

Version 3.0

30/05/2023

# Note méthodologique WeNR

Sous supervision de :  
Coopérative Carbone



Guillaume BOURGEOIS  
LA ROCHELLE UNIVERSITE

## Table des matières

Note méthodologique WeNR.....	2
Objectifs de WeNR .....	2
Description de la méthode .....	3
Analyse quantitative: .....	8
Impact du CLOUD. ....	11
Analyse qualitative : .....	13
Annexe 1 Source des données : .....	14
Annexe 2 Thématiques: .....	15
Annexe 3 Norme I.1450: .....	15
Annexe 4 – Catégories de matériel .....	16
Bibliographie :.....	17
Méthodologie consolidation des données : .....	18
Exemple consolidation données WeNR :.....	19
Mode d'emploi pour la compréhension des bases de données :.....	20

# Note méthodologique WeNR

Cette note méthodologique a pour objectif d'expliquer le fonctionnement de WeNR, l'outil de mesure de l'empreinte environnementale des systèmes d'information développé et proposé par le réseau des Institut du Numérique Responsable (INR) en Europe en collaboration avec ses partenaires, dont entre autres La Rochelle Université et l'EIGSI.

WeNR 2021, première version de l'outil lancée le 31 mars 2021, a analysé l'impact de l'utilisation de plus de 1,3 million d'employés européens et de 5 millions d'appareils numériques, sur la base des réponses de 75 organisations européennes participantes.

## Objectifs de WeNR

Avec WeNR, nous souhaitons permettre à toute organisation de mesurer les émissions de gaz à effet de serre (GES) associées à son système d'information (SI) et évaluer sa maturité numérique responsable. Ainsi, l'enjeu est de permettre de piloter le déploiement d'approches numériques responsables dans des organisations de toutes tailles.

**Numérique responsable** : Le numérique responsable désigne l'utilisation des technologies de l'information et de la communication de manière éthique et durable, en prenant en compte les impacts environnementaux, sociaux et économiques. Cela implique de minimiser la consommation d'énergie, de réduire l'empreinte carbone, de protéger la vie privée et les données personnelles, et de favoriser l'inclusion et l'équité. En somme, le numérique responsable vise à concilier innovation technologique et développement durable.

À ces fins, WeNR est un outil en libre accès, sur des sessions de 2 à 3 mois, ayant lieu 1 à 2 fois par an, basé sur des données ouvertes et publiques. Les données calculées donnent une idée générale de l'empreinte du SI, mais ne peuvent en constituer un calcul exact compte tenu de l'ensemble des facteurs à prendre en compte.

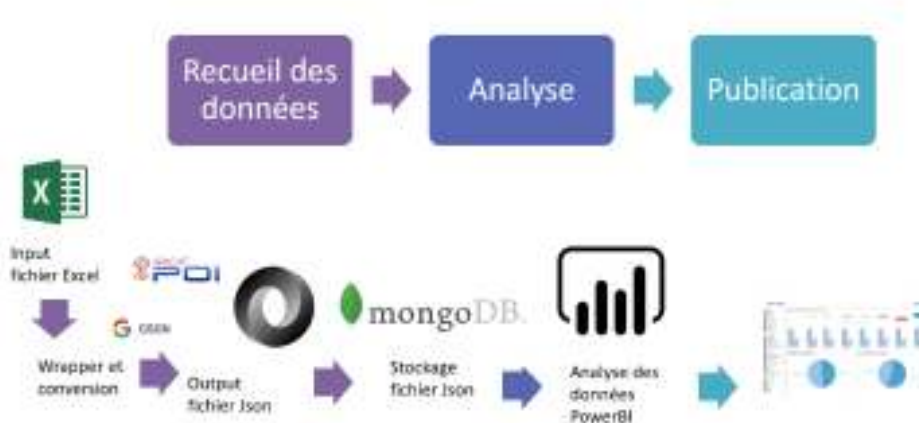
Utiliser WeNR permet aux organisations de calculer l'empreinte environnementale de leur Système d'Information (SI) à partir d'une base ouverte de facteurs d'impacts dont les principales sources sont :

- Le centre de ressources sur les bilans GES de l'ADEME,
- Le programme ENERGY STAR pour les données concernant la phase d'utilisation,
- Des données fournies par les fabricants concernant les émissions GES de leurs équipements, notamment pour la partie liée à leur fabrication

La création du rapport WeNR passe par 3 étapes principales:

- Recueil des données : la collecte des données, à travers la récupération du formulaire Excel rempli et son extraction avec un script JAVA à l'aide d'un fichier au format JSON en sortie. Le fichier est stocké dans une base de données au format MongoDB.
- Analyse : traitement des données, à l'aide de l'outil PowerBI.
- Publication : la création des différents rapports WeNR au format PDF grâce à PowerBI.

Les rapports créés, constitués d'une quinzaine de pages, apportent des informations sur l'empreinte carbone du Système d'Information. Les organisations membres des INR en Belgique, Suisse et France obtiennent un rapport plus complet et plus détaillé que les organisations non-membres. Également, elles bénéficient de rapports complémentaires remis plus tard dans l'année pour leur permettre de comparer leurs résultats, de manière anonymisée, à plusieurs moyennes (globale, par taille d'organisation ou par secteur d'activité).



*Figure 1 – Création du rapport WeNR*

## Description de la méthode

Comprendre les émissions de GES de l'activité numérique nécessite la collecte de données de multiples sources. L'évaluation utilise des méthodes et des données ascendantes et descendantes.

Selon la recommandation L.1450 de l'ITU (Union internationale des télécommunications) cf. Annexe 3, la procédure d'évaluation pour estimer l'empreinte du numérique consiste en un certain nombre d'étapes différentes, qui sont développées dans la liste ci-dessous [9].

### **A. Définir le but et le périmètre de l'étude :**

- 1) Définir l'objectif global de l'étude en ce qui concerne la couverture du secteur des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), l'horizon temporel (Une année civil) et le périmètre : Fournir à l'organisation qui postule l'impact GES de son système SI plus une note de "maturité" numérique responsable + construire une BDD des impacts SI de façon à permettre aux membres INR de se positionner les uns par rapport aux autres.

Cette étape consiste à clarifier les raisons pour lesquelles on souhaite réaliser une évaluation de l'empreinte du numérique, ainsi que les bénéfices attendus. Il s'agit également de délimiter le champ d'application de l'étude, c'est-à-dire les activités, les processus, les produits ou les services qui seront pris en compte dans le calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) liées au secteur des TIC.

- 2) Définir l'unité de référence : kgCO2e/an

Cette étape consiste à choisir une unité commune pour exprimer les résultats de l'évaluation. Il s'agit généralement du kilogramme d'équivalent CO2 par an (kgCO2e/an), qui permet de comparer les émissions des différents gaz à effet de serre selon leur potentiel réchauffant global. Cette unité est également utilisée par la recommandation L.1450 et par le WeNR.

- 3) Définir les détails des limites :

- l'horizon temporel, c'est-à-dire si l'étude a l'intention d'estimer l'empreinte historique, actuelle ou future : l'empreinte actuelle sur une année.
- les limites géographiques, c'est-à-dire si l'étude couvre le secteur des TIC dans un pays, un groupe de pays ou au niveau mondial (Il peut être mesuré à différentes échelles, soit pour un territoire entier (L.1450) ou pour une organisation (WeNR). En conséquence, le périmètre géographique est remplacé par le périmètre organisationnel, qui englobe tous les biens possédés ou loués par l'organisation, y compris les services web tels que les réseaux et les datacenters qui ne sont pas forcément possédés.)



**Figure 2 – Périmètre de la méthodologie WeNR**

Cette étape consiste à préciser quels sont les éléments inclus ou exclus dans le périmètre défini précédemment. Il s'agit notamment :

- De déterminer quelles sont les phases du cycle de vie des produits ou services TIC qui seront considérées dans le calcul des émissions : fabrication, transport, utilisation ou fin de vie. Par exemple, on peut choisir d'inclure uniquement la phase d'utilisation pour simplifier le calcul ou pour se focaliser sur les leviers d'action possibles.
- De fixer la période sur laquelle on souhaite réaliser l'évaluation : passée (pour mesurer le progrès réalisé), présente (pour faire un état des lieux) ou future (pour anticiper les impacts potentiels). On choisit d'estimer l'empreinte actuelle pour avoir une vision réaliste et actualisée.
- De définir la portée géographique du WeNR : locale, nationale, régionale ou mondiale. Par exemple, on peut choisir de couvrir le secteur des TIC dans un pays ou un groupe de pays pour tenir compte des spécificités locales ou régionales.

## **B. Collecte et analyse des données :**

1) Pour chaque catégorie de biens cf. Annexe 4 TIC, les données suivantes devront être collectées :

- volumes (Nombre) ;
- durée de vie opérationnelle (Année d'utilisation) ;
- émissions de GES par catégorie de biens (Inventaire) ;
- émissions de GES au stade de l'utilisation (TEC) ;
- émissions de GES incorporées (Fabrication);
- autres facteurs d'émission de GES (électricité, stockage web, Cloud, etc..)

Cette étape consiste à quantifier les différents éléments qui contribuent à l'empreinte du numérique selon la typologie des biens TIC proposée par la recommandation L.1450 dans son application à WeNR. Il s'agit notamment :

- De comptabiliser le nombre d'unités de chaque catégorie de biens TIC présentes dans le périmètre de l'étude : ordinateurs fixes ou portables, tablettes, smartphones, serveurs, routeurs, etc.
- De déterminer la durée moyenne d'utilisation effective de chaque catégorie de biens TIC avant leur remplacement ou leur mise au rebut : par exemple 3 ans pour un ordinateur portable ou 2 ans pour un smartphone.

De calculer les émissions annuelles moyennes de GES par catégorie de biens TIC, en tenant compte de :

- L'énergie consommée par les biens TIC lors de leur utilisation (TEC), en fonction de leur puissance nominale et de leur taux d'utilisation moyen. Par exemple, un ordinateur portable consomme en moyenne 50 W lorsqu'il est allumé et 0,5 W lorsqu'il est en veille.
- Les émissions incorporées dans les biens TIC lors de leur fabrication et de leur transport, en fonction des matériaux utilisés et des distances parcourues. Par exemple,

la fabrication d'un ordinateur portable génère environ 200 kgCO<sub>2</sub>e et son transport environ 10 kgCO<sub>2</sub>e.

De prendre en compte les autres facteurs qui influencent les émissions de GES liées aux biens TIC, tels que :

- Le mix énergétique du pays ou de la région où se situe l'utilisation des biens TIC, qui détermine le facteur d'émission moyen par kWh consommé. Par exemple, le facteur d'émission moyen en France est de 0.04 kgCO<sub>2</sub>e/kWh alors qu'il est de 0.45 kgCO<sub>2</sub>e/kWh en Allemagne.
- Le recours au stockage web ou au cloud computing pour héberger ou accéder aux données ou aux applications via les biens TIC, qui implique une consommation d'énergie supplémentaire dans les centres de données et les réseaux. Par exemple, le stockage web génère environ 0.1 kgCO<sub>2</sub>e/Go/an et le cloud computing environ 0.4 kgCO<sub>2</sub>e/Go/an.

2) Collecte des données contextuelles utiles à l'interprétation des résultats, telles que le nombre d'abonnés et le trafic de données dans questionnaire WeNR.

Cette étape consiste à recueillir des informations complémentaires qui permettront de mieux comprendre et comparer les résultats obtenus. Il s'agit notamment :

- De connaître le nombre de collaborateur aux services TIC utilisés par le périmètre de WeNR : téléphonie fixe ou mobile, internet haut débit ou très haut débit, etc. Par exemple, on peut savoir combien d'utilisateurs sont connectés à un réseau wifi ou à une plateforme collaborative.
- De mesurer le volume et la nature du trafic de données généré par l'utilisation des services TIC : voix, vidéo, texte, image, etc. Par exemple, on peut savoir combien de Mo ou Go sont transférés par le CLOUD.

3) Si WeNR vise à estimer les résultats par rapport aux émissions globales de GES, des données doivent être collectées pour ces émissions.

Cette étape consiste à situer l'empreinte du numérique dans le contexte plus large des émissions totales de GES du pays ou du groupe de pays concerné par WeNR. Il s'agit notamment :

- De se référer aux inventaires nationaux ou régionaux des émissions de GES publiés par les autorités compétentes : ministères, agences environnementales, organisations internationales, etc. Par exemple, on peut consulter le rapport national sur l'inventaire des émissions atmosphériques en France.
- De calculer la part relative des émissions du secteur des TIC avec WeNR par rapport aux émissions globales selon différentes catégories : secteurs économiques (industrie, transport, agriculture), etc.

4) Pour chaque point de données, les ensembles de données disponibles doivent être analysés du point de vue de la qualité, les limites, les hypothèses, etc.

Cette étape de WeNR consiste à évaluer la fiabilité et la pertinence des données collectées pour l'évaluation de l'empreinte du numérique [5] [4] [3] [2] [1]. Il s'agit notamment :

- De vérifier la source et la date des données : origine (officielle ou non), actualité (récente ou ancienne), cohérence (interne ou externe), etc. Par exemple, on peut privilégier les données issues d'organismes reconnus et actualisées régulièrement.
- De contrôler la méthode et le calcul des données : méthode (empirique ou théorique), calcul (simple ou complexe), hypothèses (explicites ou implicites), etc. Par exemple, on peut préférer les données basées sur des mesures réelles plutôt que sur des modèles approximatifs.
- De mesurer l'incertitude et la variabilité des données : incertitude (due à l'erreur de mesure ou à l'estimation), variabilité (due à la diversité des situations ou aux fluctuations temporelles), etc. Par exemple, on peut indiquer une fourchette ou un intervalle de confiance pour les données incertaines ou variables.

### **C. Calcul de l'empreinte de WeNR :**

1) Calcul de l'empreinte WeNR de chaque catégorie de biens TIC. Pour chaque catégorie (ordinateurs, serveurs, réseaux, terminaux mobiles, etc.), il faut estimer la quantité de biens en service, leur durée de vie moyenne et leur consommation énergétique moyenne. Ensuite, il faut appliquer des facteurs d'émission pour calculer l'empreinte carbone liée à la fabrication, à l'utilisation et au recyclage des biens TIC.

2) Calcul de l'empreinte globale WeNR en additionnant les empreintes des différentes catégories de biens TIC. Il faut également prendre en compte les émissions indirectes liées aux services numériques (cloud, etc.).

### **D. Interprétation des résultats WeNR:**

1) Analyse de l'empreinte globale du secteur en fonction des objectifs nationaux et internationaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il faut identifier les sources principales d'émissions et les leviers d'action possibles pour les réduire dans WeNR.

2) Comparaison obligatoire des résultats avec d'autres études WeNR et analyse des différences et des similitudes entre les résultats. Il faut expliquer les écarts éventuels entre les méthodologies utilisées, les périmètres considérés et les données disponibles.

3) En option, dérivation et analyse de l'empreinte par utilisateur et par trafic de données, en particulier si l'étude WeNR doit être réalisée dans le cadre d'un projet de recherche. Il faut estimer la part de responsabilité des utilisateurs finaux dans l'empreinte du secteur et analyser l'impact des pratiques numériques sur l'environnement.

## **E. Création de tableaux de bord WeNR:**

1) Rapport WeNR exposant clairement le but et la portée de l'étude. Il décrit la justification de l'étude, les hypothèses formulées et la définition des concepts clés (l'unité fonctionnelle) et les limites du secteur des TIC appliquées.

2) WeNR fait référence complète de l'ensemble de données utilisées pour le calcul (sources, dates, fiabilité). Il faut également indiquer le niveau d'incertitude associé aux données et aux résultats.

3) Droits ou accès – toute confidentialité connue, droits de propriété intellectuelle, droits statutaires, licences ou restrictions sur la réutilisation des données. WeNR doit respecter les règles éthiques et légales relatives à la protection des données personnelles et sensibles.

La méthodologie WeNR s'appuie sur ces étapes. A partir de cette recommandation, nous avons créé plusieurs formules de calcul à la fois quantitatives et qualitatives.

La première étape du travail concerne le calcul de l'impact du SI d'un point de vue quantitatif. L'étude WeNR a fait le choix de ne porter que sur les Gaz à Effet de Serre (GES). Ce parti pris de ne focaliser que sur un seul type d'indicateur a permis d'être le plus précis possible sur les résultats donnés. Compte tenu de l'ensemble des données fournies et de l'ensemble des paramètres à prendre compte, il existe néanmoins une part d'incertitude dans les chiffres fournis.

La seconde étape consiste en l'évaluation de la maturité de l'organisation en termes de mise en place de bonnes pratiques numérique responsable (maturité NR) : c'est l'analyse dite qualitative.

## Analyse quantitative:

**Impact : la formule calcule l'impact GES de la fabrication des équipements numériques.**

$$I_{f_{i,c}} = F_{fab_{i,c}} \times N_i$$

*F<sub>fab<sub>i,c</sub></sub>* : Facteur d'impact de fabrication depuis ADEME

*I<sub>f<sub>i,c</sub></sub>* : Impact total de la fabrication de l'équipement *i* (en **KG eq-CO2**)

*N<sub>i</sub>* : Nombre d'équipement

**Formule 1 Calcul de la fabrication par rapport à la durée de vie totale de l'ACV**

L'impact de fabrication d'un type d'équipement est calculé en multipliant le nombre d'appareils de ce type par leur facteur d'impact de fabrication en kg eq-CO<sub>2</sub>/appareil sur toute sa durée de vie [8] [7] [6].

**Impact : Les formules calculent l'impact de l'utilisation des équipements numériques.**

$$IU_i = P_i \times \text{Temps}_{\text{use},\text{annuel}} \times F_{\text{GES}} \times PUE$$

*IU<sub>i</sub>* : Impact d'utilisation (en kg eq - CO<sub>2</sub>)

*PUE* : Indicateur d'efficacité énergétique

*P<sub>i</sub>* : Puissance de l'appareil (en kW) depuis ENERGY STAR ou ADEME

*F<sub>GES</sub>* : Facteur d'émission du pays (en kgCO<sub>2</sub>/kWh )

*Temps<sub>use,annuel</sub>* : Temps d'utilisation annuel (en heures)

$$IU_{\text{t}} = IU_i \times N$$

*IU<sub>t</sub>* : Impact total d'utilisation (en kg eq - CO<sub>2</sub>)

*N* : Nombre d'équipements

*IU<sub>i</sub>* : Impact d'utilisation (en kg eq - CO<sub>2</sub>)

#### **Formule 2 Calcul de l'utilisation rapporté sur 1 an**

Ci-dessus, nous avons d'abord calculé l'impact de l'utilisation de l'appareil en le multipliant par les heures d'utilisation par an (Nous utilisons généralement le yearly TEC d'ENERGY STAR) et par le facteur d'émission GES de l'électricité utilisée, en fonction du pays de consommation ou d'autres informations fournies par les répondants.

La source concernant le facteur du pays pour le mix énergétique provient de l'Agence européenne de l'énergie pour l'Europe des 27 [11]. Pour les autres pays du monde, celle-ci provient du site Our World in Data.

Les données sont compilées par Our World in Data à partir de trois sources principales :

- La Revue statistique de l'énergie mondiale de BP.
- Les données annuelles sur l'électricité d'Ember (2023).
- La Revue européenne de l'électricité d'Ember (2022).
- 

Our World in Data compile des informations provenant de ces trois sources pour rassembler des données sur divers aspects liés à l'énergie et à l'électricité à l'échelle mondiale. Ces sources sont largement reconnues et respectées dans le domaine de la recherche et de l'analyse énergétique [12].

La Revue statistique de l'énergie mondiale de BP est un rapport annuel qui fournit des données complètes sur la consommation d'énergie, la production, les réserves et d'autres indicateurs clés dans le domaine de l'énergie. Cela inclut également des données spécifiques

sur les sources d'énergie telles que le pétrole, le gaz naturel, le charbon, les énergies renouvelables, etc.

Ember, d'autre part, est une organisation qui se concentre spécifiquement sur l'analyse des données énergétiques et électriques. Ils publient des rapports réguliers qui fournissent des informations détaillées sur la production d'électricité, la capacité, les émissions et d'autres aspects de l'électricité. Leur rapport annuel de données sur l'électricité et leur revue européenne de l'électricité sont des références importantes pour comprendre les tendances et les développements dans le secteur de l'électricité.

Si nous calculons l'impact d'un équipement de centre de données, nous devons également le multiplier par la métrique d'efficacité énergétique de ce centre (PUE). Le PUE par défaut, utilisé lorsqu'il n'est pas spécifié, est de 1,55 [10]. Cette valeur est basée sur les données fournies par Statista, un site de référence dans le domaine des statistiques.

Le PUE (Power Usage Effectiveness) est un indicateur d'efficacité énergétique d'un centre d'exploitation informatique. Il mesure le ratio entre l'énergie totale consommée par le centre (incluant le refroidissement, le traitement d'air, les onduleurs...) et l'énergie utilisée par les équipements informatiques (serveur, stockage, réseau). Sa formule de calcul est :

$$PUE = \text{Energie totale} / \text{Energie IT}$$

On cherche à minimiser le PUE pour réduire la consommation énergétique du centre et ses coûts associés. Un PUE idéal serait de 1, mais il n'est pas physiquement possible de l'atteindre car il y a toujours des pertes d'énergie dans les systèmes électriques.

Pour obtenir l'impact total sur l'utilisation, nous le multiplions par le nombre total d'appareils de ce type.

**Impact annuel total :** Cette formule calcule l'impact global sur les GES du SI au prorata de la durée de vie des équipements.

$$I_{Global} = \sum_{i=1}^n I_i \quad I_i = \frac{I_{Fabrication}}{NB_{utilisation}} + IU_{Ti}$$

$I_{Global}$  : Impact Global (en kg eq - CO2)

$NB_{utilisation}$  : Nombre d'années d'utilisation

$IU_{Ti}$  : Impact d'utilisation (en kg eq - CO2)

$I_{Fabrication}$  : Impact de fabrication (en kg eq - CO2)

**Formule 3 Calcul final rapporté sur 1 an**

Nous avons calculé l'impact annuel global des GES (Gaz à Effet de Serre) du SI en divisant l'impact de la fabrication de chaque type d'équipement par le nombre d'années d'utilisation indiqué par le répondant, et en y ajoutant l'impact de l'utilisation sur un an. Ainsi, nous quantifions les émissions de gaz à effet de serre en fonction de la durée de vie des équipements.

## Impact du CLOUD.

L'empreinte que nous pouvons estimer sur le traitement des données dans le CLOUD est encore limitée par les recherches existantes, avec là encore des résultats mitigés. Le champ d'application de nos paramètres s'étend principalement au stockage (non-transmission) de fichiers, y compris les e-mails. Nous avons choisi d'utiliser les données de l'étude Green Cloud Computing (2021) basée sur les travaux de l'Umweltbundesamt (Agence fédérale allemande pour l'environnement), qui permet un traitement raisonnable du sujet. Les chiffres utilisés et leurs limites sont expliqués pour une compréhension détaillée du sujet.

L'empreinte que nous pouvons estimer sur le traitement des données dans le nuage est encore limitée par les recherches existantes, avec là encore des résultats mitigés. Les fourchettes que nous avons fixées sont les suivantes :

- Ne prendre en compte que les coûts de stockage (pas les coûts de transfert)
- Ne prendre en compte que les impacts sur le carbone (et non d'autres impacts tout aussi importants, comme l'eau)
- Ne pas prendre en compte l'impact de la suppression (déplacement du fichier) ou du chemin pour y accéder
- Considérer que lorsqu'une donnée est supprimée, elle l'est vraiment (plus de redondance ou d'autres sauvegardes).

Nous avons donc choisi d'utiliser les données de l'étude Green Cloud Computing (2021) basée sur les travaux de l'Umweltbundesamt (Agence fédérale allemande pour l'environnement), qui permet un traitement raisonnable du sujet.

Nous avons choisi cette étude pour différentes raisons :

- Ne prenez en compte que les coûts de stockage (pas les coûts de transfert)
- Ne prendre en compte que les impacts sur le carbone (et non d'autres impacts tout aussi importants, comme l'eau)
- Ne pas prendre en compte l'impact de la suppression (déplacement du fichier) ou du chemin pour y accéder

- Considérer que lorsqu'une donnée est supprimée, elle l'est vraiment (plus de redondance ou d'autres sauvegardes).
- Il décrit une méthode simple basée sur 4 empreintes de centres de données qui permet de comprendre en détail les empreintes de ces dispositifs.
- Il prend en compte la quasi-totalité du cycle de vie des serveurs.
- Elle fournit des résultats cohérents avec l'étude de Stanford, qui se concentrait sur le transport et le stockage avec une empreinte du cloud estimée à 400 g CO<sub>2</sub>eq/GB/an.

Les différentes limitations que nous avons rencontrées sont :

- L'étude est basée sur un périmètre limité à 4 centres de données en Allemagne.
- Les centres de données utilisés par les grandes entreprises de cloud computing pourraient être plus efficaces sur le plan énergétique.

Les données sont basées sur le mix énergétique allemand. Les données de la plupart des organisations participantes doivent être hébergées dans l'UE, du moins dans la plupart des cas, comme l'exige à peu près le GDPR. Les données personnelles peuvent être hébergées partout dans le monde. Quelques éléments du mix énergétique pour chaque région :

- Europe : 420g Co<sub>2</sub>eq/kWh
- France : 60 g Co<sub>2</sub>eq/kWh
- Allemagne : 460 g Co<sub>2</sub>eq/kWh
- Monde : 475 g de CO<sub>2</sub>/kWh

Le chiffre utilisé correspond donc à la suppression des données, ce qui réduit l'empreinte des données dans le CLOUD de 209,5 g CO<sub>2</sub>eq/Go/an qui est la division du tableau :  
Abbildung 20: CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für Online-Storage im Vergleich pour avoir la moyenne final de l'étude.

Suite à une revue critique, il a été décidé de conserver l'étude allemande mais de lui accorder une priorité par rapport au mix énergétique de la zone de stockage mentionnée dans le formulaire WeNR.

Il est important de prendre en compte le poids carbone du stockage des données lors de l'évaluation de son impact environnemental. En France, ce poids carbone est estimé à 80 gCO<sub>2</sub>e/Go.an, tandis qu'en Allemagne, il s'élève à 209,5 gCO<sub>2</sub>e/Go.an. Au niveau de l'Europe, la moyenne est de 155 gCO<sub>2</sub>e/Go.an, aux États-Unis, elle est de 190 gCO<sub>2</sub>e/Go.an, et à l'échelle mondiale, elle atteint 221 gCO<sub>2</sub>e/Go.an.

Ces chiffres reflètent les émissions de gaz à effet de serre associées à la consommation d'énergie nécessaire pour stocker et traiter les données sur une base annuelle par gigaoctet

(Go) dans chaque région. Ils prennent en compte les différentes sources d'énergie utilisées dans chaque pays ou continent pour alimenter les centres de données et les infrastructures de stockage.

## Analyse qualitative :

L'évaluation de la maturité NR est basée sur des colonnes montrant le degré d'avancement dans la mise en œuvre de chaque bonne pratique en fonction des objectifs fixés par l'organisation. L'évaluation comprend le calcul du niveau d'avancement moyen de chaque bonne pratique correspondant à chacune des 9 principales catégories (cf. Annexe 2) couvertes par le référentiel. Si aucune valeur n'est fournie pour l'une des pratiques indiquées, cette donnée ne sera pas prise en compte lors du calcul de la moyenne.

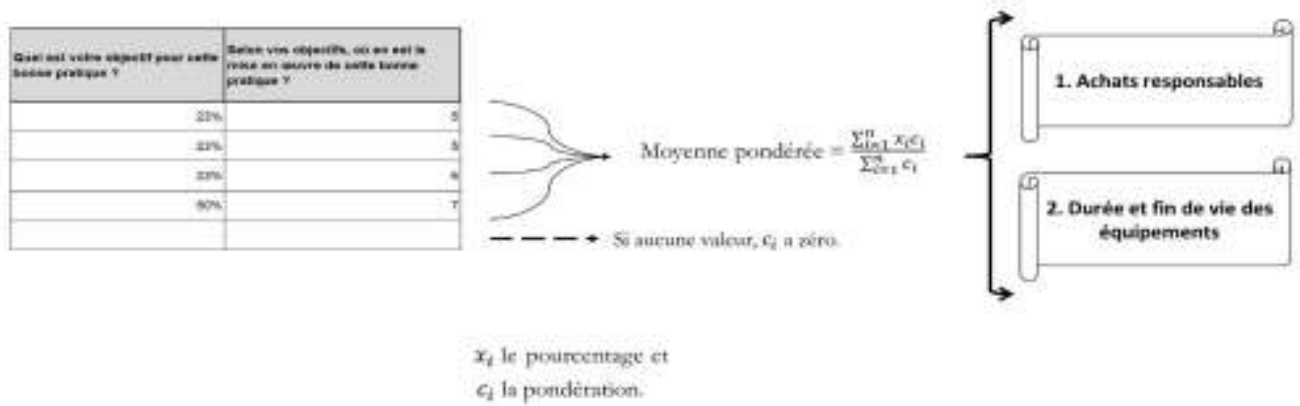
Sur base de l'expérience acquise avec l'édition 2021 du WeNR, la méthode de calcul a été revue comme suit pour l'édition 2022. L'objectif de l'analyse est d'évaluer le degré de maturité selon deux critères :

- (Xi) est l'ambition des objectifs fixés pour la réalisation d'une bonne pratique (ex : 20% d'achats de produits reconditionnés)
- (Ci) est l'avancement dans la mise en œuvre de cette bonne pratique (ex : 7/10, indiquant une mise en œuvre avancée)

La maturité est d'autant plus élevée que les objectifs sont ambitieux et leur avancement atteint.

La répartition du calcul de la maturité NR est la suivante :

- La première étape consiste à calculer la moyenne des différentes catégories associées à la bonne pratique correspondante. Avec (Xi) le pourcentage.
- Par défaut, les bonnes pratiques liées à la catégorie sont calculées avec une moyenne pondérée de 1 ; cette moyenne est automatiquement égale à 0 si aucune valeur n'est saisie. (Ci) varie de 0 à 1 en fonction de la mise en application.



**Formule 4 Calcul de la maturité**

Cette représentation montre comment les valeurs ont été calculées.

## Annexe 1 Source des données :

Source des données :

<https://www.statista.com/statistics/1229367/data-center-average-annual-pue-worldwide/>

<https://github.com/Boavizta/environmental-footprint-data> (Septembre 2022 - WeNR 2022)

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1241941/FULLTEXT01.pdf> ( Novembre 2020 WeNR 2021 et 2022)

[http://energyusecalculator.com/electricity\\_lcdleddisplay.htm](http://energyusecalculator.com/electricity_lcdleddisplay.htm) (Novembre 2020 – n'est plus utilisé)

<https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/3526-technologies-numeriques-information-et-communication-tnic-guide-sectoriel-2012.html>

( WeNR 2021 – mis à jour chiffres génériques )

<https://nuts.be-ma.fr/sources.php> (WeNR 2021 et 2022 – Sources constructeurs)

<https://ecoinfo.cnrs.fr/ecodiag-calcul/> ( WeNR 2022 – mise à jour chiffres génériques )

<https://bilans-ges.ademe.fr/> ( WeNR 2021 et 2022 – mise à jour chiffres génériques )

<https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2021/12/EU-Study-ACV-7-DEC-FR.pdf>

<https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>

## Annexe 2 Thématiques:

Thématiques :

- a. Stratégie et gouvernance
- b. Sensibilisation et formation
- c. Mesure et évaluation
- d. Réduction des achats
- e. Achat durable
- f. Phase d'usage, administration et paramétrages
- g. Services numériques
- h. Salle serveur et centre de données
- i. Fin d'usage

## Annexe 3 Norme I.1450:

A. Définir le but et le périmètre de l'étude :

1) Définir l'objectif global de l'étude en ce qui concerne la couverture du secteur des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), l'horizon temporel et la couverture géographique .

2) Définir l'unité de référence.

3) Définir les détails des limites :

- les limites du secteur des TIC ;
- l'horizon temporel, c'est-à-dire si l'étude a l'intention d'estimer l'empreinte historique, actuelle ou future ;
- les limites géographiques, c'est-à-dire si l'étude couvre le secteur des TIC dans un pays, un groupe de pays ou au niveau mondial.

B. Collecte et analyse des données :

1) Pour chaque catégorie de biens TIC, les données suivantes devront être collectées :

- volumes ;
- durée de vie opérationnelle ;
- émissions de GES par catégorie de biens ;
- émissions de GES au stade de l'utilisation ;
- émissions de GES incorporées ;

- autres facteurs d'émission de GES (électricité, stockage web).

- 2) Collecte des données contextuelles utiles à l'interprétation des résultats, telles que le nombre d'abonnés et le trafic de données.
- 3) Si l'étude vise à estimer les résultats par rapport aux émissions globales de GES, des données doivent être collectées pour ces émissions.
- 4) Pour chaque point de données, les ensembles de données disponibles doivent être analysés du point de vue de la qualité, les limites, les hypothèses, etc.

#### C. Calcul de l'empreinte du secteur des TIC :

- 1) Calcul de l'empreinte de chaque catégorie de biens TIC.
- 2) Calcul de l'empreinte globale du secteur en additionnant les empreintes des différentes catégories de biens TIC .

#### D. Interprétation des résultats :

- 1) Analyse de l'empreinte globale du secteur en additionnant les empreintes des différentes catégories de biens TIC.
- 2) Comparaison obligatoire des résultats avec d'autres études et analyse des différences et des similitudes entre les résultats .
- 3) En option, dérivation et analyse de l'empreinte par utilisateur et par trafic de données, en particulier si l'étude doit être réalisée dans le cadre d'un projet de recherche.

#### E. Création de tableaux de bord :

- 1) Rapport exposant clairement le but et la portée de l'étude. Il décrit la justification de l'étude, les hypothèses formulées et la définition des concepts clés (l'unité de référence) et les limites du secteur des TIC appliquées.
- 2) Référence de l'ensemble de données.
- 3) Droits ou accès - toute confidentialité connue, droits de propriété intellectuelle, droits statutaires, licences ou restrictions sur la réutilisation des données.

## Annexe 4 – Catégories de matériel

Equipements de bureau :

1. Desktops
2. Ecrans
3. Imprimantes
4. Laptops
5. Tablettes
6. Télévisions
7. Vidéoprojecteurs
8. Smartphones
9. Equipements réseaux

## 10. Autres équipements bureautiques

Equipements des DC :

1. Serveur lame
2. Serveur rack
3. Serveur Autre (Tours, etc.)
4. Mainframe
5. Firewall
6. Switch
7. RackOnduleur

## Bibliographie :

[1] « Accueil - Bilans GES ». <https://bilans-ges.ademe.fr/> (consulté le 20 mars 2023).

[2] Boavizta Project - Environmental Footprint Data. Boavizta, 2023. Consulté le: 20 mars 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://github.com/Boavizta/environmental-footprint-data>

[3] « EcoDiag : le calcul – EcoInfo ». <https://ecoinfo.cnrs.fr/ecodiag-calcul/> (consulté le 20 mars 2023).

[4] « Electricity usage of an LED, LCD, Plasma, CRT TV or Computer Display - Energy Use Calculator ». [https://energyusecalculator.com/electricity\\_lcdleddisplay.htm](https://energyusecalculator.com/electricity_lcdleddisplay.htm) (consulté le 20 mars 2023).

[5] « ESSAYS.SE: The WeCycle Project – Carbon Calculator development for IT equipment ». <https://www.essays.se/essay/f5e51ca115/> (consulté le 20 mars 2023).

[6] « Nuts by BeMa : Digital Ecologist - La calculatrice carbone de mes outils numériques. », Nuts by BeMa device carbon calculator. <http://nuts.Be-Ma.fr/> (consulté le 20 mars 2023).

[7] « Technologies numériques, information et communication (TNIC). Guide sectoriel 2012 », La librairie ADEME. <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/3526-technologies-numeriques-information-et-communication-tnic-guide-sectoriel-2012.html> (consulté le 20 mars 2023).

[8] S. Benqassem et al., « Version : 7 décembre 202 ».

[9] « L.1450 : Méthodologies d'évaluation de l'impact environnemental du secteur des technologies de l'information et de la communication ». <https://www.itu.int/rec/T-REC-L.1450-201809-l/fr> (consulté le 20 mars 2023).

[10] « Data center average annual PUE worldwide 2022 », Statista.  
<https://www.statista.com/statistics/1229367/data-center-average-annual-pue-worldwide/>

[11] « Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe ». <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>

[12] « Carbon intensity of electricity », Our World in Data.  
<https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>

## Méthodologie consolidation des données :

La méthodologie pour créer une base de facteurs d'impacts à partir des sources mentionnées ci-dessus consiste à suivre les étapes suivantes:

1. Téléchargez les données des sources mentionnées ci-dessus.
2. Effectuez une analyse de qualité des données pour vérifier la fiabilité, les unités et le périmètre et la pertinence des données pour votre base de facteurs d'impacts.
3. Fusionnez les données des différentes sources en utilisant des outils de traitement de données tels que Excel ou un logiciel de gestion de bases de données. S'assurer de conserver les informations d'identification de la source pour chaque entrée de données.
4. Utilisez des outils statistiques pour nettoyer et normaliser les données pour éliminer les données dupliquées ou incohérentes.
5. Validez les données en utilisant des sources de données supplémentaires pour vérifier la précision des données fusionnées.
6. Organisez les données de manière à ce qu'elles soient facilement accessibles et utilisables pour les calculs de l'empreinte environnementale.
7. S'assurer de maintenir régulièrement à jour les données en utilisant les sources les plus récentes disponibles et en effectuant une analyse de qualité régulière pour garantir la fiabilité de la base de facteurs d'impacts.

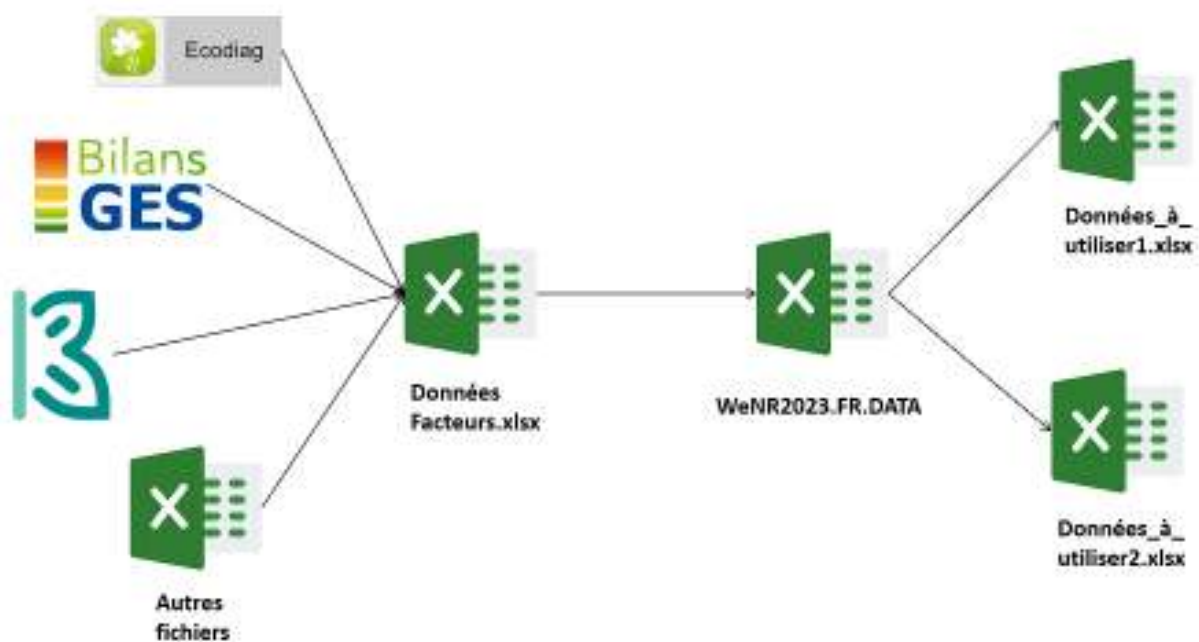
## Exemple consolidation données WeNR :

Voici un exemple d'une méthodologie détaillée pour utiliser les données de la source <https://github.com/Boavizta/environmental-footprint-data> pour créer un fichier Excel de facteurs d'impacts qui alimente le fichier final :

1. Téléchargez les données de la source en utilisant le lien fourni sur GitHub. Les données sont généralement disponibles au format CSV ou Excel. Assurez-vous de télécharger la dernière version des données pour garantir l'exactitude et l'actualité de la base de données.
2. Ouvrez le fichier téléchargé avec un logiciel de traitement de données, comme Excel, pour effectuer une analyse de qualité des données. Vérifiez la qualité des données en examinant les en-têtes de colonne, les valeurs manquantes et les données dupliquées. Assurez-vous de la cohérence des données avec celles de la base de données, sinon effectuez les conversions nécessaires. Si nécessaire, nettoyez les données en supprimant les lignes ou les colonnes contenant des erreurs ou des incohérences.
3. Nettoyez les données en supprimant les colonnes inutiles et en remplissant les valeurs manquantes avec des valeurs moyennes ou des valeurs interpolées. Utilisez des formules Excel pour automatiser ce processus. Assurez-vous de conserver les informations d'identification de la source pour chaque entrée de données pour pouvoir vérifier l'exactitude des données plus tard.
4. Organisez les données en utilisant des filtres et des tris pour regrouper les données en fonction de leur catégorie (par exemple, les données relatives aux émissions de gaz à effet de serre des Desktops). Utilisez des formules Excel pour regrouper les données et pour calculer des totaux et des moyennes.
5. Sauvegardez les données nettoyées sous un nouveau nom, comme "Données\_à\_utiliser2.xlsx" pour les utiliser dans votre algorithme.
6. Utilisez les données du fichier "Données\_à\_utiliser2.xlsx" pour alimenter l'algorithme en utilisant les formules Excel ou un langage de programmation approprié comme le JAVA utilisé dans WeNR. Vous pouvez également importer les données dans un logiciel de calcul environnemental ou un outil de gestion de données pour automatiser les calculs.
7. Assurez-vous de mettre à jour régulièrement les données en utilisant les sources les plus récentes disponibles pour garantir la fiabilité de la base de facteurs d'impacts utilisée dans l'algorithme. Il est également important de valider les données avec des sources supplémentaires pour vérifier leur précision.
8. Une fois que vous avez créé votre fichier Excel de facteurs d'impacts, vous pouvez utiliser ces données pour effectuer des calculs de l'empreinte environnementale et des analyses de scénarios. Assurez-vous de documenter toutes les étapes de votre processus pour pouvoir reproduire les calculs et les analyses plus tard.

Mode d'emploi pour la compréhension des bases de données :

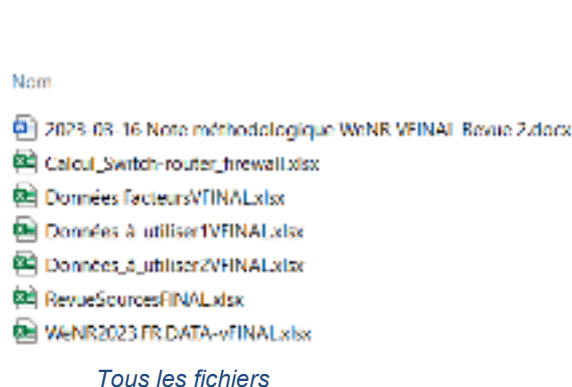
**Avant-propos :**



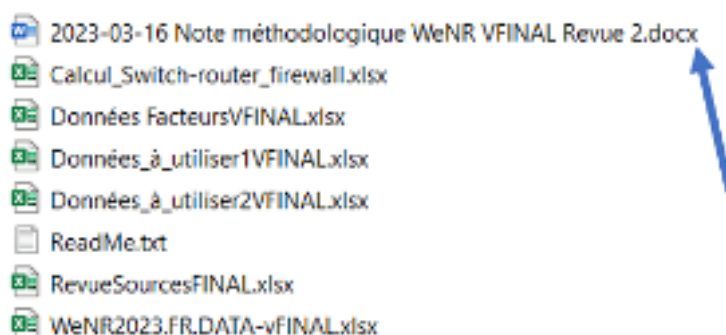
*Déroulement du processus de fabrication de la base de données.*

Tout d'abord, on récolte toutes les données avec les méthodes décrites dans la note, dans le fichier "DonnéesFacteurs.xlsx". Celui-ci est repris dans le fichier "WeNR2023.FR.DATA" afin d'être traité pour enfin être scindé en deux blocs : "Données\_à\_utiliser1.xlsx" pour les DC et "Données\_à\_utiliser2.xlsx" pour les équipements d'inventaire.

Nous allons détailler le contenu de chaque fichier présent dans l'image ci-dessous. Cette image fournit une vue d'ensemble des fichiers disponibles, et nous allons examiner attentivement chacun d'entre eux pour en comprendre le contenu et l'importance. En analysant chaque fichier individuellement, nous pourrions obtenir des informations précieuses et approfondies sur les données qu'ils contiennent, ce qui nous permettra de mieux appréhender le contexte et d'effectuer des analyses plus précises. Notre objectif est de fournir une compréhension complète de chaque fichier afin de maximiser notre utilisation des informations disponibles.

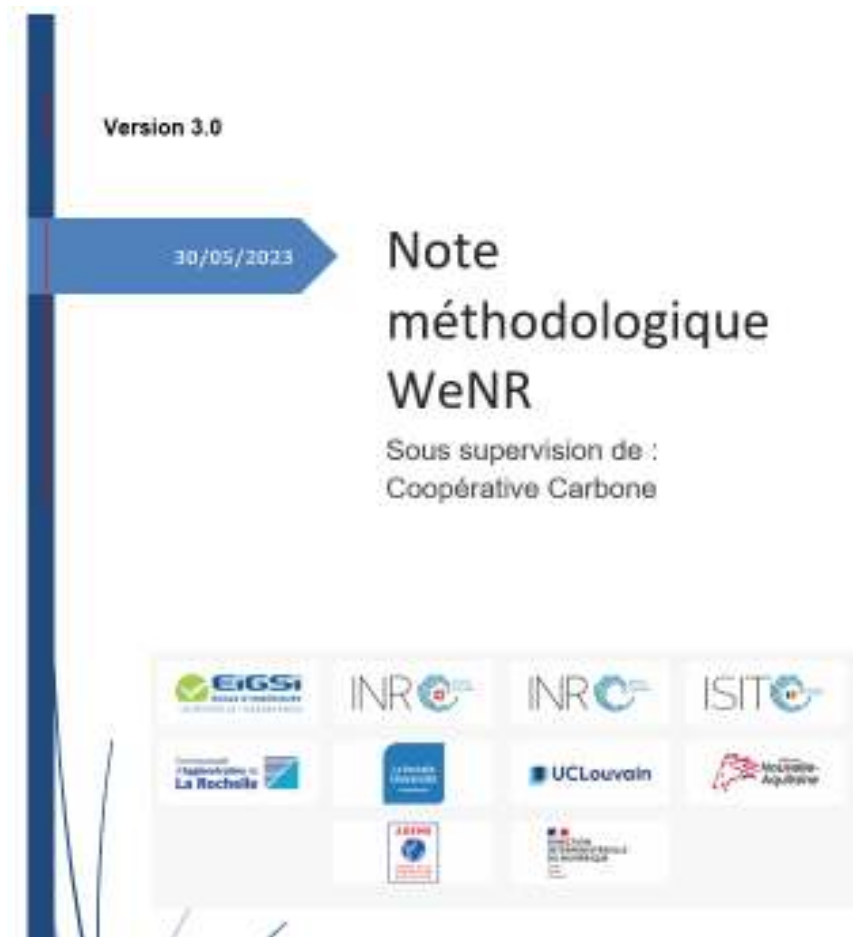


### 1) Description fichier Note méthodologique WeNR :



*Fichier Note méthodologique*

Il s'agit d'un fichier de documentation essentiel qui fournit des informations détaillées et organisées. Ce type de fichier est généralement utilisé pour enregistrer et partager des connaissances, des procédures, des spécifications techniques ou d'autres informations pertinentes.



*Fichier Note méthodologique*

La note méthodologique contient l'intégralité du processus WeNR ainsi que sa méthodologie. Cette note détaille les étapes clés du processus, depuis la collecte des données jusqu'à l'analyse et l'évaluation final.

## 2) Description fichier Calcul Switch-router firewall :



*Fichier avec Calcul\_Switch-router\_firewall*

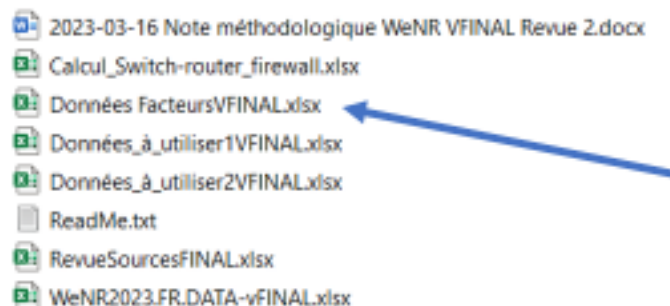
Fichier de calcul intermédiaire pour l'équipement des datacenters et les commutateurs bureautiques.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Marque	Modele	Nb ports	Poids (kg)	Prix (HT)	Prix (TTC)	Prix (dollars)	Gamme (calcul)
38	Cisco	S2113R32K1-24P-4X-L	24	3,53	842,00 €			2-En bas de gamme
39	Cisco	Catalyst 1000-19P-4X-L	10	5,43	2 017,20 €	2 569,00 €		3-Milieu de gamme
40	Cisco	SD-CUS220 24P-4G	24	3,03	400,00 €	575,00 €		2-Entrée de gamme
41	Cisco	Catalyst 9500	16	10,7	13 600,00 €	17 000,00 €		4-Haut de gamme
42	Cisco	Nexus 93180YC-FX	48	7,8	11 000,00 €	13 869,00 €		4-Haut de gamme
43	Cisco	Catalyst 9200	48	5,41	7 200,00 €	8 910,00 €		4-Haut de gamme
44	Cisco	Catalyst 9200L	40	5,5	3 200,00 €			3-Milieu de gamme
45	Cisco	Catalyst 9200L 24P-4X-A	24	5,61	4 012,00 €			3-Milieu de gamme
46	Cisco	Catalyst 3850 48T-S	48	7,7	4 372,00 €			3-Milieu de gamme
47	Cisco	ISR4451	15,4		10 074,00 €			4-Haut de gamme
48	Cisco	ISR4451	10,2		6 424,00 €			4-Haut de gamme
49	Cisco	ISR4451	17,1		7 891,00 €			4-Haut de gamme
50	Cisco	ISR4451	7,0		3 250,00 €			3-Milieu de gamme
51	Cisco	ISR4321	4,8		2 741,00 €			3-Milieu de gamme
52	Cisco	ISR4221	3,68		2 302,00 €			3-Milieu de gamme
53	HP	Intersled Services Router 4301	6		3 617,00 €			3-Milieu de gamme
54	D-Link	DGS-116	5	0,268	22,19 €	27,71 €		1-Entrée de gamme
55	D-Link	GD SW 5G	5	0,105	12,00 €			1-Entrée de gamme
56	D-Link	GD SW 8G	8	0,33	22,00 €			1-Entrée de gamme
57	D-Link	GD SW 24G	24	1,35	70,00 €			1-Entrée de gamme
58	D-Link	DGS-1102-08PV2	8	0,42	85,00 €			1-Entrée de gamme
59	D-Link	DGS-1210-08P	20	1,87	840,00 €			2-En bas de gamme
60	D-Link	DXS-1210-121C	12	3,15	1 010,00 €			3-Milieu de gamme
61	D-Link	DPS 7906 280G	20	4,5	4 999,00 €			3-Milieu de gamme
62	DELL	PowerSwitch N3248PXE ON		7,98	11 501,00 €			4-Haut de gamme

Fichier avec les calculs des éléments spécifiques des équipements DC.

Le fichier a été créé dans le but de classer les switches/routeurs en fonction de leur gamme, à savoir haut, moyen et bas. Les switches et routeurs ont été regroupés car ils intègrent généralement les deux spécificités lorsqu'il s'agit de gammes élevées ou moyennes. Le fichier comprend également des pare-feu, des onduleurs et des Mainframe. Les onduleurs et aussi les mainframes sont basés sur des ACV spécifiques aux constructeurs. Cette classification permet une meilleure organisation et une compréhension claire des équipements réseau et de leur niveau de performance, ce qui facilite la gestion et la prise de décisions en matière d'infrastructure informatique.

### 3) Description fichier Données Facteurs :



Fichier Données Facteurs

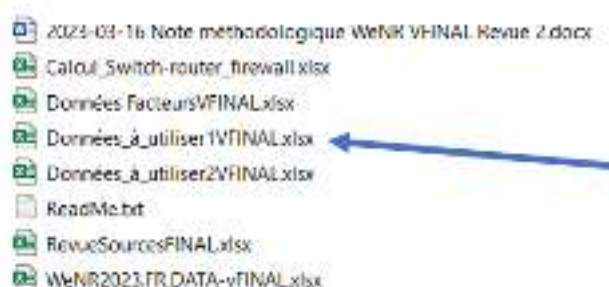
Le fichier source suprême est un élément essentiel dans le processus, Il s'agit du fichier d'origine, souvent considéré comme la référence ultime, à partir duquel toutes les autres versions et modifications sont dérivées.

Liste des données ADEME				
Catégorie	Nom de la donnée (longue)	Quantité de références	Unité	Durée de vie de l'équipement (en années)
<b>Equipements terminaux</b>				
Ordinateur portable	Impact moyen d'un ordinateur portable, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie pour un usage personnel ramené à un an d'utilisation	1	an	4
	Impact moyen d'un ordinateur portable, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie pour un usage professionnel ramené à un an d'utilisation	1	an	4
Tablette	Impact moyen d'une tablette, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie ramené à un an d'utilisation	1	an	4
Smartphone	Impact moyen d'un smartphone, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie ramené à un an d'utilisation	1	an	3
Ordinateur fixe (sans écran)	Impact moyen d'un ordinateur fixe, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie pour un usage personnel ramené à un an d'utilisation	1	an	6
	Impact moyen d'un ordinateur fixe, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie pour un usage professionnel ramené à un an d'utilisation	1	an	6
Bureau d'ordinateur	Impact moyen d'un bureau, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie ramené à un an d'utilisation	1	an	7
Téléviseur	Impact moyen d'un téléviseur, incluant la fabrication, le transport et la fin de vie ramené à un an d'utilisation	1	an	8

Exemple de fichier avec l'onglet NegaOctet

Ce fichier contient toutes les sources de données brutes collectées. En ce qui concerne les sources d'ECO-DIAG, il s'agit d'un fichier JavaScript spécifique qui recueille les informations pertinentes liées à l'empreinte environnementale. Ces données non traitées représentent une mine d'informations précieuses pour nos analyses ultérieures et nous permettent d'obtenir une vision détaillée et complète des différentes mesures et indicateurs environnementaux.

#### 4) Description fichier Données à utiliser1 :



Fichier Données\_à\_utiliser1

Le fichier final utilisé dans le code

	Construction (kg CO2-eq)	Utilisation annuelle (tWh) (yearly TEC)
<b>Switch</b>		
Forme de gamme	278	1095
Milieu de gamme	404	1095
Haut de gamme	670	1095
<b>Serveur lame</b>		
Modèle générique	1803,047847	1510,278148
Dell PowerEdge F0450	1652,04	917,5
Dell PowerEdge F0510	1727,91	1157,1
Dell PowerEdge T0440	1710,02	1110,1
Dell PowerEdge T0430	1820,88	1735,8
Dell PowerEdge M630	1652,42	1063,964
Dell PowerEdge M610	1916	1215,012
Dell PowerEdge M610	1720,2	1770,240
<b>Serveur rack</b>		
Modèle générique	1324,851707	1837,108125
Dell PowerEdge C4130	1244,8	2767,721
Dell PowerEdge C4140	1305,6	1325
Dell PowerEdge C0120	1250,15	1342,0
Dell PowerEdge R710	1152,00	1011,242
Dell PowerEdge R740	1124,00	980,7
Dell PowerEdge R320	1173,88	1024,8
Dell PowerEdge R340	1171,52	957,3
Dell PowerEdge R430	1158,05	1710,3
Dell PowerEdge R410	1181,46	1460,002
Dell PowerEdge R540	1257,42	1576,268
Dell PowerEdge R520	1252,18	1433,574
Dell PowerEdge R640	1414,1	1750,3

Fichier contenant les équipements de DC.

Ce fichier contient les facteurs finaux pour les data centers. Les deux colonnes correspondent au Yearly TEC (Total Energy Consumption) et aux facteurs de fabrication. Le Yearly TEC représente la consommation totale d'énergie sur une année donnée, tandis que les facteurs de fabrication englobent les éléments liés à la conception, à la construction et aux composants du data center.

La construction est la multiplication du Use-Ratio. Voir le fichier intermédiaire.

## 5) Description fichier Données à utiliser2 :



Fichier Données\_à\_utiliser2



Il s'agit d'un fichier source.

	A	B	C	D	E	F
1	UserEquipements		gwp_total	yearly_tec		
2	Téléphone_sans_fil_DECT		15	27		
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

**kingsolsifaire guigui28:**  
<https://www.cstjeon.qc.ca/sites/cstjeon.qc.ca/files/2020-04/Life%20Cycle%20Assessment%20of%20ICT.pdf>

*Commentaire avec le lien de l'article lié à l'équipement.*

Ce fichier contient l'unique article scientifique qui a été utilisé comme source principale de données. Cet article constitue une référence essentielle pour notre recherche, fournissant des informations précieuses et fiables. Nous avons analysé attentivement son contenu et extrait les données pertinentes afin d'alimenter notre base de données. La qualité et la fiabilité de cette source sont cruciales pour garantir l'exactitude et la validité de nos résultats.

## 7) Description fichier WeNR2023.FR.DATA :



*Fichier WeNR2023.FR.DATA*



souhaitons effectuer le même processus que nous avons effectué pour les facteurs de fabrication des switches, routeurs et firewalls pour la consommation énergétique moyenne.

<p>Routeurs de télécommunications (par U)</p>	<p>Une approche de valorisation consiste à positionner une valeur médiane de 3 kWh/jour et par U avec un coefficient d'incertitude de 50% (+ou-). Sur une année complète (fonctionnement 24/24) la consommation estimée est de 1 095 kWh/an par U avec une incertitude de 50%.</p> <p>Sources :</p> <p>Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique (volet courrier électronique) - p 16. <a href="http://www.cisrnc.com/en/114/prod/collateral/routeurs/265/261/prod_brochure06400600000110.pdf">http://www.cisrnc.com/en/114/prod/collateral/routeurs/265/261/prod_brochure06400600000110.pdf</a></p>
---	--

Valeur ADEME de 1 095 kWh/an