des résultats cohérents ainsi que d'identifier des pistes d'écoconception efficaces.

Ainsi pour réduire efficacement les impacts environnementaux des réseaux LAN d'entreprise et des services de téléphonie s'appuyant sur ces réseaux, plusieurs leviers sont identifiés dans la section suivante.



## V. LES BONNES PRATIQUES POUR LES RÉSEAUX DE TÉLÉPHONIE D'ENTREPRISE



Nous présentons dans cette partie des bonnes pratiques pour limiter les impacts environnementaux des réseaux et des services de téléphonie. Il est important de noter que ces bonnes pratiques sont à appliquer selon le contexte et lorsque cela est faisable. Le maître-mot étant la sobriété.

# 1. RECOMMANDATIONS ISSUES DES ÉTUDES PILOTES

## RECOMMANDATIONS UF1 « METTRE À DISPOSITION UN RÉSEAU LAN/VLAN PENDANT 1 AN »

- Mettre à disposition des équipements réseau sur mesure en fonction des enjeux de résilience et de disponibilité et analyser la pertinence de chaque équipement au regard de ces éléments,
- Bien dimensionner l'infrastructure en fonction du besoin actuel et à venir et étudier des pistes d'utilisation alternative de l'espace inutilisé d'un local technique (infrastructure non IT),
- Allonger la durée de vie des équipements réseau et de l'infrastructure,
- Adapter la sécurisation d'un réseau à l'usage (+20% d'impact sur un réseau avancé, +46% épuisement des ressources),
- Ne pas baser la sécurité sur les équipements mais sur le Firmware.

## RECOMMANDATIONS UF2 : « PASSER UN APPEL TÉLÉPHONIQUE UN-À-UN D'UNE MINUTE »

- Favoriser le réseau IP ou fixe au réseau mobile à réseau GSM,
- Bien choisir le terminal utilisé pour passer son appel.

## RECOMMANDATIONS UF3 : « RÉALISER UNE VISIOCONFÉRENCE POUR UNE DURÉE D'UNE HEURE »

- Privilégier l'usage de la visioconférence à un déplacement motorisé, et privilégier une caméra unique pour les utilisateurs dans un même lieu,
- Allonger la durée de vie des équipements terminaux,
- Limiter l'utilisation de la vidéo (débits : 80 kbps audio vs 4000 kbps vidéo) – l'éteindre lorsqu'elle n'est pas nécessaire,
- Bien choisir le terminal utilisé pour l'appel en visioconférence (il vaut mieux faire une visio avec un ordinateur portable que fixe),
- Couper la caméra lorsqu'il n'est pas indispensable de la garder allumée.



## V.2. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Les recommandations exprimées ci-dessous doivent être considérées selon les différents usages / contextes

- **Bien informer**
  - > Sensibilisation aux usages (formation des utilisateurs),
  - > Partager les mesures d'impacts aux collaborateurs,
  - > Optimiser le canal de communication selon l'usage (appel audio, teams...).
- **Bien acheter**
  - > Rationaliser le dimensionnement des infrastructures selon les enjeux métiers / missions, plutôt que sur des critères de taille de l'organisation,
  - > Étudier la possibilité de mutualiser le réseau local entre plusieurs entreprises,
  - > Réduire le taux d'équipement par personne,
  - > Favoriser les équipements reconditionnés et d'occasion en concertation avec son intégrateur,
  - > Définir une stratégie d'achats responsables et privilégier les équipements à label et/ou ayant suivi une démarche d'écoconception,
  - > Avoir des équipements mutualisés au bureau aussi bien en déplacement,
  - > Partager un poste de travail si activité sédentaire fixe,
  - > Écoconcevoir les services numériques.
- **Bien utiliser**
  - > Utiliser les fonctions d'économie d'énergie implémentées des équipements si compatibles avec les enjeux de sécurité,
  - > Éteindre les équipements lorsqu'ils ne sont pas utilisés,
  - > Allonger sa propre durée d'usage des équipements et participer à l'allongement de leur durée de vie globale (achat d'occasion, reconditionné...).
- **Bien se séparer**
  - > Favoriser la réutilisation d'équipements, à prévoir dans le cadre des contrats de maintenance à minima,
  - > Confier ses équipements en fin de vie à la filière agréée en matière de gestion des DEEE, et suivre la réglementation française, très précise sur ce sujet.



VI. EDITO



### Laurent SILVESTRI

Laurent Silvestri est un des pionniers de l'ouverture du marché français des télécommunications. Entrepreneur reconnu du secteur, il a successivement fondé ou co-fondé Western Telecom en 1996, Telecom Partners en 1999, All Telecom en 2002 puis OpenIP en 2005, devenu Dstny en 2022. Depuis février 2018, il est également Président du CDRT (Club des Dirigeants Réseaux & Télécoms), la principale association Réseaux & Télécoms française. Avec ses 250 membres et sa parfaite représentativité du marché des télécoms français (opérateurs d'infrastructures, opérateurs de services, éditeurs et équipementiers), le CDRT est un devenu le représentant incontournable d'une profession en pleine croissance.



### Anthony HESNAUX

Ingénieur DevOPS en Sécurité, Réseaux et Télécommunications. Il a été formé à L'ESAIP, École d'Ingénieurs à Angers au Green IT, à l'écoconception web et service numérique ainsi qu'à l'analyse du cycle de vie des produits numériques. Il a ensuite rejoint Le CERN en Suisse pour réaliser le projet de développement et déploiement d'une infrastructure de surveillance pour le réseau de la grille de calculs WLCG et la mise en place d'une solution Centrale de téléphonie en SIP (Kamailio/Asterisk). Il rejoint Dstny France en octobre 2015 en tant qu'Expert Produits et Formateur. Il travaille activement dans les domaines des Réseaux, de la VoIP, et de l'Open Source.



### Romuald RIBAULT

Fondateur de la marque Neonumeric dans les années 2000, devenant l'un des premiers importateurs de clés USB et de baladeurs MP3 en France, il s'est ensuite impliqué dans la création de la filière agréée de recyclage des DEEE en France en 2005. Il rejoint l'éco-organisme national Ecologic en 2009 au poste de Directeur Marketing jusqu'à ce jour. Il a rejoint l'Alliance Green IT (AGIT) en 2011, devenant le secrétaire général en 2013, le trésorier en 2017 et le vice-président en 2020. Il est également impliqué depuis plus de 15 ans dans des organisations engagées dans les transitions écologiques, la RSE et l'économie circulaire, notamment aux côtés de Corinne Lepage et Myriam Maestroni. Il est également investi au sein de la commission nationale «Nouvelles responsabilités entrepreneuriales» du MEDEF depuis 2008.



### Thomas Mesplede

Après quelques années passées chez un constructeur d'équipements informatiques, il s'intéresse à la matérialité des équipements et à leurs impacts, tant sur le plan environnemental que social. Il rejoint en 2015 l'Alliance Green IT, une association fondée en 2011 avec pour objectif d'identifier et de partager les bonnes pratiques d'un numérique plus responsable, sur différentes thématiques, mais surtout sur l'ensemble du cycle de vie des services numériques. L'AGIT est devenue l'acteur incontournable des sujets liés à la Responsabilité Numérique, avec plus de 80 membres actifs, experts sur des domaines variés du numérique. Elle touche également, à travers son réseau de partenaires, un vaste panel d'entreprises et France et outre atlantique. À ce titre, il est en charge du développement de l'association et de valoriser l'expertise individuelle des adhérents.



### Sofia BENQASSEM

Juriste de formation en droit de l'environnement et spécialisée en ingénierie Qualité et Développement Durable, elle a rejoint le secteur du numérique en 2019 en travaillant pour le compte de DATA4 Services, opérateur de colocation, sur les enjeux environnementaux et sociaux des sites hébergeant les centres de données du groupe. C'est en 2021 qu'elle rejoint Caroline VATEAU chez APL DATACENTER. Elle travaille sur l'intégration du numérique responsable dans les projets de conception, construction et exploitation de centre de données en collaboration avec les équipes projets APL DATACENTER, sur la définition et le déploiement de stratégie numérique responsable pour des entreprises privées ou publiques, et contribue à la rédaction d'études et de méthodologies sur l'évaluation de l'impact environnemental des services numériques.



### Georges OUFFOUE

Georges est ingénieur et docteur en informatique spécialisé dans le cloud et la sûreté de fonctionnement diplômé de l'Université Paris-Saclay. Sensible aux enjeux du dérèglement climatique et à l'impact du numérique sur l'environnement, il a rejoint la société APL Datacenter membre de l'AGIT en tant que responsable de l'innovation datacenter et numérique responsable. A ce titre, il pilote des missions client et des projets de recherche en interne. Il contribue également à des projets de recherche en collaboration avec des partenaires académiques et industriels. L'un de ces projets majeurs est le projet NégaOctet qui a pour objectif de construire un référentiel et la première base de données environnementale pour l'évaluation des impacts des services numériques. Par son expertise technique, il a par ailleurs contribué à la création de plusieurs référentiels dont le référentiel pour l'affichage environnemental des centres de données et des services cloud. Pour finir, Georges est auteur et co-auteur de plusieurs articles et livres blancs dont le livre blanc « Datacenter, maîtriser et optimiser son impact environnemental ».



### Vincent LULLIER

Consultant en Analyse du Cycle de Vie, il est diplômé de l'école d'ingénieurs ISAE SUPAERO à Toulouse. Il a travaillé sur diverses missions d'analyse du cycle de vie des services numériques. Son engagement dans la mesure et la réduction des impacts environnementaux s'est concrétisé lors d'une expérience en bureau d'études ACV à Melbourne. Arrivé chez APL Datacenter en 2022, il s'est notamment investi dans les réflexions et la rédaction de la méthodologie des référentiels d'affichage environnemental de l'ADEME : PCR Réseaux LAN & Services de téléphonie et PCR Datacenter & Services Cloud.



### Julia MEYER

Ingénieure cheffe de projet numérique à l'ADEME. Spécialisée en développement logiciel, elle a été formée à l'école d'ingénieur Centrale à Nantes et l'université technique du Danemark (DTU). Elle travaille dans le développement et l'écoconception d'applications web avant de rejoindre l'ADEME en 2021 sur la structuration de la stratégie numérique responsable. Elle travaille actuellement sur les méthodes d'évaluation et l'étude des impacts directs et indirects de services numériques (basée sur l'approche analyse du cycle de vie), ainsi que le déploiement de la sobriété numérique.



### **Firmin DOMON**

Firmin DOMON est expert ACV & Écoconception de produits et services numériques.

Au sein du département CODDE du LCIE Bureau Veritas et en relation avec les autres consultants, Firmin accompagne les entreprises dans la réalisation d'Analyse de Cycle de Vie, de projets d'éco conception, formations au logiciel EIME ainsi que dans la vérification et la revue critique d'études. Dans le domaine des services numériques, Firmin contribue au développement de la base de données du logiciel EIME à travers le projet de recherche Négaoctet.



### **Sébastien LOSTE**

Ingénieur diplômé de l'ESIEE, spécialisé dans les réseaux et télécommunications, il est un entrepreneur épicurien affectionnant les voyages au grand air, à vélo ou à la voile pour découvrir le Monde au rythme d'une Nature à préserver.

Après avoir fait ses armes de jeune ingénieur dans le monde des opérateurs télécom, il s'associe en 2015 à un groupe d'amis pour refonder Telerys Communication créé par Thierry Bondoux en réorientant son offre de services. Opérer en propre son backbone opérateur et ses infrastructures virtualisées est un défi stratégique réussi dès 2017. «Connecter et Servir» est devenue très vite la devise de Telerys qui se développe rapidement grâce à la fidélité de ses clients et l'engagement de ses collaborateurs depuis ses débuts à apporter un service premium, maîtrisé de bout en bout, dont les valeurs reposent sur le sens du service et la force du collectif. Apporter des solutions correctement calibrées en regard des enjeux et besoins métiers ou encore allonger la durée de vie des équipements sous contrat de location et maintenance, inscrivent naturellement Telerys dans un développement responsable et durable de l'entreprise et son écosystème;



### **Marylin BARILLOT**

Marylin Barillot, dirigeante depuis 22 ans d'INTRACOM, installateur d'infrastructures télécoms pour les entreprises. Société qu'elle va transformer en intégrateur de services numériques au fil des années d'évolutions technologiques du secteur. Femme de terrain, elle assure la gestion de projets en accompagnant les entreprises au quotidien dans le maintien et l'évolution de leur solution de téléphonie notamment basée sur le réseau local. Secrétaire

Générale du Club des Dirigeants Réseaux et Télécoms (le CDRT), club de réflexion autour des enjeux posés par la convergence IT et Télécoms, elle participe avec ses pairs à l'accompagnement des dirigeants du secteur.



### **Paul LEDANTEC**

Après plus de 20 ans à des postes de Direction technique des réseaux Fixe et Mobile chez Orange, il devient Directeur Général de Kosc Télécom en 2021. Il fonde en 2022 la société de conseil en RSE EKHO, spécialisée dans le secteur du numérique, et plus particulièrement dans le secteur des réseaux et services télécom. A ce titre, il accompagne des fédérations comme Infranum ou des clubs comme le CDRT pour impliquer les adhérents dans leur transition RSE.

EKHO accompagne les entreprises publiques et privées du secteur sur les différentes étapes de la maturité en matière de RSE (sensibilisation, diagnostic, mesure, amélioration), que ce soit sur les sujets environnementaux, sociaux, sociétaux ou gouvernance, pour ses besoins propres ou en réponse à un marché public.



### **Ahmed HADDAD**

Ahmed Haddad, est conseiller technique à l'Autorité de régulation des communications électroniques, des postes et de la distribution de la presse (Arcep). Il est de formation ingénieur et titulaire d'un doctorat en Télécommunications à Télécom ParisTech. Au sein de l'Arcep, Ahmed est chargé de conduire des analyses prospectives en lien avec les évolutions des réseaux et les innovations technologiques (cloudification des réseaux, intégration de l'intelligence artificielle dans les réseaux ...), il contribue en outre aux travaux de l'Arcep sur le numérique soutenable en assurant le pilotage de certaines initiatives et apportant plus globalement un appui d'expertise technique sur les méthodologies et les standards de la mesure de l'impact environnemental du numérique. Il anime les travaux du Comité d'experts technique sur les réseaux mobiles et coanime avec l'ADEME le Comité d'experts technique sur la mesure de l'impact environnemental du numérique.



# ANNEXES

## ANNEXE A

### Articulation des données du référentiel et source des données disponibles dans le calculateur

Environnement utilisateur			
Tiers	Equipements	Type de données	Source de la donnée
Terminaux	Ordinateur - Unité centrale	Donnée secondaire	Base Empreinte (source Negaocet)
	Ordinateur - Portable	Donnée secondaire	Base Empreinte (source Negaocet)
	Tablette	Donnée secondaire	Base Empreinte (source Negaocet)
	Smartphone	Donnée secondaire	Base Empreinte (source Negaocet)
	Station d'accueil	Donnée primaire	
	Ecran d'ordinateur	Donnée secondaire	Base Empreinte (source Negaocet)

Téléphonie et visioconférence			
	Elément du schéma fonctionnel	Type de données	Source de la donnée
Terminaux	Système de téléprésence	Donnée primaire	
	Système de visioconférence (type Lifesize)	Donnée semi-spécifique	Modélisation APL DATACENTER
	Ecran 80"	Donnée semi-spécifique	Modélisation APL DATACENTER
	Vidéo-projecteur	Donnée primaire	
	Postes de conférence audio (type pieuvre)	Donnée semi-spécifique	Modélisation APL DATACENTER
	Caméra/webcam	Donnée primaire	
	Téléphone IP	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Téléphone numérique	Donnée primaire	
	Téléphone DECT	Donnée primaire	
	Téléphone analogique	Donnée primaire	
Réseau	Wireless VoIP Phone	Donnée primaire	
	PABX	Donnée semi-spécifique	Modélisation APL DATACENTER
	IPBX	Donnée semi-spécifique	Modélisation APL DATACENTER

Réseau local (LAN)			
	Elément du schéma fonctionnel	Type de données	Source de la donnée
Réseau	Borne de transmission Wifi (Box)	Donnée secondaire	Base Empreinte (source Negaocet)
	Borne de transmission PMR	Donnée primaire	
	Borne de transmission DECT	Donnée primaire	
	Hub	Donnée primaire	
	Bridge	Donnée primaire	
	Modem	Donnée primaire	
	Répéteur	Donnée primaire	
	Routeur	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Switch	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Serveur de port console	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Serveur - dispositif de sécurité (Security a	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Stockage local/Appliance	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	VoIP Gateway	Donnée primaire	
	Analogic Gateway (type Beronet)	Donnée primaire	
	Firewall (physique)	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	VPN IPSec (physique)	Donnée primaire	
	Fabric interconnect	Donnée primaire	
	Antenne	Donnée primaire	



Réseau local (WLAN)			
	Elément du schéma fonctionnel	Type de données	Source de la donnée
Réseau	WLAN controller	Donnée semi-spécifique	Modélisation APL DATACENTER
	WLAN adapter	Donnée primaire	
	WLAN solution engine	Donnée primaire	
	Wireless Control System	Donnée primaire	
	Wireless Location Appliance	Donnée primaire	
	Routeur 4G	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER

Biens et infrastructures réseaux de support			
	Elément du schéma fonctionnel	Type de données	Source de la donnée
Datacenter	Local technique (intégrant switch, serveurs,	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Climatisation	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Batteries	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER
	Câblage RJ45	Donnée primaire	
	Câblage Fibre optique	Donnée primaire	
	Câblage courant fort	Donnée primaire	
	Câblage courant faible	Donnée primaire	
	TGBT	Donnée primaire	
Onduleur	Donnée semi-spécifique	Donnée moyenne REX APL DATACENTER	

Réseau local (LAN)- Logiciels			
	Elément du schéma fonctionnel	Type de données	Source de la donnée
Réseau	VM	Donnée semi-spécifique	Base Empreinte (source Negaoctet)
	Firewall (logiciel)	Donnée primaire	
	VPN IPSec (logiciel)	Donnée primaire	
	Network Management Solution (ex : ANA, S	Donnée primaire	
	Storage Networking Management tod (ex : F	Donnée primaire	
	Job Scheduler ( ex : Cisco Tidal Enterprise	Donnée primaire	
	Device Management software (ex : Cisco Vi	Donnée primaire	
	Software platform for Media & Entertainmen	Donnée primaire	
	Network Packet Tracer	Donnée primaire	
	Network Packet Analyser	Donnée primaire	
	Network Packet Monitoring	Donnée primaire	
	Security Manager software	Donnée primaire	
	Security Device Manager software	Donnée primaire	
	Wireless and wired networks management (	Donnée primaire	
	Sensor Management software (ex : Cisco IF	Donnée primaire	
	Multi-Sensor Management software (ex : Ci	Donnée primaire	
	Access Security Manager (Cisco ISE)	Donnée primaire	
	Application Centric Infrastructure (ACI)	Donnée primaire	
	Virtualized application delivery controller	Donnée primaire	
	Content Security Management appliance	Donnée primaire	
Lightweight Access Point Protocol	Donnée primaire		

Installation et maintenance			
	Elément du schéma fonctionnel	Type de données	Source de la donnée
Installation	Distance parcourure -voiture	Donnée secondaire	Base Empreinte
	Distance parcourure -train	Donnée secondaire	Base Empreinte
	Distance parcourure -avion	Donnée secondaire	Base Empreinte
Maintenance	Distance parcourure -voiture	Donnée secondaire	Base Empreinte
	Distance parcourure -train	Donnée secondaire	Base Empreinte
	Distance parcourure -avion	Donnée secondaire	Base Empreinte



## ANNEXE B

### Présentation de l'outil dédié

#### Présentation globale

Le calculateur mis à disposition sur le site internet du CDRT est un outil permettant de réaliser une évaluation macro de l'impact environnemental d'un réseau LAN/VLAN ou d'un service de téléphonie mis à disposition au sein d'une entreprise.

Ce calculateur est composé de :

- Un onglet « **Cartouche** » : Informations de suivi administratif du document
- Un onglet « **Notice** » : Guide d'utilisation de l'outil
- Un onglet « **0-Paramétrage** » : Données à renseigner pour paramétrer l'étude pour les 3 unités fonctionnelles (quantification de la fonction du produit/service étudié). Il n'est pas nécessaire de renseigner les données pour les unités fonctionnelles non souhaitées, mais il est indispensable de renseigner toutes les données obligatoires pour l'unité fonctionnelle étudiée pour obtenir un résultat. Modification des champs colorés
- Un onglet « **1- Équipements** » : Liste des équipements composant le réseau. Les données obligatoires à renseigner sont les quantités pour chaque équipement présent dans la liste. Modification des champs colorés
- Un onglet « **2-Logiciels & Applications** » : Liste des logiciels et applications indispensables pour le fonctionnement du réseau, sa continuité de service et sa sécurité. Les données obligatoires à renseigner sont le nombre d'heures d'utilisation du logiciel sur 1 an (24h/24, 7j/7 par défaut), l'équipement sur lequel le logiciel est hébergé (ordinateur fixe ou serveur) et le pourcentage d'utilisation du CPU pour ce logiciel. Modification des champs colorés
- Un onglet « **Résultats numériques** » : Tableaux de présentation des résultats au format numérique pour les 3 unités fonctionnelles. Possibilité de sélectionner les indicateurs environnementaux à afficher à l'aide de menus déroulants. Sélection dans les menus déroulants
- Un onglet « **Résultats graphiques** » : Graphes de présentation des résultats pour les 3 unités fonctionnelles. Possibilité de sélectionner les indicateurs environnementaux à afficher à l'aide de menus déroulants. Sélection dans les menus déroulants
- Un onglet « **Base de données** » : Données secondaires disponibles dans la base Empreinte et données spécifiques mises à disposition par APL DATACENTER
- Un onglet « **Paramètre** » : Paramètres divers du fichier Excel (listes déroulantes)

## Données à saisir

À partir d'une sélection de données à renseigner par l'utilisateur, il calcule les impacts associés aux 3 unités fonctionnelles du référentiel suivantes :

- UF1 : « Mettre à disposition un réseau LAN/ VLAN »
- UF2 : « Passer un appel audio un à un pendant une durée déterminée »
- UF3 : « Réaliser une visioconférence pour une durée déterminée »

Il existe plusieurs catégories de données à collecter :

### Données d'entrée transversales

Dans l'onglet « **0-Paramétrage** » les données suivantes sont à préciser :

- Mix électrique selon la localisation physique de l'entreprise.
  - > Plusieurs possibilités : Mix électrique français ; allemand ; chinois ; américain ; Russe ; Belge ; Danois ; Finlandais ; néerlandais ; Européen (moyenne des mix électriques des 27 pays membres de l'UE)
  - > Source : ADEME Base Empreinte

### Données d'entrée spécifiques à l'UF 1 « Mettre à disposition un réseau LAN »

Dans l'onglet « **0-Paramétrage** » les données suivantes sont à préciser :

- Nombre de collaborateurs de l'entreprise
- Durée de vie moyenne des équipements réseaux
  - > Une donnée par défaut est disponible (5 ans)
- Nombre de maintenances du réseau LAN par an
  - > Choix libre
- Durée de l'étude
  - > Plusieurs possibilités : en seconde(s), minute(s), heure(s), jour(s), mois ou année(s)
  - > Généralement, la durée de l'étude porte sur une année : « Mettre à disposition un réseau LAN sur 1 an »

Dans l'onglet « **1-Équipements** » les quantités d'équipements suivants sont à renseigner :

<ul style="list-style-type: none"> <li>• PABX</li> <li>• IPBX</li> <li>• Borne de transmission wifi</li> <li>• Routeur</li> <li>• Switch</li> <li>• Serveur de port console</li> <li>• Serveur – dispositif de sécurité (Security appliance)</li> <li>• Serveur de stockage local / Appliance</li> <li>• Firewall (physique)</li> <li>• WLAN controller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Routeur 4G</li> <li>• Local technique (m2)</li> <li>• Équipement de climatisation (puissance à adapter)</li> <li>• Onduleur (puissance à adapter)</li> <li>• Distance totale parcourue en voiture thermique dans le cadre de l'installation du réseau</li> <li>• Distance totale parcourue en voiture thermique dans le cadre de la maintenance du réseau</li> </ul>
--	---

Dans l'onglet « **2-Logiciels & Applications** » le type d'ordinateur/serveur et le % d'utilisation CPU pour chaque logiciels et applications suivants sont à renseigner :

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Firewall (logiciel)</li> <li>• VPN IPSec (logiciel)</li> <li>• Network Management Solution (ex : ANA, SNMP, Magic Pro)</li> <li>• Storage Networking Management tool (ex : Fabric Manager)</li> <li>• Job Scheduler (ex : Cisco Tidal Enterprise Scheduler)</li> <li>• Device Management software (ex : Cisco View)</li> <li>• Software platform for Media &amp; Entertainment (M&amp;E) companies (ex : Cisco Eos)</li> <li>• Network Packet Tracer</li> <li>• Network Packet Analyser</li> <li>• Network Packet Monitoring</li> <li>• Security Manager software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Security Device Manager software</li> <li>• Wireless and wired networks management (ex : Cisco Prime Infrastructure)</li> <li>• Point Protocol</li> <li>• Sensor Management software (ex : Cisco IPS Device Manager)</li> <li>• Multi-Sensor Management software (ex : Cisco IPS Manager Express)</li> <li>• Access Security Manager (Cisco ISE)</li> <li>• Application Centric Infrastructure (ACI)</li> <li>• Virtualized application delivery controller</li> <li>• Content Security Management appliance</li> <li>• Lightweight Access</li> </ul>
---	--

**Données d'entrée spécifiques à l'UF 2 « Passer un appel audio »**

Dans l'onglet « **0-Paramétrage** » les **données de configuration** suivantes sont à préciser :

- Nombre de participants à l'appel
- Durée de l'appel en minute
- Le système de communication :
  - > Plusieurs possibilités : Appel IP G711 ; Appel IP G722 ; Appel IP G723 ; Appel IP G29 ; Appel IP GSM ; Microsoft Teams ; Zoom
- Nombre d'utilisateur(s) utilisant un réseau fixe
- Nombre d'utilisateur(s) utilisant un réseau mobile

Dans l'onglet « **0-Paramétrage** » les **quantités d'équipements** suivants utilisés sont à préciser :

- Ordinateur portable
- Tablette
- Smartphone
- Feature phone (GSM)
- Écran d'ordinateur
- Système de visioconférence (type Lifesize)
- Écran 80"
- Poste de conférence audio (type pieuvre)
- Téléphone IP

Pour ces équipements, la durée de vie (en années) et la puissance (en W) sont identifiées par défaut mais sont modifiables.



### Données d'entrée spécifiques à l'UF 3 « Participer à une webconférence »

Dans l'onglet « 0-Paramétrage » les **données de configuration** suivantes sont à préciser :

- Nombre de participants à la webconférence
- Durée de la visioconférence en heure
- Le logiciel de visioconférence :
  - > Plusieurs possibilités : Microsoft Teams ; Skype ; Zoom
- La qualité de la vidéo :
  - > Plusieurs possibilités : HQ ; HD 720p ; HD 1080p
- Nombre d'utilisateur(s) utilisant la fonction « caméra »
- Nombre d'utilisateur(s) n'utilisant pas la fonction « caméra »
- Nombre d'utilisateur(s) utilisant un réseau fixe
- Nombre d'utilisateur(s) utilisant un réseau mobile

Dans l'onglet « 0-Paramétrage » les **quantités d'équipements** suivants utilisés sont à préciser :

- Ordinateur portable
- Tablette
- Smartphone
- Feature phone (téléphone GSM pour pont audio)
- Ecran d'ordinateur
- Système de visioconférence
- Ecran 80"
- Poste de conférence audio (type pieuvre)
- Téléphone IP

Pour ces équipements, la durée de vie (en années) et la puissance (en W) sont identifiées par défaut mais sont modifiables.

### Représentation des résultats

Une fois l'ensemble des données saisies, à partir de la base de données et des formules de calcul définies, les résultats apparaissent sous deux formats :

- **En format numérique** dans l'onglet « Résultats Numériques » selon la représentation ci-dessous :
  - > Pour chaque unité fonctionnelle, les résultats sont représentés par répartition sur l'ensemble des phases du cycle de vie (figure X)
  - > Pour l'UF1 « Mettre à disposition un réseau LAN » les résultats sont également représentés selon la catégorisation suivante : Infrastructure IT, Infrastructure non IT, Logiciels ; Installation et maintenance (figure X)
  - > Pour l'UF2 « Passer un appel audio » et l'UF3 « Passer un appel en webconférence » les résultats sont également représentés par répartition sur chaque tiers (Terminaux, Réseau et Centre de données)



	Indicateur 1	Indicateur 2	Indicateur 4	Indicateur 5	Indicateur 6	Indicateur 7
<b>Résultat Global</b>	Changement climatique - kg CO2 eq.	Epuisement des ressources abiotiques naturelles - éléments - kg Sb eq.	Epuisement de la ressource en eau - m3 eq.	Acidification - mol H+ eq.	Emissions de particules fines - Disease occurrence	Radiations ionisantes - kBq U235 eq.
	3	1	6	2	5	4
Fabrication	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Distribution	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Utilisation	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Fin de vie	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<b>Total</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>

	Indicateur 1	Indicateur 2	Indicateur 4	Indicateur 5	Indicateur 6	Indicateur 7
<b>al</b>	Changement climatique - kg CO2 eq.	Epuisement des ressources abiotiques naturelles - éléments - kg Sb eq.	Epuisement de la ressource en eau - m3 eq.	Acidification - mol H+ eq.	Emissions de particules fines - Disease occurrence	Radiations ionisantes - kBq U235 eq.
	3	1	6	2	5	4
Réseau local	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Infrastructure	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Logiciels	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Installation & maintena	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<b>Total</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>

	Indicateur 1	Indicateur 2	Indicateur 4	Indicateur 5	Indicateur 6	Indicateur 7
<b>al</b>	Changement climatique - kg CO2 eq.	Epuisement des ressources abiotiques naturelles - éléments - kg Sb eq.	Epuisement de la ressource en eau - m3 eq.	Acidification - mol H+ eq.	Emissions de particules fines - Disease occurrence	Radiations ionisantes - kBq U235 eq.
	3	1	6	2	5	4
Terminaux	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Réseau	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
<b>Total</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>	<b>0,00E+00</b>

● **En format graphique** dans l'onglet « Résultats Graphiques » selon la représentation ci-dessous.

- > **Pour chaque unité fonctionnelle**, les résultats numériques de l'onglet « Résultats Numériques » sont représentés par graphique :
  - **Graphique histogramme** : permet la visualisation de la répartition des impacts selon les phases du cycle de vie **pour chaque indicateur**
  - **Graphique camembert** : permet la visualisation de la répartition des impacts selon les phases du cycle de vie **pour un indicateur précis**
- > **Pour l'UF1 « Mettre à disposition un réseau LAN » :**
  - **Graphique histogramme** : permet la visualisation de la répartition des impacts selon la catégorisation suivante : Infrastructure IT, Infrastructure non IT, Logiciels, Installation et maintenance **pour chaque indicateur**
  - **Graphique camembert** : permet la visualisation de la répartition des impacts selon la catégorisation suivante : Infrastructure IT, Infrastructure non IT, Logiciels ; Installation et maintenance **pour un indicateur précis**
- > **Pour l'UF2 « Passer un appel audio » et l'UF3 « Passer un appel en webconférence » :**
  - **Graphique histogramme** : permet la visualisation de la répartition des impacts selon les 3 tiers (Terminaux, Réseaux, Centres de données) **pour chaque indicateur**
  - **Graphique camembert** : permet la visualisation de la répartition des impacts selon les 3 tiers (Terminaux, Réseaux, Centres de données) **pour un indicateur précis**

