

Intelligence artificielle

Impacts environnementaux et sanitaires

21 octobre 2025 – 60 minutes



etudes@greenit.eco



Qui sommes nous ?

Ecosystème Green IT

4 organisations en une



Association 1901
d'intérêt général



Information
Etudes
Plaidoyer



Collectif d'experts



Conseil - Expertise
Formation
Benchmark Green IT



Club d'organisations



Echanges
Compétence



CNumR



Outils
Référentiels

Ecosystème Green IT

Quelques livrables



Teaser !

- **Durée de vie d'un GPU 3 à 5x plus courte qu'un serveur traditionnel, consommation électrique jusqu'à 4x supérieure.**
- **80% des DC sont obsolètes face aux besoins de l'IA**
- **70 % des impacts de l'IA ne sont pas des émissions de GES**
- **Rejets de particules fines : 5 décès par jour en 2025 et 34 en 2030**
- **7x plus d'impacts entre 2025 et 2030**
- **GES : 62% du budget annuel soutenable de l'Europe en 2030**

Agenda



1. Etude
 2. Méthodologie
 3. Périmètre & inventaire physique
 4. Impacts 2025-2030
 5. Conséquences
 6. Recommandations
- Q&A

1. Etude

Mais pourquoi ?!

Auteurs

- Auban Derreumaux, innov'ICTion
- Frédéric Bordage, GreenIT.fr
- Laure Alfonsi, Zeb & Web



Contributeurs

- Frédéric Varlet, consultant NR
- Estée Desanctis, indépendante - EcoDesign
- Jérôme Gascoin, spécialiste FinOps et GreenOps
- Xavier Prizé, consultant NR



Editeur

- Association Green IT



Product Carbon Footprint (PCF) for NVIDIA HGX H100 - Nvidia

- ☐ Uniquement le GPU et monocritère



More than Carbon: Cradle-to-Grave environmental impacts of GenAI training on the Nvidia A100 GPU - Sophia Falk et al.

- ☐ ACV multicritère d'un GPU A100



Intelligence artificielle, données, calculs : quelles infrastructures dans un monde décarboné ? - The Shift Project

- ☐ Etude monocritère Gaz à Effet de Serre (GES) des serveurs IA à l'échelle mondiale

- **Trop de chiffres fantaisistes**
De 1,3 à plus de 300 g eqCO2 d'intensité, des kWh qui ne disent rien des impacts...
- **Une étude monocritère GES (Shift Project)**
Mais GES = 31 % max des impacts. Quid des 69 % restants ?
- **Au final, impossible de réfléchir au sujet**
 - Sans une approche holistique des impacts
 - Reposant sur une approche méthodologique standard
- **D'où la nécessité d'une première ACV sur le sujet**
 - Multicritères
 - Basée sur des normes et standards reconnus (ISO, PEF, etc.)
 - Intégrant l'ensemble des composantes de l'infrastructure

2. Méthodologie

ACV, PEF, RCP, et autres acronymes

- **Méthode de quantification : ACV simplifiée type screening**
- **Trois méthodologies standards**
 - Analyse du Cycle de Vie (ACV) *de l'ISO*
 - Product Environmental Footprint (PEF) *de la Commission Européenne*
 - Référentiel de Catégorie de produit (RCP) Services Numériques *de l'ADEME*
- **Bases de données de facteurs d'impacts**
 - NegaOctet et EcolInvent conformes ISO et PEF
 - 16 indicateurs d'impacts
 - 4 étapes du cycle de vie : fabrication, distribution, utilisation, fin de vie

Les 16 indicateurs

Norme

Indicateur	Description	Unité
ADPe	Epuisement des ressources abiotiques matière (métaux et minéraux)	kg SB eq.
ADPf	Epuisement des ressources abiotiques fossiles	MJ EP
AP	Potentiel d'Acidification	molc H+ eq
CTUe	Toxicité pour la biodiversité (éco-toxicité)	CTUe
CTUh	Toxicité pour les êtres humains, cancers	CTUh
CTUH-nc	Toxicité pour les êtres humains, autre que cancers	CTUh
EpF	Eutrophisation des milieux aquatiques (eau douce)	kg P eq
Epm	Eutrophisation des milieux aquatiques (mers et océans)	kg N eq
Ept	Eutrophisation terrestre	molc N eq
GWP	Potentiel de réchauffement global	kg CO2 eq.
IR	Rayonnements ionisants	kBq U235 eq
<i>LU</i>	<i>Artificialisation des sols</i>	<i>LU</i>
ODP	Potentiel de réduction de la couche d'ozone	kg CFC-11 eq
PM	Particules fines	Disease incidence
POF	Formation d'ozone photochimique	kg NMVOC eq
WU	Utilisation de l'eau douce - cycle de l'eau	m3 world eq

- **Trois unités fonctionnelles**
 - UF1 : **Fabriquer un serveur IA**
 - UF2 : **Utiliser ce serveur IA** pendant 1 an
 - UF3 : **Utiliser n serveurs IA dans le monde** pendant 1 an (a)
- **Flux de référence associés**
 - UF1 : Fabriquer un serveur IA
 - UF2 : Utiliser UF1 à **67 % de charges pendant 365 jours 24h sur 24**
 - UF3 : Utiliser n UF2 pendant 1 an (a) :
 - (a) = 2025 ; n = **1 133 500 serveurs** (pour **9 068 000** éq. GPU*)
 - (a) = 2030 ; n = **7 625 000 serveurs** (pour **61 000 000** éq. GPU*)

* éq. GPU = Graphical Processing Unit équivalent = microprocesseur dédié à l'IA (GPU/TPU/NPU)



Product Carbon Footprint (PCF) for NVIDIA HGX H100 - Nvidia, 2025, [étude](#)

- ? Uniquement le GPU et monocritère
- ? Validation de notre facteur d'impacts GPU issu de NegaOctet



More than Carbon: Cradle-to-Grave environmental impacts of GenAI training on the Nvidia A100 GPU - Sophia Falk et al., 2025, [étude](#)

- ? ACV multicritère du GPU uniquement
- ? Validation de nos facteurs d'impacts GPU issus de NegaOctet



Intelligence artificielle, données, calculs : quelles infrastructures dans un monde décarboné ? The Shift Project, octobre 2025, [étude](#)

- ? Etude monocritère Gaz à Effet de Serre (GES) des serveurs IA à l'échelle mondiale
- ? Validation de notre inventaire (nombre GPU monde)

3. Inventaire

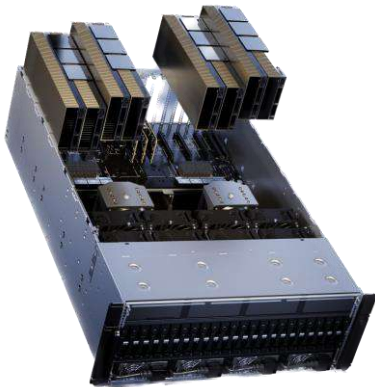
GPU, serveurs, kWh élec., m2 DC, etc.

Inventaire UF1 & 2

Fabriquer et utiliser un serveur

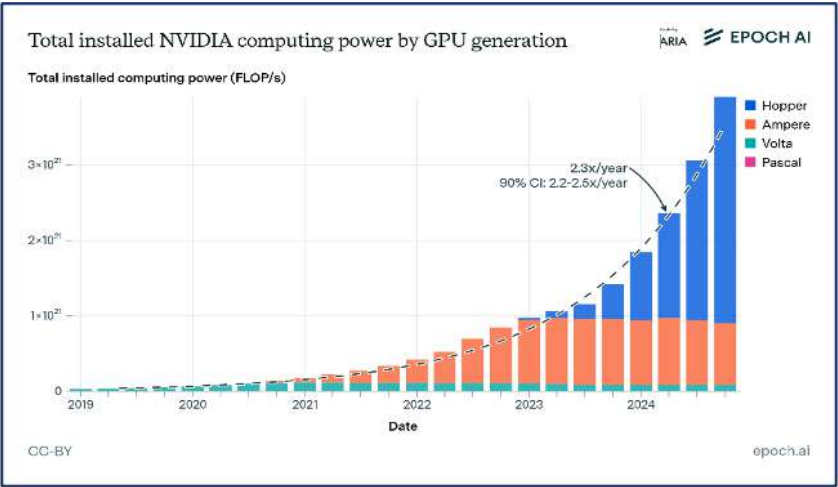
- **Constitution**
- **Quantités**
- **Spécificités**
 - Durée de vie 3 à 5x plus courte
 - Puissance 4 à 6x plus

Composants	Quantités	Puissance unitaire (Watts)	Puissance totale (Watts)
GPU Tensor Core Nvidia H100 SXM	8	700	5600
CPU Intel Xeon	2	350	700
Motherboard	1	100	100
Power supply	4	3000	12000
Power supply - backup	2	3000	
RAM DDR5 64Gb DIMM	32	10	320
SSD TLC M.2 1Tb	4	10	40
Taille du chassis (U)	7		



- **Constitution**
- **Quantités**
- **Spécificités**
 - Densité thermique bien plus importante
 - 80% des DC inadaptés
 - Infrastructure hyper spécialisée

	2025	2030
Equipements et infrastructures	Quantité	Quantité
Serveurs	1 133 500	7 625 000
éq GPU	9 068 000	61 000 000
Baie de stockage	226 700	1 525 000
Switchs 48 ports	23 615	158 854
Rack 42U	335 012	2 253 611
m2 DC non IT	2 680 098	18 028 889



4. Résultats

Attention... ça fait mal !

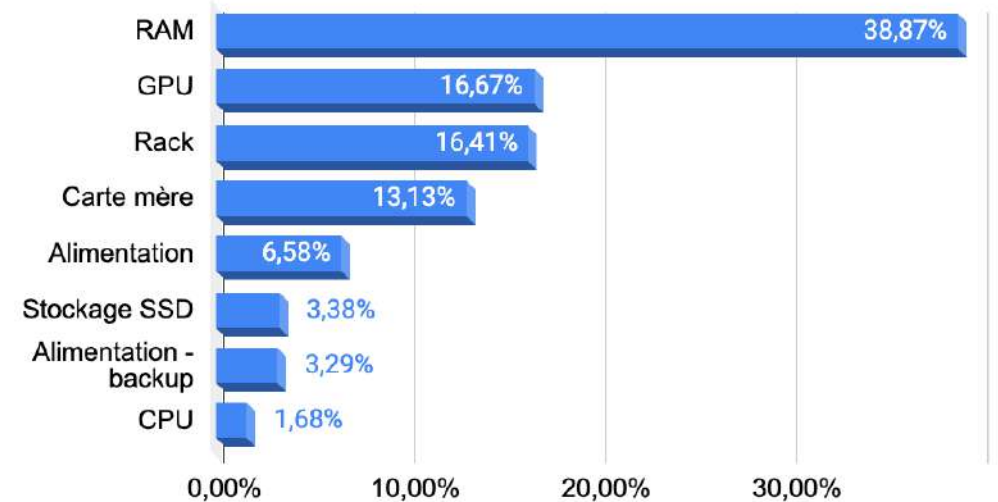
UF1

Fabriquer un serveur IA

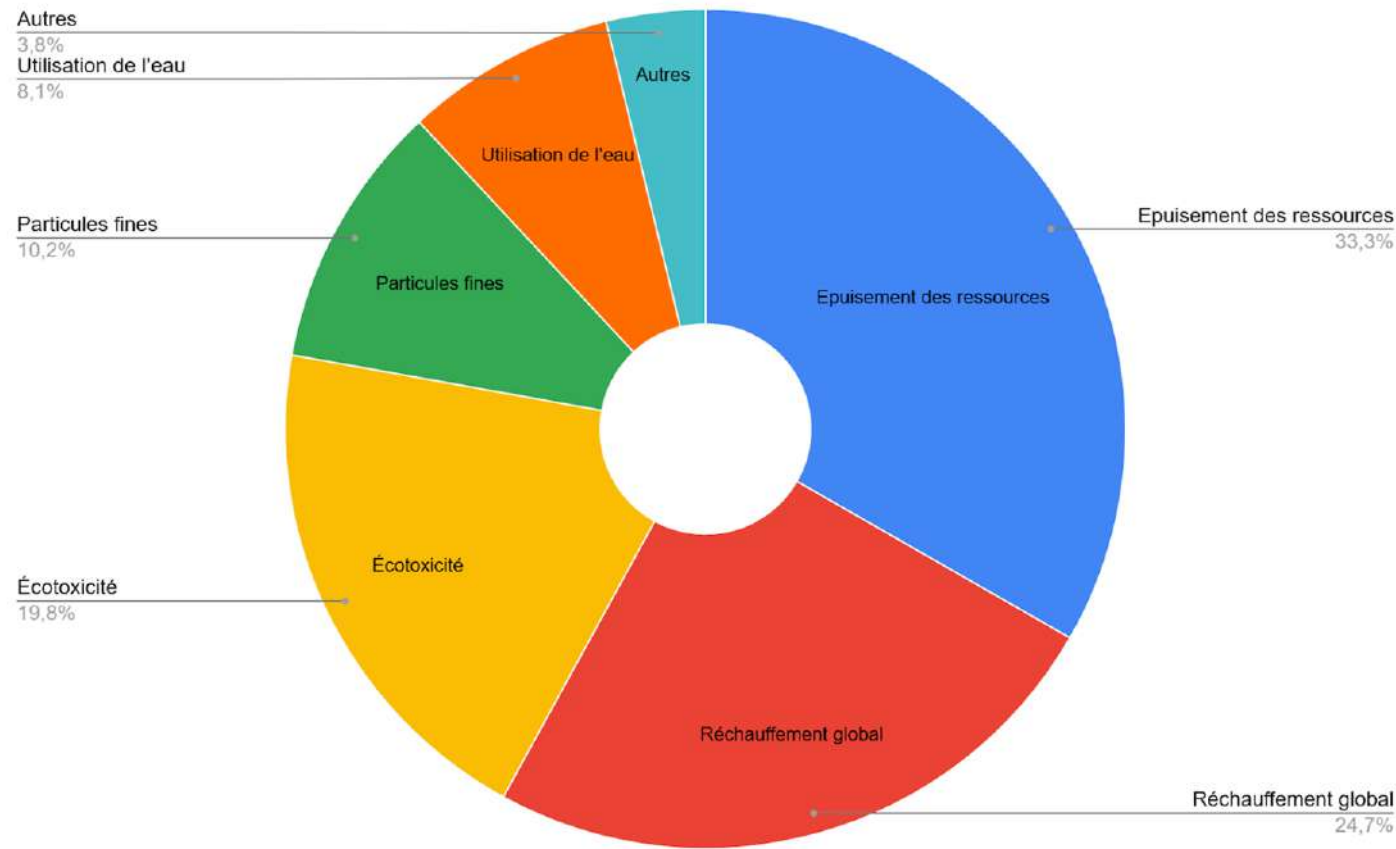
Différence avec serveur « conventionnel »

- **Présence de capacité GPU**
- **Très grande quantité de RAM : 1ère source d'impacts**
- **2 à 3x plus de place dans le rack**

Répartition des impacts par composant



Part des impacts environnementaux (UF1)



Constats clés

- 80 % des impacts avec ADPe, GWP et EcoTox
- ADPe : carte mère (66%)
- GWP et EcoTox : RAM (51% et 43%)

Impacts	Répartition des impacts
Epuisement de ressources (ADPe+ADPf)	33%
Réchauffement global (GWP)	25%
Eco-toxicité	20%
Particules fines (PM)	10%
Utilisation de l'eau (WU)	8%
Autres	4%

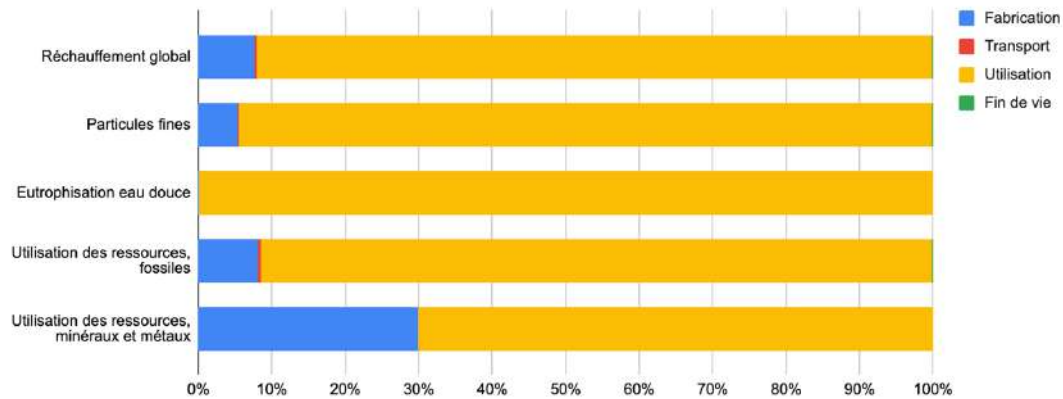
UF2

Utiliser un serveur IA
à 67 % de sa capacité
24 heures sur 24
pendant 1 an.

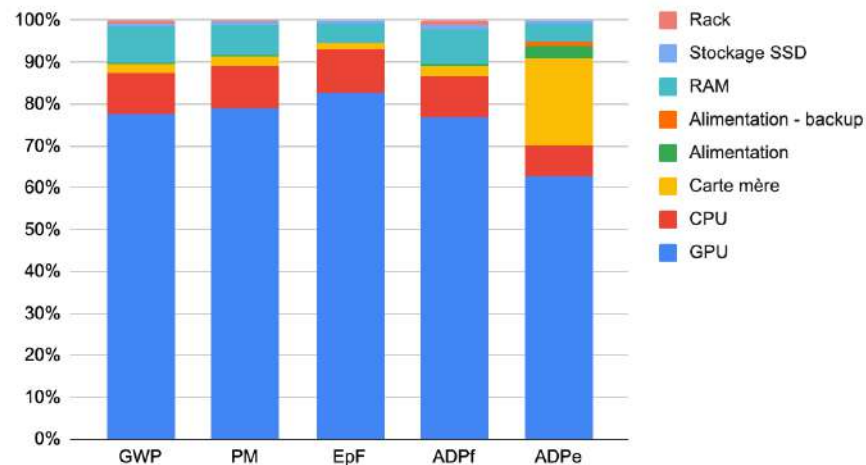
Résultats clés UF2

Sources des impacts

Répartition des impacts par étape du cycle de vie



Répartition des impacts environnementaux par composant



Phase d'utilisation prédominante

Durée de vie courte des serveurs
+ Grosse consommation électrique
+ Mix électrique monde

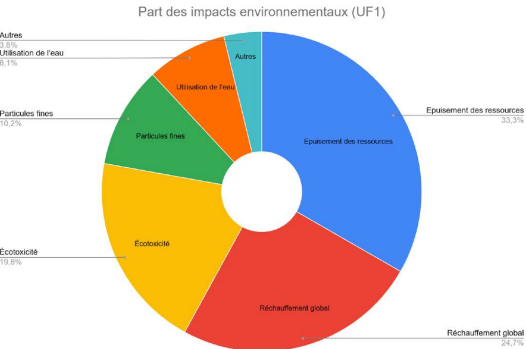
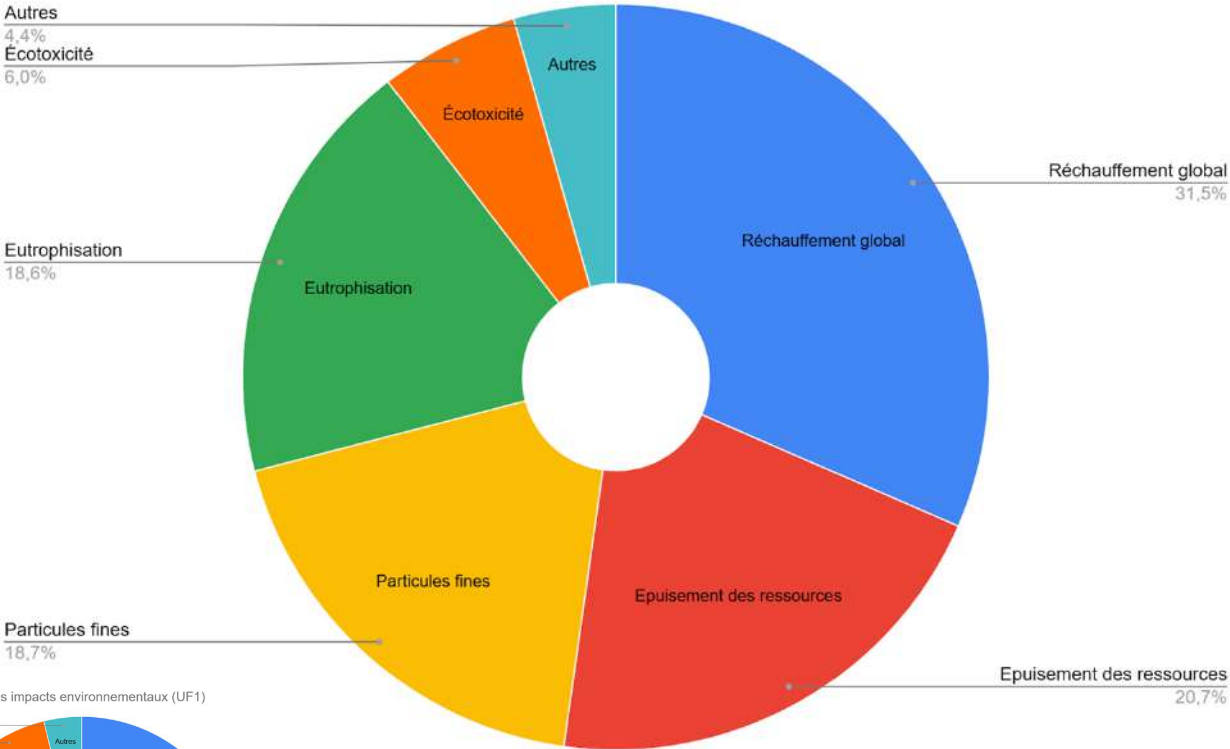
GPU écrasant

Moins d'impacts à la fabrication
MAIS mobilise +80% de la conso élec.

Phase "transport" et distribution

Insignifiant au regard des autres impacts
ATTENTION au Greenwashing "eco packaging" !

Part des impacts environnementaux (UF2)



Constat clés

- 4 indicateurs concentrent 90 % des impacts
- Inversement entre GWP et ADP
- Augmentation PM (lié au kWh élec.)
- Eutrophisation remplace EcoTox

Impacts	Répartition des impacts	Répartition UF1
Réchauffement global (GWP)	32%	25%
Epuisement de ressources (ADPe+ADPf)	21%	33%
Particules fines (PM)	19%	10%
Eutrophisation (eau douce, marine, terrestre)	19%	1%
Eco-toxicité	6%	20%
Autres	4%	11%

UF3

Utiliser n serveurs IA à 67 % de ses capacités, 24 heures sur 24, 365 jours durant l'année a .

$a = 2025$; $n = 9\,068\,000$ GPU dans 1 133 500 serveurs
 $a = 2030$; $n = 61\,000\,000$ GPU dans 7 625 000 serveurs

Résultats clés UF 3

En valeur absolue

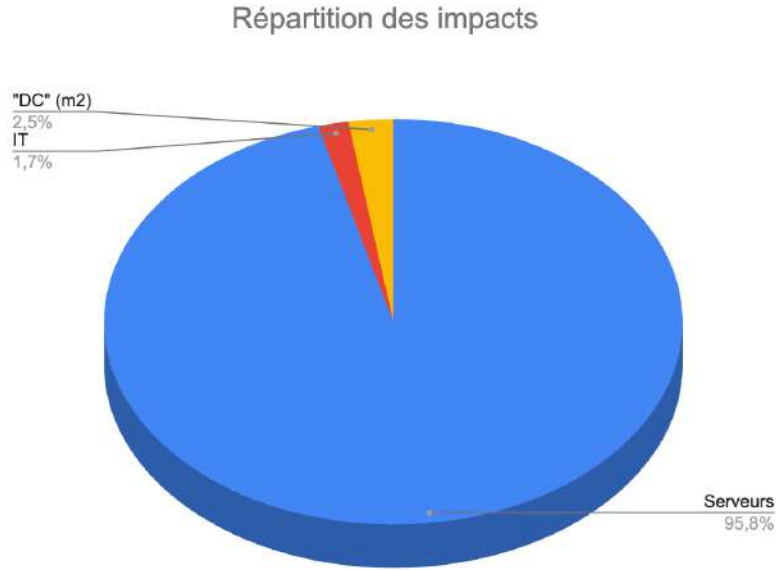
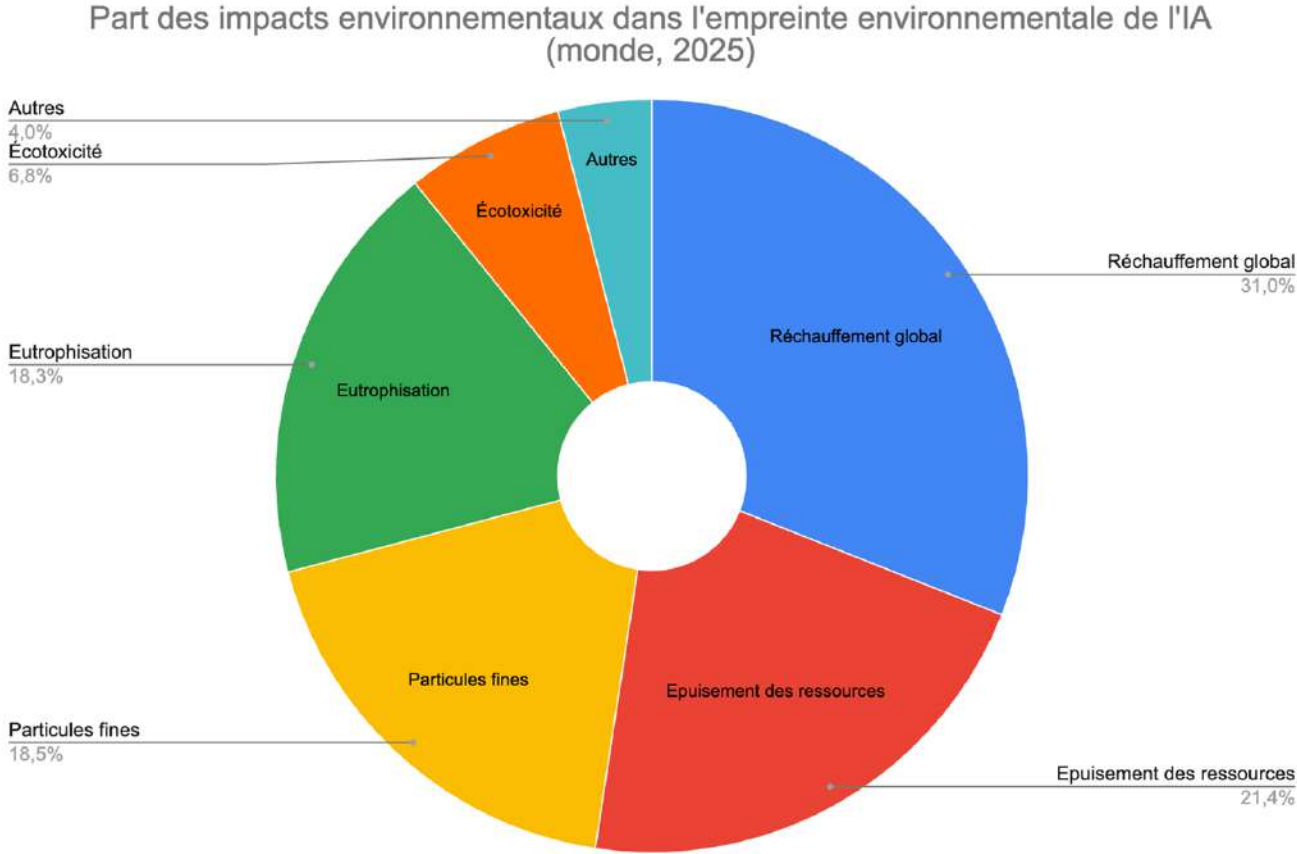
Indicateur	Description	Pondération	2025	2030	Unité
ADPe	Epuisement des ressources abiotiques (métaux et minéraux)	9%	376	2 528	tonnes eq. antimoine (SB)
ADPf	Epuisement des ressources abiotiques fossiles	13%	555	3 735	millions GJ EP
EpF	Eutrophisation des milieux aquatiques (eau douce)	17%	19 123	128 637	t eq. phosphore (P)
GWP	Potentiel de réchauffement global	31%	41	277	millions tonnes eq. CO ₂
PM	Particules fines	18%	1 870	12 579	décès

- **7x plus d'impacts entre 2025 et 2030**
- **PM : 5 décès par jour en 2025 et 34 en 2030 associés aux rejets de particules fines**
- **EpF : 8x l'eau consommable de la France polluée en 2030**
- **ADPf : 1 jour de consommation mondiale de pétrole en 2025, 6 jours en 2030**
- **GWP : 11% des émissions GES de la France en 2025, 100% en 2030**

Indicateur	Description	2025	2030
ADPe	Epuisement des ressources abiotiques matière (métaux et minéraux)	11 742 802	78 993 261
ADPf	Epuisement des ressources abiotiques fossiles	17 136 573	115 276 904
CTUe	Toxicité pour la biodiversité (éco-toxicité)	9 190 614	61 824 821
EpF	Eutrophisation des milieux aquatiques (eau douce)	22 765 031	153 139 271
GWP	Potentiel de réchauffement global	41 824 781	281 353 292
PM	Particules fines	24 933 084	167 723 660
WU	Utilisation de l'eau douce - cycle de l'eau	1 016 510	6 838 012
<i>Population de l'Union européenne</i>		<i>449 000 000</i>	<i>449 000 000</i>

2025 : jusqu'à 10 % du budget annuel soutenable de l'Europe

2030 : jusqu'à 62 % du budget annuel soutenable de l'Europe

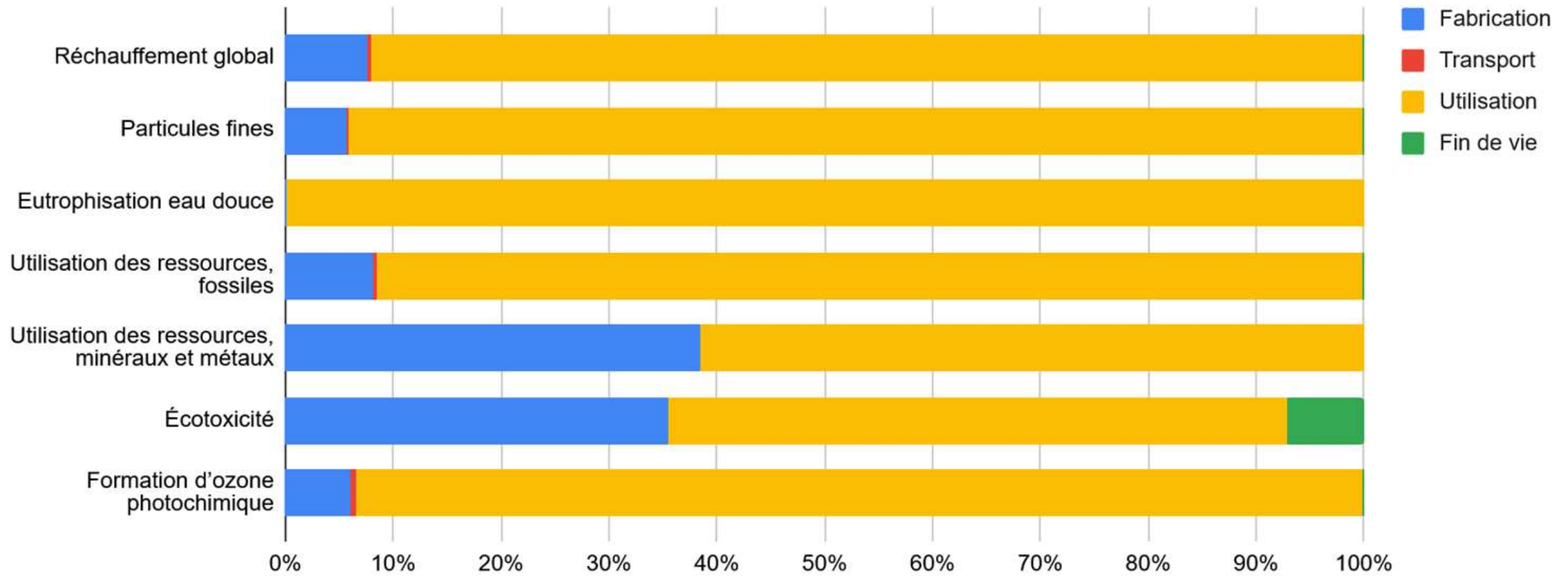


Impacts	Part des impacts dans l'empreinte environnementale de l'IA
Réchauffement global (GWP)	31%
Epuisement de ressources (ADPe+ADPf)	21%
Particules fines (PM)	18%
Eutrophisation (eau douce, marine, terrestre)	18%
Eco-toxicité	7%
Autres	4%

Étapes du cycle de vie

Répartition des impacts

Répartition des impacts par étape du cycle de vie



Synthèse

Si vous n'aviez que ça à retenir.

x7

croissance impacts
entre 2025 et 2030

70 %

des impacts ne sont pas
des émissions de GES

4

impacts principaux (GWP,
ADPe+f, PM, Euth. EcoTox)

62%

du budget annuel
soutenable européen
en 2030

60-90 %

des impacts lors de la production
de l'électricité

offre

Les impacts ne sont pas
"tirés" par la demande mais
"poussés" par l'offre.

5. Conséquences ?

1. Tensions sur l'approvisionnement en métaux et en électricité entre l'IA et les autres industries.

Augmentation et accélération des tensions (cf. [notre étude « Métaux »](#))

2. Compromet les engagements environnementaux des pays « gros producteurs d'IA » tels que la France et l'Europe.

Contradictoire avec 2x moins d'émissions de GES en 2030 (GIEC).

6. Recommendations

Si nous étions les entreprises et l'Etat français...

0. Etendre les études aux unités fonctionnelles complètes (+réseaux et utilisateurs)

- notamment Shift & Green IT pour confirmer ces proportions (principaux impacts et répartition cycle de vie)

1. Créer un plan “sobriété IA” pour contenir l’offre et maîtriser la demande

- **C’est l’offre qui crée les impacts** : Encadrer ces acteurs et sensibiliser les utilisateurs.
- **Identifier les IA “utiles”** et dont l’impact net est positif.
- Mettre en place des **mécanismes dissuasifs** pour les IA “inutiles” ou aux impacts nets trop importants.

2. Eco-conception et IA frugale

- Améliorer le bilan environnemental des IA “utiles” en **généralisant la pratique de l’écoconception**.
- **Rendre obligatoire la formation** à l’écoconception des IA en formation initiale (école d’ingé., etc.)

3. Héberger l'IA dans les pays dont le kWh est le moins impactant

- A court/moyen terme, c’est une solution efficace pour réduire les impacts.
- Mais ce n’est qu’un “quick-win” qui ne résout pas le problème de fond.

60 %

de notre budget
annuel soutenable

30 ans

ans de réserves numériques
devant nous

10

Facteur par lequel nous
devons **diviser** nos impacts

2 axes

(-) d'équipements
(+) qui durent plus longtemps

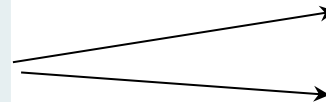
3 clés

a. sobriété
b. réemploi
c. écoconception

2 visions

a. Contrainte

b. Opportunité



Mieux comprendre les impacts...

- x7 d'impacts environnementaux 2025-30
- Indirectes, ex. extraction accélérée énergies fossiles
- Sociaux & éthiques, ex. santé mentale jeunes utilisateurs, travailleurs du clic, etc.



...pour ensuite les réduire.

- Questionner besoin IA
- Utiliser datacentres EU, à l'électricité plus propre
- Faire durer le hardware plus longtemps
- Favoriser modèles plus petits, spécialisés et open source
- Savoir mesurer au mieux les impacts & éviter écueils ("c'est quoi une vraie ACV IA ?")
- Instaurer best practices IA Frugale dans son organisation

Prochaine session: 14 novembre

Inscriptions:



<https://bit.ly/formationiafrugalejrm>

Contacts

etudes @ greenit.eco