

Eco-TIC

ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES

Partie I - Comprendre les enjeux environnementaux du numérique :
impacts et constats globaux

© Rémy Coudrier - V2.03

Eco-TIC

ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES

« Je lis dans l'avenir la raison du présent »
Alphonse de Lamartine, 1790-1869

L'éco-conception de services numériques est une démarche consistant à intégrer une réflexion sur la nature des contenus des services proposés et leur impact environnemental.

Il ne s'agit pas de rejeter le digital mais de porter une réflexion plus durable et de prôner un usage plus maîtrisé du numérique. Cela passe par des choix qui produisent le moins d'impact possible sur l'environnement.

© Rémy Coudrier - V2.03

Eco-TIC

ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES

POSITIONNEMENT DE CE COURS

ÉCO-TIC

ÉCOCONCEPTION

GREEN COMPUTING

GREEN IT

TIC ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

© Rémy Coudrier - V2.03

Eco-TIC/ Première partie

ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES PREMIÈRE PARTIE

Première partie :

- Enjeux globaux
- Indicateurs
- Constats
- Répartition des Impacts

© Remy Coudrier - V2.03 4

Eco-TIC/ Première partie

GES : GAZ À EFFET DE SERRE

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX ENJEUX



Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) confirme que le réchauffement planétaire de 1,5°C et de 2°C sera dépassé au 21e siècle, à moins que des réductions importantes des émissions de CO2 et d'autres gaz à effet de serre ne soient réalisées dans les prochaines décennies [1].

Chaque secteur de l'activité humaine doit contribuer à limiter et à réduire les émissions de CO2 et d'autres gaz à effet de serre. Le secteur numérique aussi, en effet ...

- Les émissions de GES pour les services numériques dans les pays industrialisés représentent plus de 4 % de leurs émissions de GES [2].
- Ce pourcentage est en forte croissance : **+10% par an entre 2010 et 2020**, cette tendance est encore accentuée depuis 2020 avec l'arrivée des objets connectés en synergie avec la 5G.

[1] Study commissioned by the European Parliamentary group of the Greens/EFA, 2021
[2] Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021

© Remy Coudrier - V2.03 5

Eco-TIC

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX ENJEUX : VUE GÉNÉRALE



L'inégalité mondiale de l'empreinte écologique
Émissions moyennes de CO₂ par habitant dans les régions sélectionnées en 2019, en tonnes (eqCO₂) *

Monde : 6.9

* Incluent les émissions liées à la consommation domestique, importations nettes de biens et services, investissements publics et privés.
Source : World Inequality Report 2022

© Remy Coudrier - V2.03 6

Eco-TIC/ Première partie

ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES PREMIÈRE PARTIE

Première partie :

- Enjeux globaux
- Indicateurs
- Constats
- Répartition des Impacts




© Rémy Coudrier – V2.03 13

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX INDICATEURS CLASSIQUEMENT RETENUS

- ✓ Empreinte écologique des services numériques ne cesse de s'accroître avec une croissance à deux chiffres sur tous les indicateurs d'impacts environnementaux.
- ✓ Raréfaction des énergies carbonées, des métaux rares, changements climatiques, atteintes à la biodiversité, pollution des eaux et de l'air...


Indicateurs classiquement retenus pour évaluer les impacts environnementaux des services numériques

Tension sur l'énergie	Réchauffement global	Tensions sur l'eau douce	Épuisement des ressources
			
MJ/EP	kg équivalent CO2	Litre ou m3	kg équivalent SB

© Rémy Coudrier – V2.03 14

Eco-TIC

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX INDICATEUR : PED



Consommation d'énergie primaire (PED)

- ✓ L'énergie primaire (Primary Energy) est l'énergie nécessaire pour fabriquer l'énergie finale (Final Energy). Dans le domaine du numérique, en fin de l'étape du cycle de vie d'un équipement, on utilise différentes énergies primaires pour fabriquer différentes énergies finales.

Par exemple, pour extraire des minerais, on utilise du gasoil que l'on transforme en force motrice permettant d'animer une excavatrice. Lors de l'utilisation, l'électricité est fabriquée à partir de différentes sources d'énergie primaire : rayonnement solaire, réaction nucléaire, combustion de charbon, etc.

- ✓ **Nom standard** : *Primary Energy Depletion (PED)*
Unité : Mégajoule (MJ) d'énergie primaire
Equivalences grand public : consommation électrique d'une ampoule à incandescence de 25 Watts ou d'un radiateur électrique de 1 000 Watts

© Rémy Coudrier – V2.03 15

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
INDICATEUR : GWP



Réchauffement global (GWP)


- ✓ Les émissions anthropiques de différents gaz à effet de serre dans l'atmosphère contribuent au réchauffement global (*Global Warming Potential* ou GWP) de l'eau, de l'air et du sol. Ce réchauffement global se traduit notamment par un dérèglement des climats locaux.
- ✓ **Nom standard** : *Global Warming Potential* (GWP)
Unité : kg équivalent CO2 (kg eq. CO2)
Équivalence grand public : kilomètre parcouru par un véhicule thermique léger
1km effectué = environ 112 gEqCO2

Source BENCHMARK GREEN IT 2021 - Version 0.2 - Août 2021 - GreenIT.fr [6]

© Rémy Coudrier - V2.03 16

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
INDICATEUR : UD




Consommation d'eau douce (WD)

- ✓ L'eau bleue est l'eau facilement mobilisable par les êtres humains (en opposition à l'eau verte captable uniquement par les végétaux). Plus le numérique consomme d'eau bleue et moins elle est disponible pour d'autres usages à un instant t.
- ✓ Par ailleurs, en cas de stress hydrique, l'industrie numérique n'est plus capable de fabriquer les équipements que nous utilisons au quotidien. Enfin, la fabrication du papier et de l'électricité nécessite beaucoup d'eau.
- ✓ **Nom standard** : *Water Depletion* (WD)
Unité : litre d'eau bleue (l ou m3 d'eau)
Équivalences grand public : canette (33 centilitres), pack d'eau minérale (9 litres), douche (60 litres)

© Rémy Coudrier - V2.03 17

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
INDICATEUR : ADP



Épuisement des ressources abiotiques (ADP)

- ✓ La contribution à l'épuisement des ressources abiotiques (ressources naturelles non renouvelables) évalue l'impact du numérique en matière d'épuisement des stocks de minerais et d'énergie fossile.
- ✓ **Nom standard** : *Abiotic Depletion Potential* (ADP)
Unité : kg équivalent antimoine (kg eq. SB)
Équivalence grand public : kg de terre excavée

© Rémy Coudrier - V2.03 18

Eco-TIC/ Première partie

ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES
PREMIÈRE PARTIE

Première partie :

- Enjeux globaux
- Indicateurs
- **Constats**
- Répartition des Impacts

© Rémy Coudrier – V2.03 19

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DES SERVICES NUMÉRIQUES (MONDE)

▶ **A l'échelle mondiale pour un an**

- ✓ 7300 TWh d'énergie primaire
- ✓ 1 600 millions de tonnes équivalent CO2
- ✓ 8 milliards de m3 d'eau
- ✓ 1570 TWh d'électricité



▶ **A l'échelle de la personne / an**

- ✓ 1 800 kWh d'énergie primaire
- ✓ 400 kg de gaz à effet de serre
- ✓ 1 900 litres d'eau bleue
- ✓ 380 kWh d'électricité




Source France Stratégie, 2019 [1]
Source INUM, GreenIT.fr 2020, [5]

© Rémy Coudrier – V2.03 20

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DES SERVICES NUMÉRIQUES (MONDE)

▶ **A l'échelle mondiale pour un an**

- ✓ 7300 TWh d'énergie primaire
- ✓ 1 600 millions de tonnes équivalent CO2
- ✓ 8 milliards de m3 d'eau
- ✓ 1570 TWh d'électricité



▶ **A l'échelle de la personne / an**

- ✓ 1 800 kWh d'énergie primaire
- ✓ **Fabrication de 32 tél. mobiles**
- ✓ 400 kg de gaz à effet de serre
- ✓ **2 tonnes CO2 eq. par français**
- ✓ 1 900 litres d'eau bleue
- ✓ **300 packs d'eau minérale de 6l**
- ✓ 380 kWh d'électricité
- ✓ **6 % conso. élec. annuelle**




Source France Stratégie, 2019 [1]
Source INUM, GreenIT.fr 2020, [5]

© Rémy Coudrier – V2.03 21

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
CHIFFRES DE L'EMPREINTE DES SERVICES NUMÉRIQUES (EUROPE-28)

✓ **A l'échelle européenne (UE-28)**

- 571 Mt de matériaux déplacés,
- 283 TWh sur un total de 3 054 TWh pour UE-28
- 115,94 Mt de production de déchets
- 185 Mt éq. CO2 sur un total de 4 378 Mt éq. CO2

Source Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021 [2]

© Rémy Coudrier – V2.03 22

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
CHIFFRES DE L'EMPREINTE DES SERVICES NUMÉRIQUES (EUROPE-28)

✓ **A l'échelle européenne (UE-28)**

- 571 Mt de matériaux déplacés,
Poids de 9,20 milliards d'êtres humains (62 kg en moyenne).
Environ le poids de tous les êtres humains de la planète.
- 283 TWh sur un total de 3 054 TWh pour UE-28
Environ 32 344 000 radiateurs (1 000 W) alimentés pendant 1 an.
- 115,94 Mt de production de déchets
Environ le poids de 1,87 milliard d'humains (en moyenne 62 kg).
- 185 Mt éq. CO2 sur un total de 4 378 Mt éq. CO2
L'impact sur le changement climatique est similaire à 370 000 allers-retours d'un avion de 500 passagers Paris-New-York
Environ 63 ans de connexion Paris-New-York avec 16 avions par jour.

Source Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021 [2]

© Rémy Coudrier – V2.03 23

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT ET ENJEUX GLOBAUX
CHIFFRES DE L'EMPREINTE DES SERVICES NUMÉRIQUES (FRANCE)

✓ **A l'échelle de la France, pendant un an**

- 180 TWh d'énergie primaire ;
- 24 millions de tonnes équivalent CO2 ;
- 559 millions de m3 d'eau douce ;
- 833 tonnes équivalent de ressources antimoine.
- 40 TWh d'électricité (8,3%)

✓ **A l'échelle d'un utilisateur en France, pendant un an**

- 3 100 kWh d'énergie primaire
- 420 kg de gaz à effet de serre ;
- 9 700 litres d'eau douce ;
- 14 grammes équivalent antimoine.



 **Trop abstrait pour vous** 

Source INUM, GreenIT.fr 2021, [7]

© Rémy Coudrier – V2.03 24

Eco-TIC/ Première partie

CONSTAT - EMPREINTE ECOLOGIQUE
TD 1.1- IMPACT DES RECHERCHES SUR LE UEB

TD No1 : Génie Logiciel Ecoconception de services numériques

Ecoconception de services numériques

» POSITIONNEMENT DU TD

Secteur	Cible	Unité d'enseignement	Cours	Chapitre	Durée	Logiciel nécessaire
Sciences et Technologie	étudiant cycle informatique	Génie Logiciel	Ecoconception de services numériques	Partie 1	1:30 heure	Néant

Lien vers le TD1.2 : Empreinte écologique d'une service choisi- 30 mn

© Rémy Coudrier - V2.03 31

Eco-TIC/ Première partie

ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES PREMIÈRE PARTIE

Première partie :

- Enjeux globaux
- Indicateurs
- Constats
- Répartition des Impacts

© Rémy Coudrier - V2.03 32

Eco-TIC/ Première partie

RÉPARTITION MULTICRITÈRE DES IMPACTS MESURE D'IMPACT

✓ La norme ISO 14040 propose une méthodologie pour analyser les impacts environnementaux d'un produit ou d'un service à chaque étape de son cycle de vie.

✓ Cette approche retient 5 grandes étapes :

- Conception
- Fabrication
- Distribution
- Utilisation
- Fin de vie

Etapas généralement retenues dans les études

© Rémy Coudrier - V2.03 33

Eco-TIC/ Première partie

RÉPARTITION MULTICRITÈRE DES IMPACTS EN FONCTION DE L'ÉTAPE DU CYCLE DE VIE

✓ 3 principales étapes significatives :

- **Fabrication**
- **Utilisation**
- **Fin de vie (faible impact)**

%	Energie	GES	Eau	Ressources ⁽¹⁾
Fabrication	41 %	83 %	88 %	100 %
Impacts d'abord liés à la fabrication des appareils				
Utilisation	59 %	17 %	12 %	0 %

Répartition en fonction de l'étape du cycle de vie des impacts du numérique en France en 2020

Source INUM, GreenIT.fr 2021, [7]

© Rémy Coudrier – V2.03 34

Eco-TIC/ Première partie

RÉPARTITION MULTICRITÈRE DES IMPACTS EN FONCTION DES TIERS

✓ 3 principaux « tiers » significatifs :

- **les équipements des utilisateurs**
- **les réseaux qui relient les utilisateurs entre eux et centres info.**
- **les centres informatiques qui hébergent des serveurs**

%	Energie	GES	Eau	Ressources ⁽¹⁾
Utilisateurs	64 %	84 %	91 %	79 %
La fabrication et l'utilisation des équipements « utilisateurs » => majorité des impacts				
Réseau	21 %	10 %	5 %	15 %
Centres informatiques ⁽¹⁾	15 %	6 %	4 %	6 %

Répartition par tiers des impacts du numérique en France en 2020

Source INUM, GreenIT.fr 2021, [7]

© Rémy Coudrier – V2.03 35

Eco-TIC/ Première partie

RÉPARTITION MULTICRITÈRE DES IMPACTS FOCUS SUR L'IMPACT DES UTILISATEURS FRANÇAIS EN 2020

✓ Question : Est-ce la fabrication ou l'utilisation qui est le principal facteur d'impact ?

%	Energie		GES		Eau		Ressources ⁽¹⁾	
	FAB	USE	FAB	USE	FAB	USE	FAB	USE
Utilisateurs	37 %	27 %	76 %	8 %	86 %	5 %	79 %	0 %

La fabrication des équipements « utilisateurs » est le principal contributeur d'impacts

Source INUM, GreenIT.fr 2021, [7]

© Rémy Coudrier – V2.03 36


Eco-TIC/ Première partie

RÉPARTITION MULTICRITÈRE DES IMPACTS

FOCUS SUR L'IMPACT DES EQUIPEMENTS UTILISATEURS FRANÇAIS

Les équipements des utilisateurs totalisent
64 à 91 % des impacts

- ✓ Ordinateurs et les écrans associés 15 % à 24 %
- ✓ **Télévisions et les box TV, décodeurs,...** **22 % à 65 %**
- ✓ Téléphones mobiles (98 millions d'unités) 4 à 9 %
- ✓ Objets connectés grand public non significatif
- ✓ Objets connectés professionnels non mesuré

 **Exemple** : la fabrication d'une télé de 47 pouces émet 479 kg de gaz à effet de serre et elle nécessite 26 000 litres d'eau !

© Rémy Coudrier – V2.03 37

Eco-TIC/ Première partie

RÉPARTITION MULTICRITÈRE DES IMPACTS

BILAN DE L'EMPREINTE DES SERVICES NUMÉRIQUES

Réaliser un bilan d'impact complet permet d'obtenir :

- ✓ une **Empreinte environnementale**
 - Changement climatique (Gaz à effet de serre)
 - Tension sur l'eau (Eau verte et Eau bleue)
 - Epuisement de l'Énergie (Quantité d'énergie primaire)
 - Epuisement des Ressources (Quantité de ressources abiotiques)
 - Les flux (déchets papier, DEEE, électricité)
 - Les aspects Tertiaire et Transport de la DSI
- ✓ Un niveau de **Maturité**
 - Définir le niveau de sa maturité sur la base de bonnes pratiques clés, des Achats jusqu'à la gestion de fin de vie du matériel, en passant par la gouvernance, la gestion des postes de travail et les data center
- ✓ Un niveau de **Performance**
 - Définir un niveau de performance en positionnement les résultats obtenus sur une échelle (min, moyenne, max) basée sur les résultats d'autres acteurs similaires du secteur d'activité

© Rémy Coudrier – V2.03 38

Eco-TIC/ Première partie

L'ÉCOCONCEPTION DE SERVICES NUMÉRIQUES

REFERENCES

- [1] IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte & al. (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. P.18
- [2] DIGITAL TECHNOLOGIES IN EUROPE: an environmental life cycle approach, study commissioned by the European Parliamentary group of the Greens/EFA, Version: 7 December 2021
- [3] France Stratégie, Appliquer la démarche d'écoconception aux services numériques, support de Frédéric Bordage, 21 fév. 2019
- [4] France Stratégie, Les enjeux de l'écoconception, Application au numérique, Cycle « L'impact environnemental du numérique » Séquence 5, Erwan AUTRET, ADEME, 21 février, 2019
- [6] BENCHMARK GREEN IT 2021 - Version 0.2 - Août 2021 - GreenIT.fr
- [7] IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE EN FRANCE – Version 0.8 - Janvier 2021 - GreenIT.fr
- [8] ADEME <http://www2.ademe.fr/>

© Rémy Coudrier – V2.03 39
