

IA frugale une approche pour maîtriser les impacts environnementaux

Juillet 2026

Sommaire

1. Comprendre les impacts environnementaux du numérique et de l'IA
2. Et du côté du réglementaire
3. Les leviers d'action de l'IA frugale

Quick presentation



Alice Drahon

Directrice de projet IA durable

Membre de Boavizta (Conseil d'administration et
groupe ML)

Nos objectifs

1

**Co-créer les “communs”
manquants dans
l’écosystème**

2

**Standardiser les
communs et faciliter leur
adoption par
l’écosystème**

3

**Propager massivement
expertises et communs
au sens des
organisations**

RASSEMBLER UNE COMMUNAUTÉ ET DÉVELOPPER SES EXPERTISES

- Méthodologies d’évaluations
- Données, référentiel d’impact
- Outils (logiciels) de calculs

- Ambassadeurs en liens avec les organisations clés
- Contributions aux réglementations en France, Europe, International

- communication externe
- Argumentaires et outils de convictions
- Formations externes
- Audits de maturité



1. Comprendre les impacts environnementaux

Sondage

1. Qui a déjà réalisé son bilan Carbone ?
2. Qui a déjà réalisé une évaluation environnementale d'un service IT ?
3. Savez-vous ce qu'est l'ACV (Analyse de Cycle de Vie) d'un service IT ?



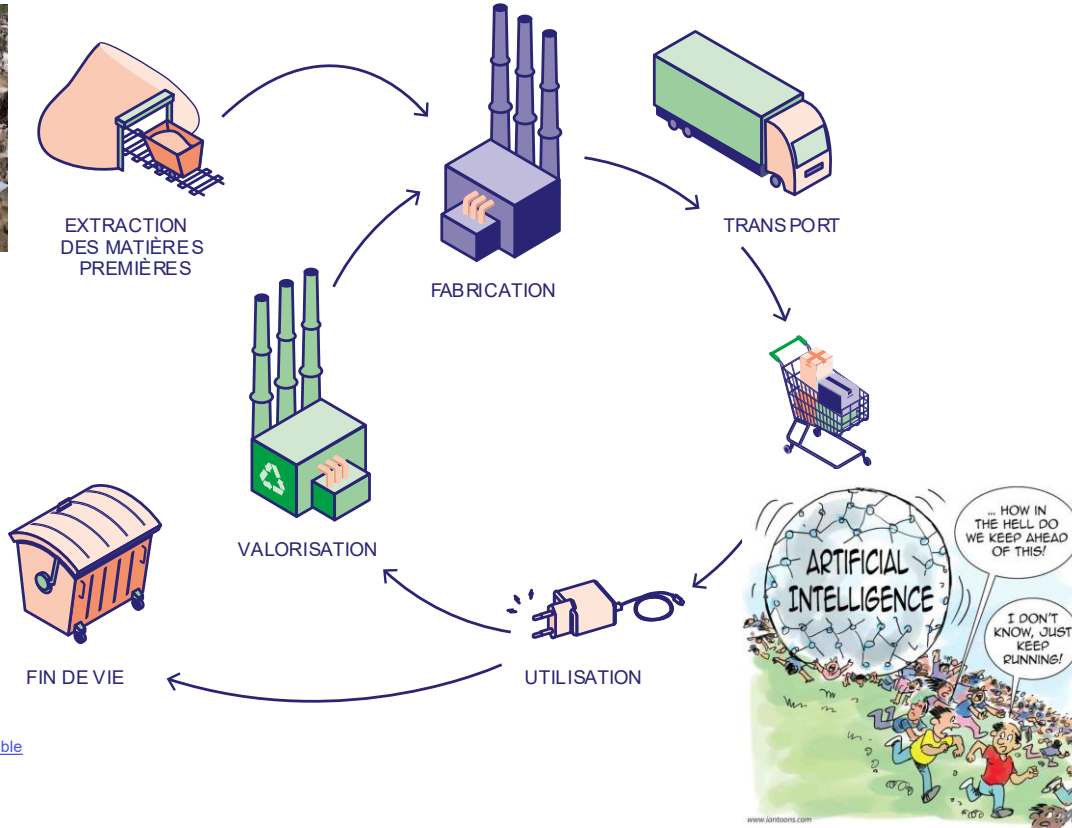
L'Analyse du cycle de vie d'un service numérique



Source : [Terrestres.org](https://www.terrestres.org/) sur le Rwanda



Source : [Commissariat Général au Développement Durable](https://www.commissariat-general-developpement-durable.fr/)



Par tiers



TERMINAUX
UTILISATEURS

Tiers 1



RESEAUX

Tiers 2

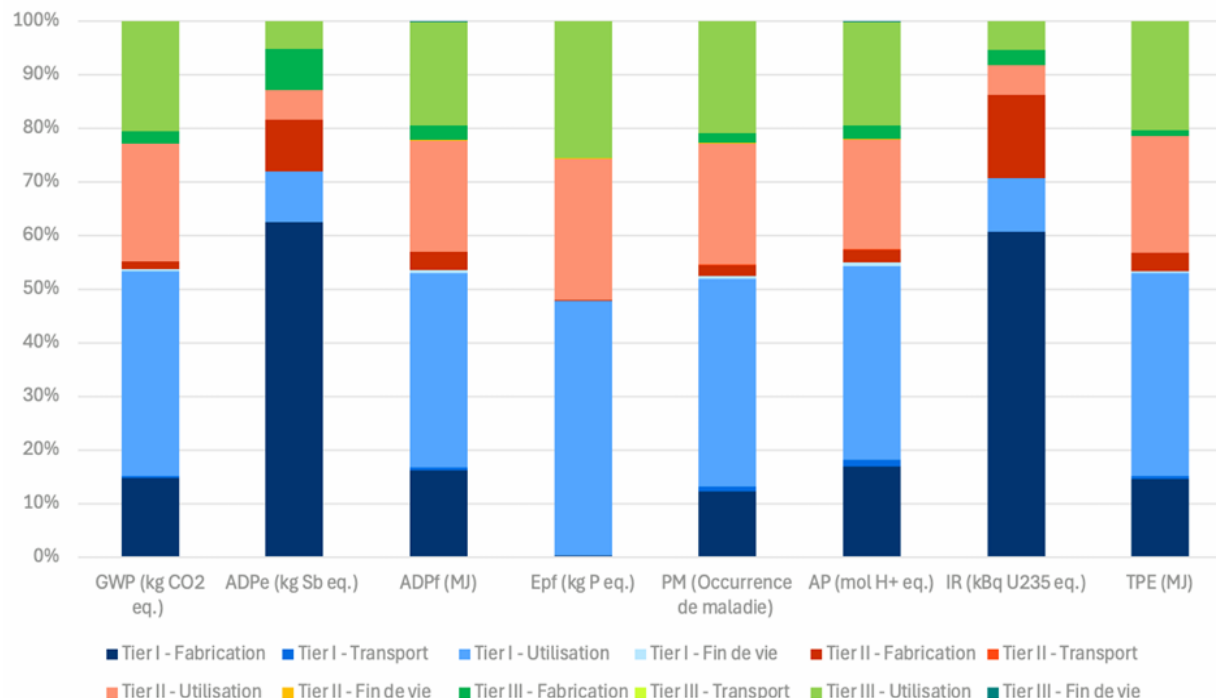


DATA CENTER

Tiers 3

Au-delà du carbone, de nombreux impacts

Répartition des impacts par Tier et étape du cycle de vie



Source : [GreenIT.fr](https://www.greenit.fr) 2025 *Environmental footprint of the digital world* (p23)

Les spécificités de l'IA : la croissance des usages

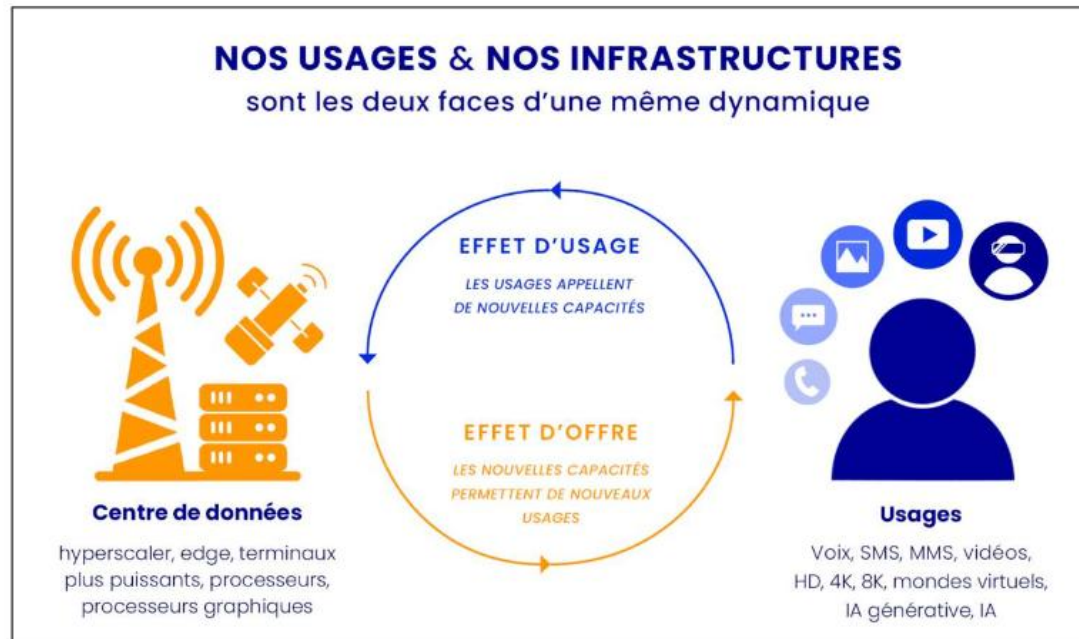
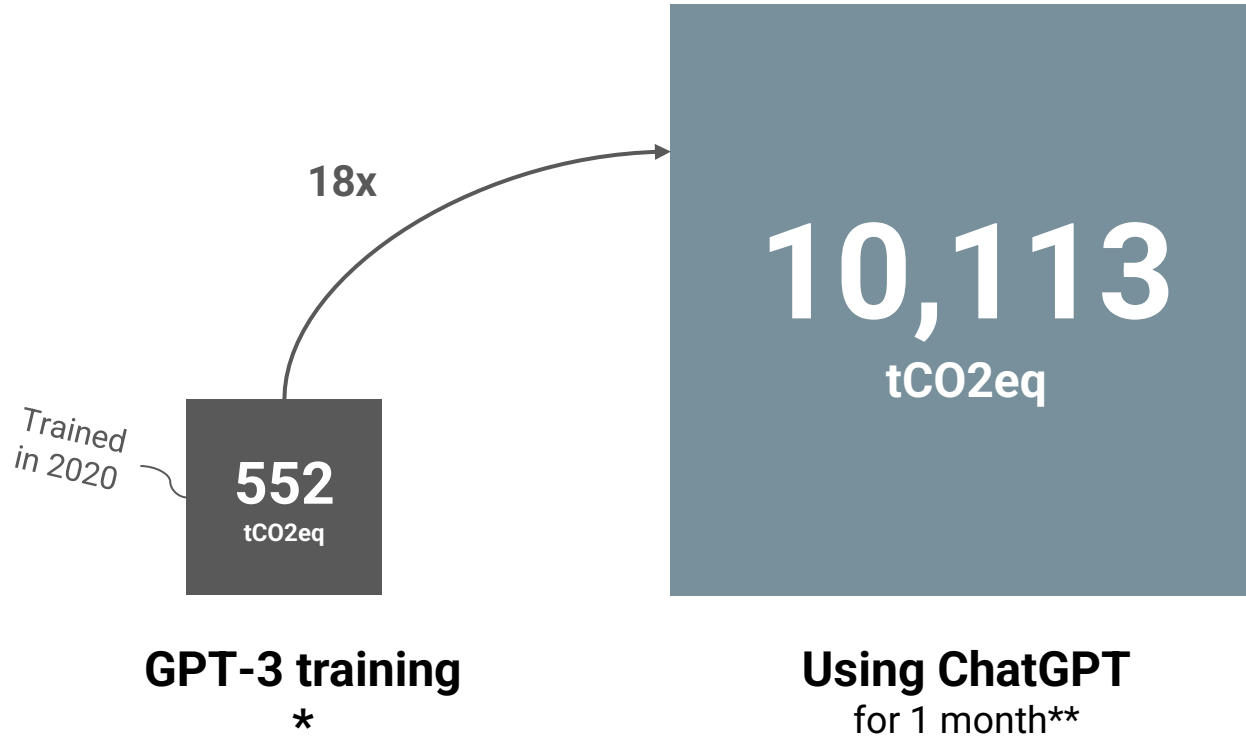


Figure 1 - Nos usages et nos infrastructures numériques sont les deux faces d'une même dynamique. Source : (The Shift Project, 2025b)

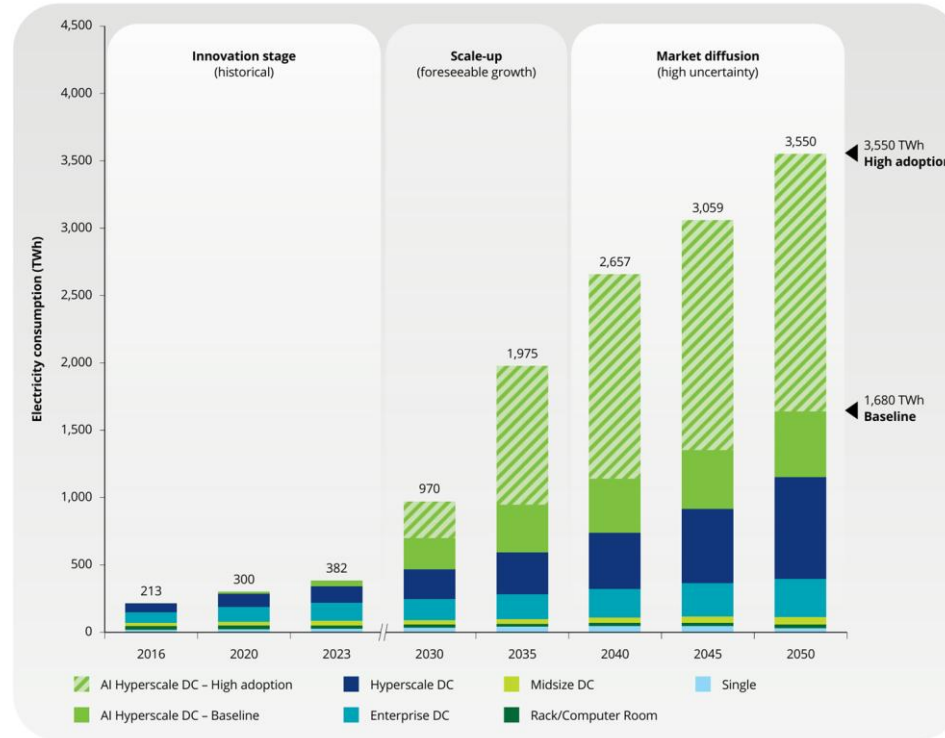
[Intelligence artificielle, données, calculs : le rapport final du Shift - The Shift Project](#)

Des modèles de plus en plus gros



Une consommation électrique colossale

Figure 3. Data centers' electricity consumption by server type and scenarios



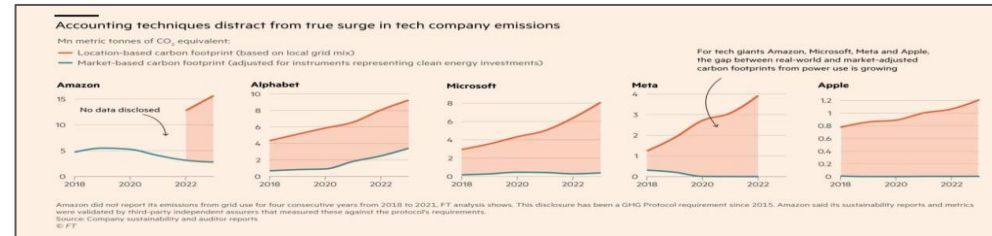
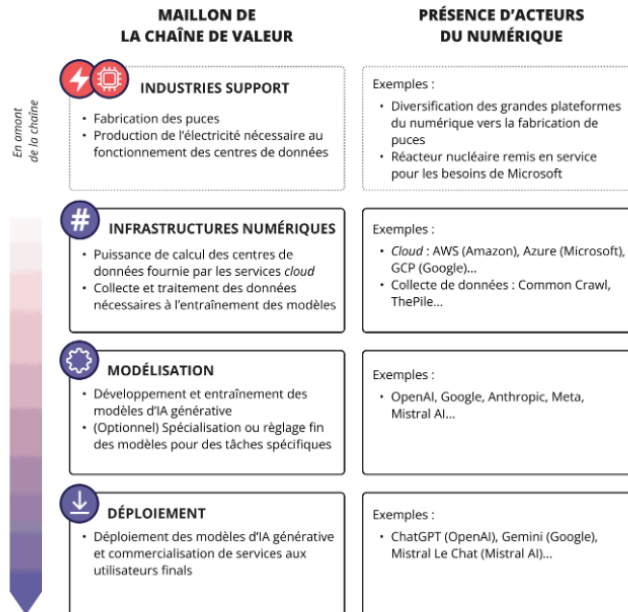
**Consommation
électrique**

**X2 ou X3 d'ici
2030**

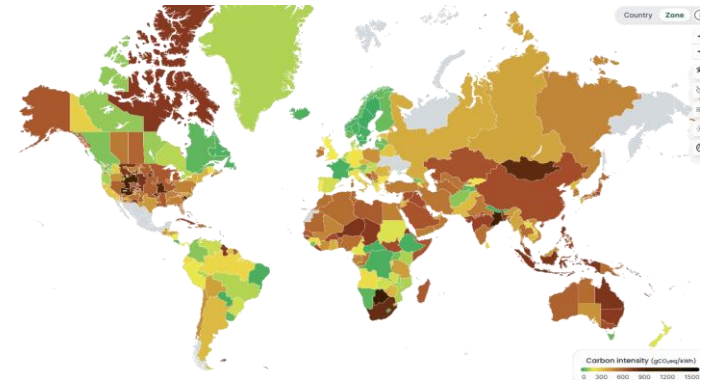
X 10 en 2050

L'accès à l'énergie un enjeu des grands acteurs de l'IA générative

LE CONTRÔLE ÉTENDU DE CERTAINS ACTEURS SUR LA CHAÎNE DE VALEUR DE L'IA GÉNÉRATIVE

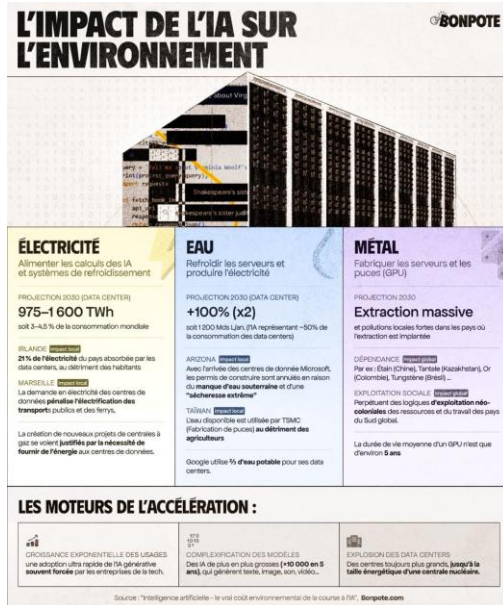


Source Financial Times



Intensité carbone

Une consommation d'eau non maîtrisée



EAU

Refroidir les serveurs et produire l'électricité

PROJECTION 2030 (DATA CENTER)

+100% (x2)

soit 1 200 Mds L/an. (l'IA représentant ~50% de la consommation des data centers)

ARIZONA Impact local

Avec l'arrivée des centres de donnée Microsoft, les permis de construire sont annulés en raison du manque d'eau souterraine et d'une "sécheresse extrême"

TAÏWAN Impact local

L'eau disponible est utilisée par TSMC (Fabrication de puces) au détriment des agriculteurs

Google utilise 3/4 d'eau potable pour ses data centers.

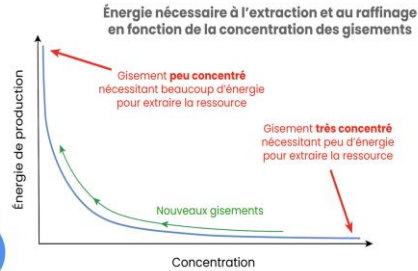


Exemple de Marseilles

- River-cooling : système qui consiste à capter de l'eau fraîche pour refroidir le centre de données et à rejeter cette eau à 27 degrés dans la mer. Autorisation fournie malgré les risques sur la faune et la flore.
- Accaparement de l'eau qui n'est plus disponible pour des usages d'intérêt général. [Détails sur le site de Laquadrature.net](https://laquadrature.net)

Métaux et minerais : pollutions et dépendance

Pénuries de ressources



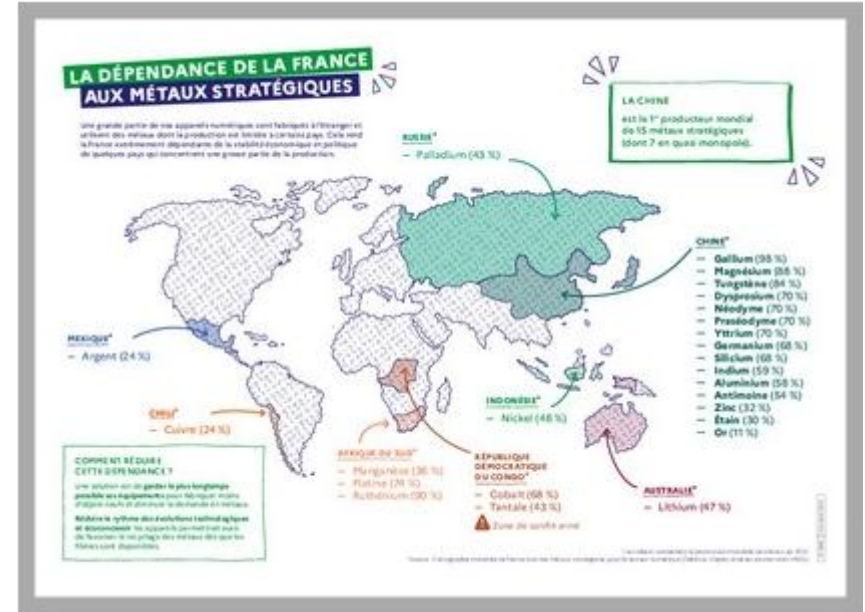
28

Source : Simplification du graphique issu du livre "Matières premières et énergie", Olivier Vidal, p.50 / Crédits visuel : Sydney Thomas

Carte de la Fresque du Numérique

80 métaux présents dans les puces GPUs

Ces exploitations ont des impacts :
Pollution de l'air et des sols, déforestation,
destruction de la biodiversité ...



Consommation des ressources [Source : Ademe](#)



2. Et du côté réglementaire ?

Juin 2024 : Une AFNOR – SPEC IA frugale



Référentiel général pour l'IA frugale

Une AFNOR SPEC pour mesurer
et réduire l'impact
environnemental de l'IA

Le référentiel pour une IA Frugale se conçoit comme un premier cadre de référence sur le sujet de l'impact environnemental de l'IA, vous y trouverez :

- Une terminologie exhaustive, s'appuyant sur des consensus internationaux
- Une méthode de calcul rigoureuse couvrant tout le système d'IA et les différents impacts environnementaux
- Des bonnes pratiques actionnables pour une prise en main facile et rapide par les équipes data / IA
- Des conseils pour les éléments de communication

2026 : année de la standardisation de l'évaluation

ITU Publications
Recommendations

International Telecommunication Union
Standardization Sector

Recommendation ITU-T L.1801 (02/2026)

SERIES L: Environment and ICTs, climate change, e-waste, energy efficiency; construction, installation and protection of cables and other elements of outside plant

Environmental sustainability of artificial intelligence and emerging ICT systems

Guidelines for assessing the environmental impact of artificial intelligence systems



EUROPEAN COMMITTEE
FOR STANDARDIZATION

Méthode d'évaluation des impacts environnementaux de l'IA

In progress

Les recommandations de l'ARCEP – Juin 2026

- R1. Mettre en œuvre la **collecte et la publication des données environnementales de l'IA** par des autorités publiques
- R2. Utiliser des **méthodologies** internationalement standardisées d'évaluation de l'impact enviro, afin de faciliter les **comparaisons** entre SIA
- R3. Intégrer **l'écoconception** des services d'IA dans la **régulation européenne** des fournisseurs de services
- R4. Renforcer l'écoconditionnalité dans les modalités de soutien à l'innovation et la **commande publique**
- R5. Imposer une plus **grande transparence environnementale** aux fabricants de puces et aux grands fournisseurs de modèles et de services d'IA
- R6. Garantir **l'ouverture** des services d'IA
- R7. Éclairer les choix publics et d'investissement : faire de la **transparence et de la régulation par la donnée** des atouts du développement des centres de données en Europe
- R8. Renforcer la **coordination européenne** entre politiques numérique, énergétique et d'infrastructure pour accompagner le développement des centres de données
- R9. Encourager une implantation territoriale **concertée** des centres de données

Le cadre réglementaire existant et à venir

La directive énergétique

La Directive Efficacité Énergétique

Cette directive (UE) 2023/1791 sur l'efficacité énergétique vise à réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre des entreprises. Elle fixe un objectif de réduction de la consommation finale d'énergie d'au moins 40 % d'ici à 2030 (par rapport à 2007) en Europe.

La directive a été mise à jour en 2023, et prévoit désormais une obligation pour les centres de données dont la puissance informatique est supérieure à 500 kW de transmettre les données relatives à leur consommation énergétique et à des indicateurs environnementaux requis conformément à l'Article 12 de cette directive. La Commission européenne doit mettre en place une base de données européenne sur les centres de données qui regroupe les informations communiquées par les centres de données.

Les États membres doivent encourager les propriétaires et exploitants de centres de données situés sur leur territoire dont la demande de puissance est égale ou supérieure à 1 MW à tenir compte des bonnes pratiques figurant dans la version la plus récente du code de conduite européen sur l'efficacité des centres de données.

Enfin, la Commission européenne, à partir de ces données disponibles, doit formuler des propositions législatives visant à améliorer l'efficacité énergétique et doit évaluer la faisabilité de la transition vers la « neutralité carbone du secteur des centres de données », pouvant ainsi définir un calendrier dans lequel les centres de données existants seront tenus de « satisfaire à une performance minimale ».

Le règlement IA

Le Règlement IA

Ce règlement (UE) 2024-1689 établit un cadre harmonisé pour le développement, la mise sur le marché et l'utilisation des services d'intelligence artificielle. Il adopte une approche fondée sur les risques et prévoit des obligations notamment en matière de sécurité, transparence, gouvernance des données, documentation technique et supervision humaine. Le texte inclut aussi des dispositions spécifiques pour les modèles dits à usage général (MIAUG), notamment dans le domaine de l'IA générative.

L'article 40, paragraphe 2 prévoit la possibilité pour la Commission européenne d'émettre une demande de normalisation aux organismes dédiés (CEN, CENELEC et/ou ETSI) visant à réduire la consommation d'énergie et d'autres ressources tout au long du cycle de vie des services IA et à améliorer l'efficacité énergétique des modèles à usage général.

L'article 95 stipule que la Commission européenne (via le Bureau IA) et les États Membres doivent encourager les acteurs à élaborer des codes de conduite volontaires pour minimiser l'impact environnemental des services IA.

L'article 112 prévoit une évaluation des deux dispositions précédentes : la publication d'un rapport sur le progrès en matière de normalisation d'ici le 2 août 2028 puis tous les quatre ans et la publication d'un rapport sur l'impact et l'efficacité des codes de conduite volontaires d'ici le 2 août 2028 puis tous les trois ans.

L'article 53(1)(a) prévoit que les fournisseurs de modèles d'IA à usage général doivent fournir une documentation technique incluant notamment la consommation d'énergie mesurée ou estimée de leurs modèles, à minima les ressources de calcul mobilisées en cas d'incapacité à fournir ces informations.

Le Data Act

Enfin, le règlement sur les données (Data Act) pourrait également s'appliquer à certains fournisseurs d'IA générative dont les services sont susceptibles d'être identifiés à des services *cloud*, notamment les services de type « *AI as a service* » (*AlaaS*). L'application du règlement sur les données pourra ainsi participer à l'ouverture des services d'IA générative en facilitant la portabilité des données des utilisateurs de ces services et l'interopérabilité des systèmes.

Elargir la loi REEN

Outre les appels à projets, la prise en compte de la frugalité des services d'IA dans les conditions d'obtention de marchés *via* la commande publique participerait d'une logique d'exemplarité et permettrait de stimuler la demande, compte tenu de la taille potentielle des marchés cumulés (besoins en services d'IA à différentes échelles de la puissance publique). L'introduction d'un critère environnemental caractérisant la frugalité des services d'IA suffisamment élevé dans la notation finale dans les marchés publics d'État ou des collectivités territoriales pourrait être une mesure concrètement applicable. Afin d'évaluer ce critère environnemental, les donneurs d'ordre publics pourraient s'appuyer sur les référentiels précédemment cités comme le RGESN ou le Référentiel général pour l'IA frugale qui proposent des bonnes pratiques objectives. Ce critère environnemental pourrait être rendu obligatoire dans la loi, à l'instar de l'Article 55 de la loi Réduire l'empreinte environnementale du numérique (REEN) qui dispose que « *l'administration publique, lors de ses achats, favorise le recours à des logiciels dont la conception permet de limiter la consommation énergétique associée à leur utilisation* ».

Du côté des fournisseurs de modèles d'IA, en plus des informations environnementales évoquées précédemment, il serait utile de pouvoir bénéficier d'informations techniques comme la taille du modèle, la durée et la localisation de l'entraînement ou le matériel utilisé (notamment les puces) pour l'entraînement ou l'inférence. Ces informations pourraient figurer dans la documentation technique prévue par la disposition de l'article 53(1)(a) du Règlement IA (voir encadré en fin d'Axe 1), permettant de comprendre les facteurs-clés de la consommation énergétique des modèles.

Du côté des fabricants de puces, des informations environnementales, telles que les fiches *Product Carbon Footprint* et des indicateurs environnementaux, devraient être mises à disposition, à l'instar des dispositifs contraignants de transparence environnementale existants dans des secteurs comme celui du bâtiment ou des transports, compte tenu de l'influence significative des puces sur la consommation énergétique, que ce soit en phase d'entraînement ou d'inférence (cf. Chapitre 2). Améliorer la transparence environnementale sur les puces récentes permettrait d'avoir une vision granulaire fiable et fine de la consommation énergétique de l'IA et plus largement des centres de données.

Une dynamique internationale



COALITION FOR
SUSTAINABLE **AI**

Lancée à l'AI SUMMIT
en France en 2025



Une résolution votée par les Nations Unies pour apporter plus
de lumière sur les impacts de l'IA
<https://www.unep.org/environmentassembly/unea7/outcomes>



3. Les leviers d'action de l'IA frugale

Définitions de l'AFNOR - SPEC IA frugale

Agir sur l'efficacité du système d'IA



Optimiser les moyens alloués pour atteindre le résultat attendu par le système en prenant en compte tout son cycle de vie.

Agir sur la frugalité du service



Questionner les usages et les besoins afin de se contenter d'un résultat suffisant, utilisant le moins de ressources possibles.

Réaliser un service d'IA frugale à bilan positif

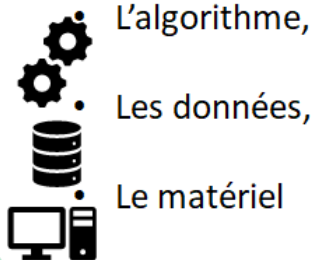


Réaliser un service d'IA si les impacts positifs de ses usages sont supérieurs aux impacts négatifs de son système tout au long du cycle de vie.

Leviers d'action (AFNOR - SPEC IA frugale)

Agir sur l'efficacité du système d'IA

Réaliser une analyse du cycle de vie, sur chacun des segments suivants :



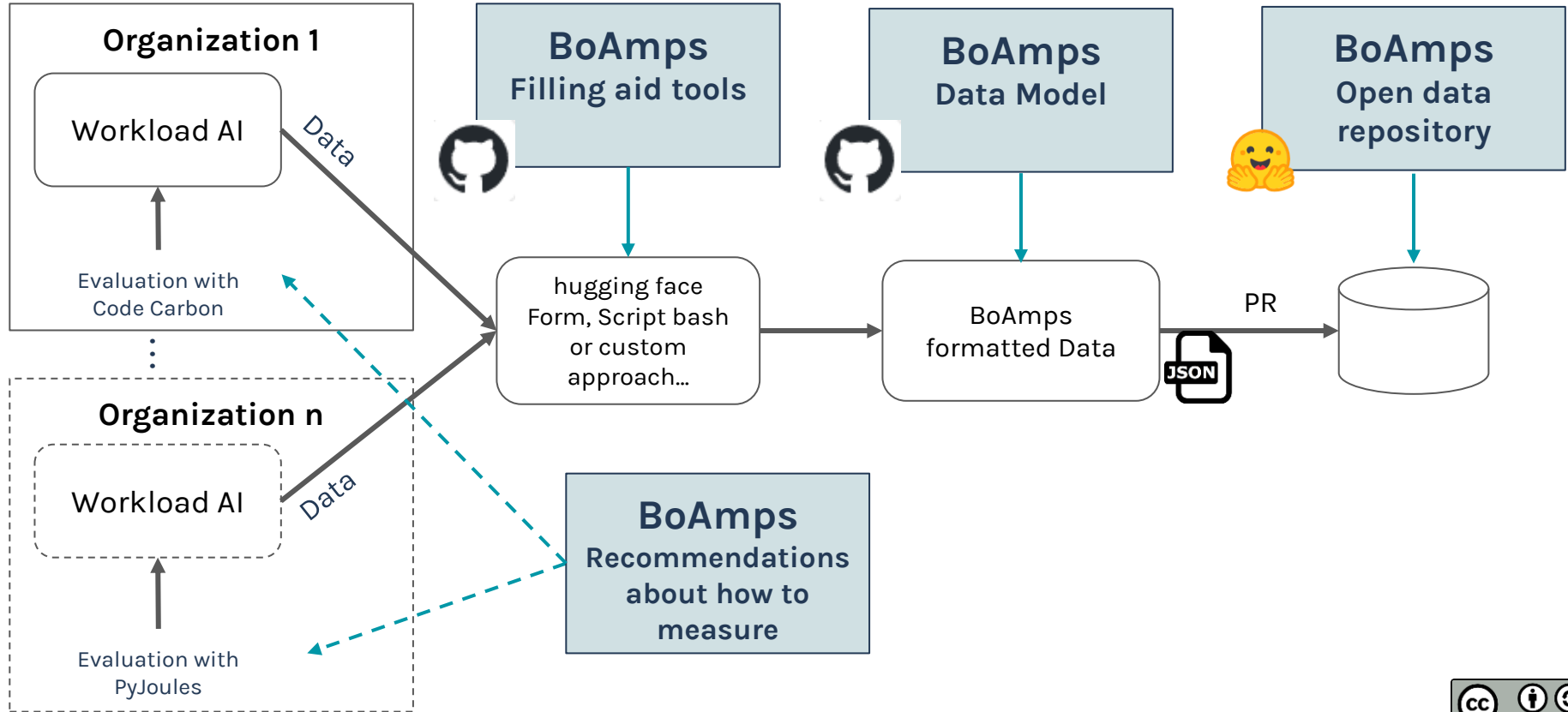
Agir sur la frugalité du service

- Questionner le besoin et l'usage
- Evaluer l'impact environnemental
- Sélectionner la solution technique la plus efficace et privilégier les composants non IA
- Mettre en œuvre des bonnes pratiques du RGIAF

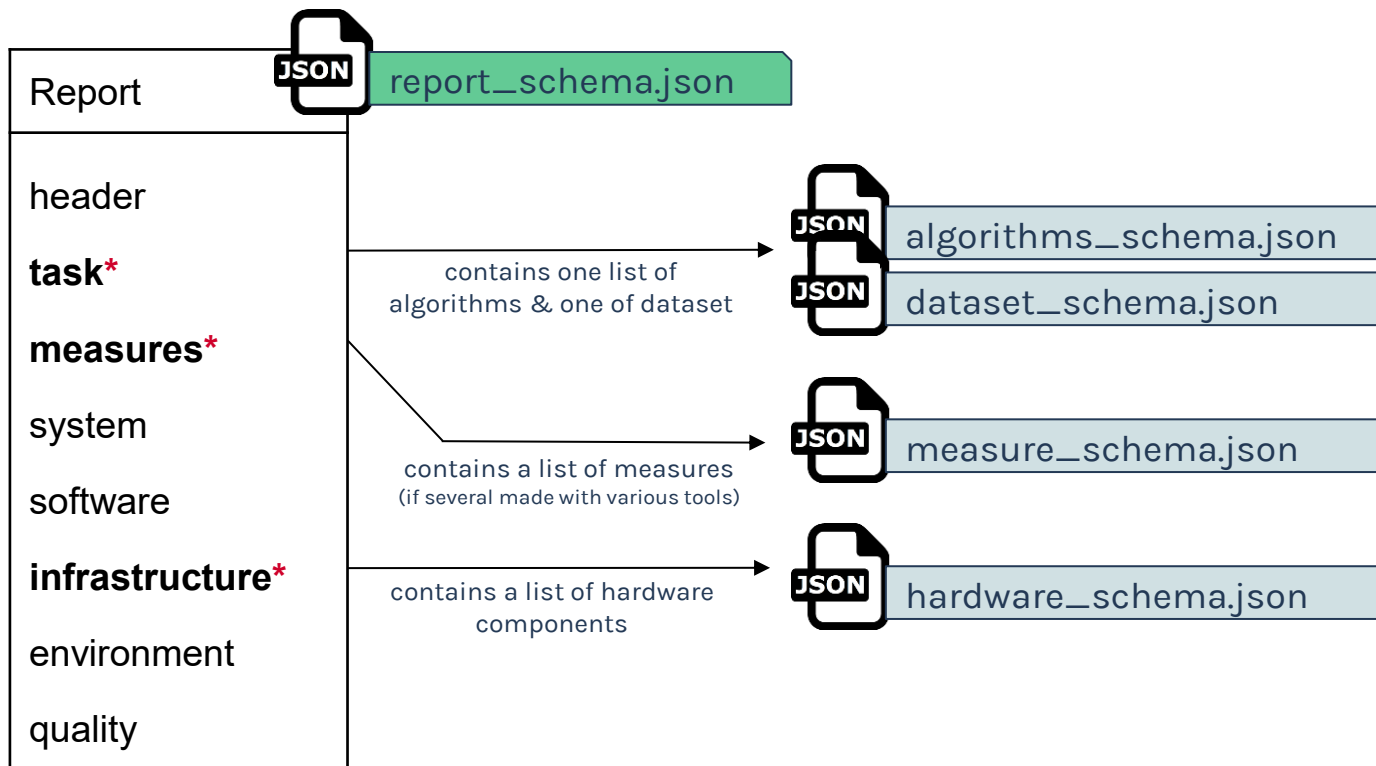
Réaliser un service d'IA frugale à **bilan positif**

- Une évaluation doit faire apparaître clairement les impacts négatifs et les impacts positifs pour un même indicateur.

BoAmps : open source to share AI power consumption



Boamps datamodel quick overview



Filling aid tool (The HF form)

Discovery interface (manual)



Hugging Face



Data Collection Form

Welcome to this Huggingface space, where you can create a report on the energy consumption of an AI task in BoAmps format, by filling in a form.

Header **Task** Measures System Software **Infrastructure** Environment Quality

https://huggingface.co/spaces/soprasteria/BoAmps_report_creation

Task Stage

Required field

(stage of the task, example: datacreation, preprocessing, training, finetuning, inference, retraining..., add a + between stages if several but we do recommend to measure each step independantly)

Task Family

Required field

(the family of task you are running, e.g. text classification, image generation, speech recognition, robotics navigation...)

Number of Requests

(if inference stage, the number of requests the measure corresponds to, 0 or empty if you're not measuring the inference stage)

Algorithms

Type of training (Algorithms1)

(if applicable, type of training (if the stage corresponds to a training) : supervisedLearning, unsupervisedLearning, semiSupervisedLearning, reinforcementLearning, transferLearning ...)

How to integrate your data in BoAmps?

Step 1 - Measure your ML workload

Possible input data formats:

- **CSV** outputs (from CodeCarbon or others tools).
- Already processed data: **Dataframe**, **JSON**, etc.

We prefer **high quality measures**:

- Minimize the measures' noise (e.g. process isolation)
- Run a calibration phase

More info over on [BoAmps' GitHub repository](#)



How to integrate your data in BoAmps?

Step 2 - Convert your data to the BoAmps format

Use & adapt our ready-to-use converter

Convert outputs from CodeCarbon to BoAmps.

Minimal programming knowledge.

You can find it [here](#).

Write your own converter

Easier if your data model is complex.

[Examples](#) are available

Add your DIY converter to our examples lists !

Let us help you !

BoAmps's volunteers can help you through the data integration process.

Contact me at tristan+boamps@coignion.fr

Or make a pull request on our repo

How to integrate your data in BoAmps?

Step 3 - Submit it to BoAmps' HuggingFace repository



Verify your report is correct with BoAmps' [Schema Validator](#).



Then, upload your reports in a Pull Request on our [HuggingFace repository](#)



Remerciement

Youn Chéné et tout le groupe de travail machine learning de Boavizta



Merci de votre attention

Participez à l'initiative BoAmps



Accéder à notre
site web :

boavizta.org

Discuter sur notre
chat public :



Suivre nos actualités :



Contribuer à nos outils :

