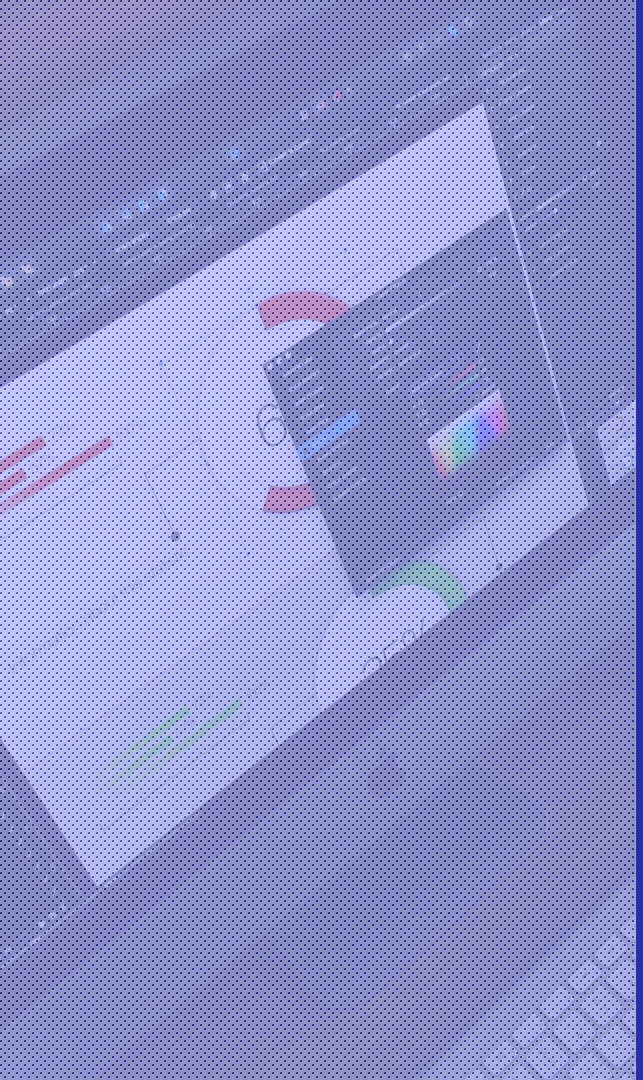


Numérique responsable & IA Frugale

Atelier NR

Avril 2026

Agathe GARRIDO
&
Hanou DITTOO

Programme de l’atelier

Programme de l’atelier

- Diagnostic de votre empreinte carbone au travail – 2025-2026
- Le Numérique Responsable (NR) : comprendre l’empreinte carbone du numérique et activer sa capacité à agir
- L’IA frugale – Zoom environnemental, éthique, social et juridique
- Boite à outils Numérique Responsable et IA

Numérisez le QR ou utilisez le lien pour participer

https://forms.office.com/e/4uXkuQT0eP

Copier le lien

Pour commencer, nous vous proposons un diagnostic de votre empreinte carbone numérique au travail

Le Numérique Responsable (NR) : comprendre l’empreinte carbone du numérique et activer sa capacité à agir

Empreinte NUMÉRIQUE le jeu

Capacité d'agir

+

–

Une bière
1,35 Kg CO2 eq / an

Un repas avec du bœuf
7,26 Kg CO2 eq / An

Achat d'un jean neuf
25 Kg CO2 eq / an

A/R Paris New-York
2060 Kg CO2 eq/ an

Règles du jeu

Replacez les cartes du numérique selon leur empreinte carbone (Hypothèse de moyennes annuelles) et votre capacité à agir sur la diminution de leur utilisation

– –

Empreinte Carbone

++

Le numérique

4 % des émissions de Gaz à Effets de Serre (GES) mondiales



6e émetteur de GES du monde, si c'était un État

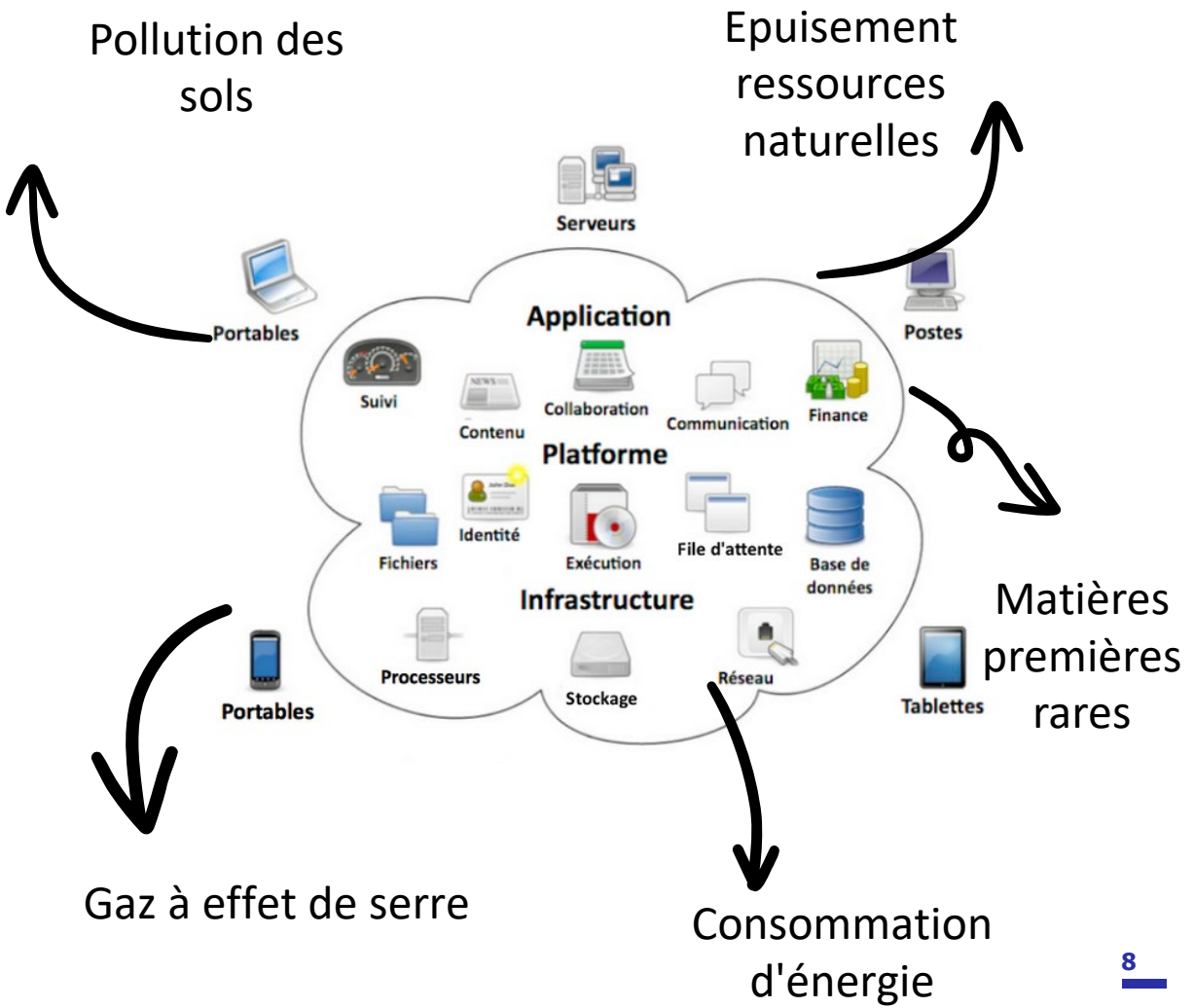


Des chiffres qui tripleraient d'ici 2050… !

× 3

Qu'entend-on par *le numérique* ? L'empreinte environnementale du *numérique*?

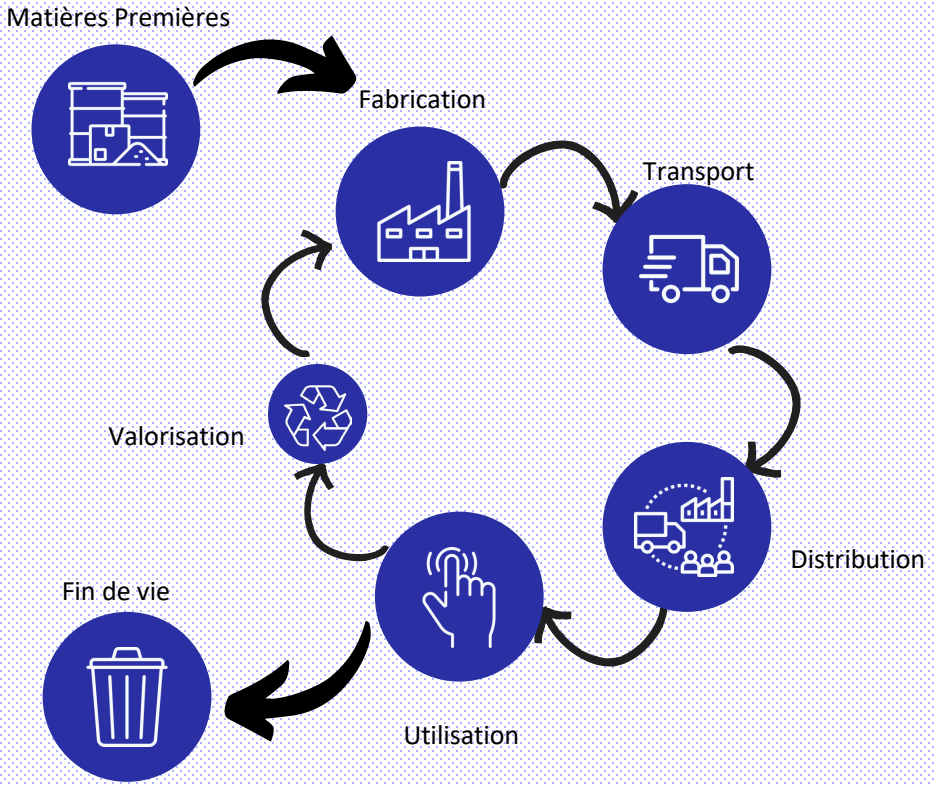
Le numérique recouvre l'ensemble des sciences et technologies de l'information et de la communication (TIC). Celles-ci ont des effets importants sur l'environnement.



Cycle de vie des TIC

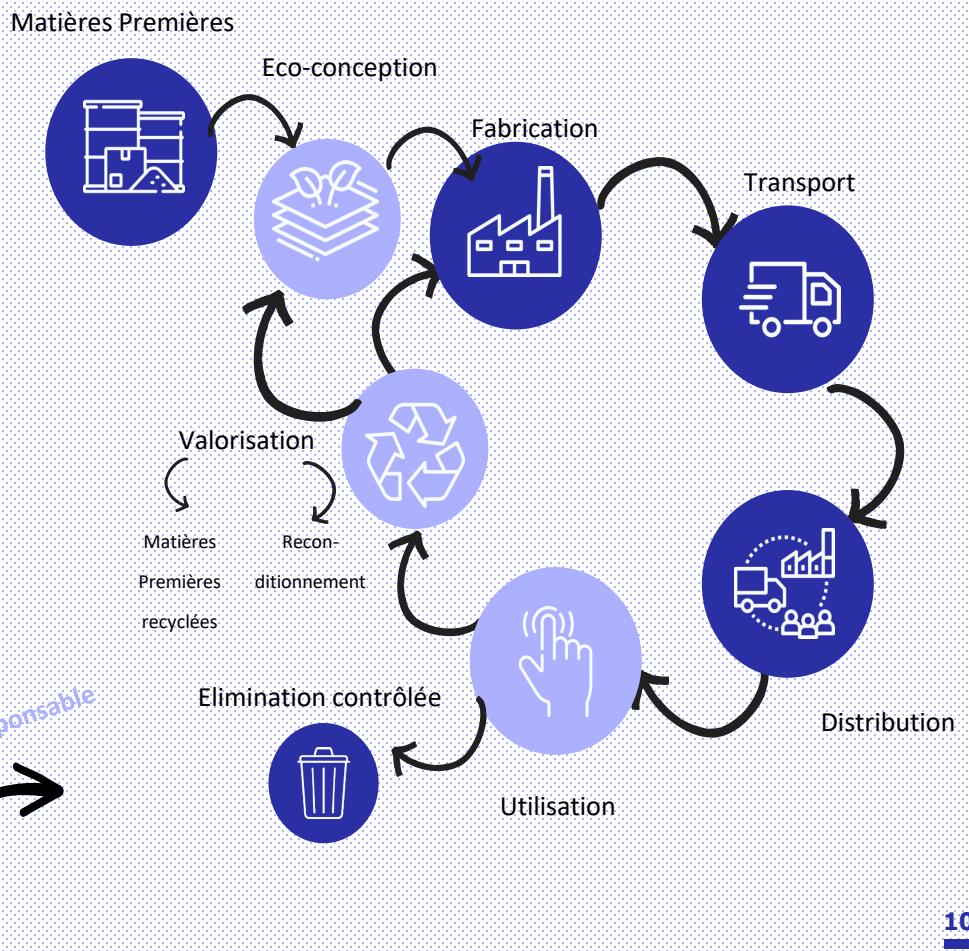
Illustration pour un ordinateur portable

- L'étape de Fabrication regroupe 80 % des impact : 170 Kg CO2eq
- Utilisation annuelle : 1,5Kg de CO2eq
- Sa fin de vie : 3Kg CO2eq (Durée moyenne d'utilisation divisée par 3 en 30 ans)



Le numérique responsable, alias "Green for IT", qu'est-ce que c'est ?

Démarche d'amélioration continue qui vise à réduire l'empreinte écologique, économique et sociale des TIC (Green for IT) et augmenter son impact positif (IT for Green)



Numérique responsable

Les bonnes pratiques individuelles

Chaque année un salarié dépense 3460 kWh = 50 ampoules allumées 8h/jour pendant 1 an !

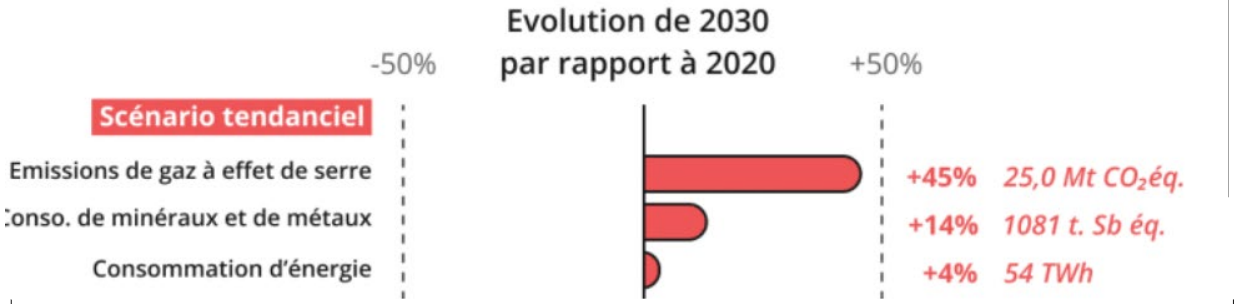


Faire la part des choses	Réduire en priorité l'achat (fabrication) puis les utilisations sur ce qui pèse le plus
Diminuer son "empreinte équipement"	• Protéger l'équipement déjà acquis • Eviter d'acheter ou de renouveler du matériel non nécessaire
Changer ses usages Que puis-je éviter ? Que puis-je réduire ?	• Eteindre les équipements • Ménager batterie (entre 20 et 80%) • Eviter recherches basiques sur IA, favoriser moteurs recherche • Eviter vidéo favoriser audio • Diminuer la qualité photos et vidéos • Diminuer partage de fichiers volumineux et prioriser le cloud • Désactiver Wifi si pas besoin (éviter 4G) • Débrancher chargeur après utilisation • Eviter d'imprimer

Deux scénarios possibles pour 2030

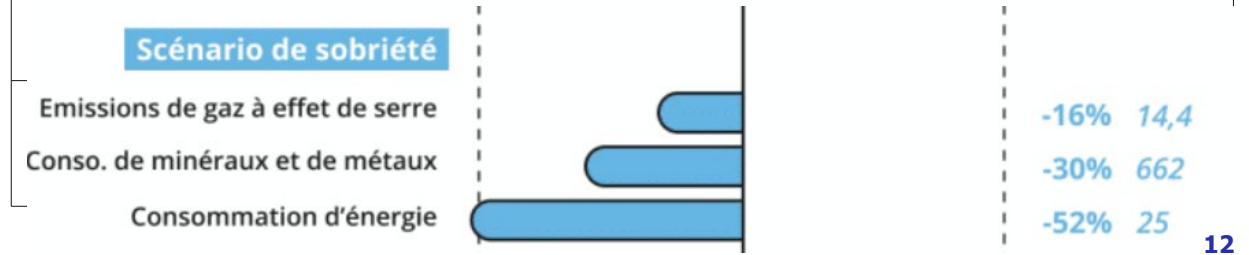
Scénario pessimiste

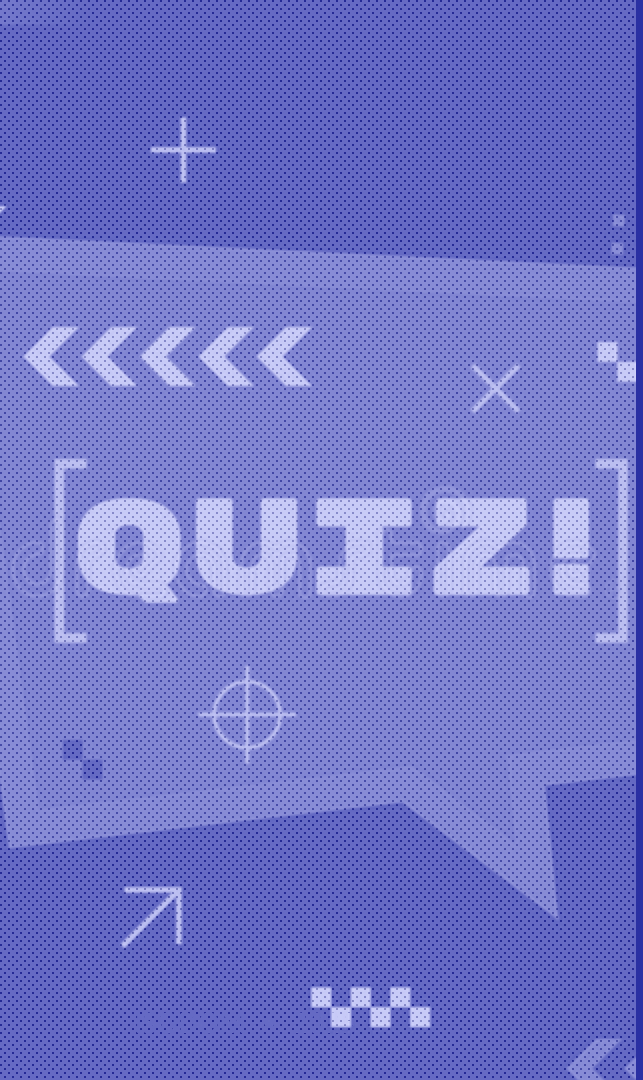
Usages continuent de progresser au rythme actuel : éco-conception non systématique, peu de réemploi et réparation des TIC, peu de sobriété numérique dans les usages : trafic



Scénario optimiste

- Eco-conception systématique (terminaux + infrastructures + centres de données)
- Réduction ou stabilisation du nombre d'équipements via allongement de la durée de vie des terminaux (reconditionnement, réparation)





Quiz IA

Impact environnemental, social, juridique & éthique

isodom
PERFORMANCE, SIMPLY HUMAN.

Atelier de sensibilisation

Les phases du jeu

01 🌿 **IMPACT ENVIRONNEMENTAL**

Q1 à Q5

02 🎭 **BIAIS ALGORITHMIQUES**

Q6 à Q9

03 👷 **TRAVAILLEURS & IMPACT SOCIAL**

Q10 à Q13

04 ⚖️ **CADRE JURIDIQUE & AI ACT**

Q14 à Q17

05 🧠 **ÉTHIQUE & GRANDS ENJEUX**

Q18 à Q20

Jouons ensemble

Scannez ce code avec votre téléphone ou
Allez sur slido.com et renseignez ce code # 3589 046



Question : *Quelle est la PREMIÈRE question à se poser avant de développer un service d'IA frugale ?*

☑ Bonne réponse : **Le besoin existe-t-il réellement et l'IA est-elle nécessaire ?**

Questionner systématiquement le besoin avant tout recours à l'IA

Avant chaque utilisation d'un outil d'IA générative, je me pose la question :

« Cette tâche nécessite-t-elle vraiment une IA, ou existe-t-il une alternative moins consommatrice ? »

🌿 IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Q1 à Q5

01

isodom
PERFORMANCE, SIMPLY HUMAN

Question : ***Entraîner GPT-3 a émis autant de CO_2 qu'environ…***

✅ Bonne réponse : **120 voitures roulant pendant un an**

- ~552 tonnes de CO_2 = 120 voitures à essence pendant 1 an.
- Les modèles récents (GPT-4, Gemini…) sont encore plus gourmands.
- Le papier Green AI (2019) demande de publier l'empreinte carbone avec la précision du modèle.

552t CO_2

émis pour GPT-3

Question : ***Quelle ressource cachée les data centers consomment-ils massivement ?***

✅ Bonne réponse : **L'eau pour le refroidissement**

- Les data centers consomment des milliards de litres d'eau douce.
- Microsoft : +34% de consommation d'eau en 1 an à cause de l'IA.
- GPT-4 : ~700 000 litres d'eau = 370 000 bouteilles d'1L.
- Impact invisible mais massif, surtout dans les zones de stress hydrique.

700 000L

Eau pour GPT-4

Question : ***L'entraînement d'un modèle d'IA consomme toujours plus d'énergie que son utilisation (inférence) sur toute sa durée de vie. Vrai ou faux ?***

✅ Bonne réponse : **Faux, cela dépend du nombre d'inférences réalisées**

- Entraînement : coût élevé mais ponctuel
- Inférence : coût unitaire faible mais continu et massif
- L'impact environnemental dépend surtout du volume d'usage, pas uniquement de la phase d'entraînement.

Faux

Question : ***Depuis 2012, la puissance de calcul pour entraîner les IA a été multipliée par…***

✅ Bonne réponse : **300 000 (doublement tous les 3,4 mois)**

- Doublement tous les 3,4 mois depuis 2012 (Allen Institute for AI).
- En 6 ans = facteur ×300 000 en besoins de calcul.
- Les progrès en efficacité des puces n'ont pas suivi ce rythme.
- Proposition : publier l'empreinte carbone dans toutes les publications IA.

×300 000

depuis 2012

Question : *Quelle action réduit le plus l'empreinte carbone de l'IA ?*

✅ Bonne réponse : **Entraîner des modèles plus petits + alimentés en énergie renouvelable**

- L'impact individuel existe mais reste limité.
- DistilBERT : performances similaires à BERT avec 40% moins de ressources.
- Alimenter les data centers en renouvelables = levier systémique majeur.
- La « compensation carbone » est souvent critiquée comme du greenwashing.

🎭 BIAIS ALGORITHMIQUES

Q6 à Q9

02

isodom
PERFORMANCE, SIMPLY HUMAN

Question : *Quel biais a révélé l'algorithme COMPAS (aide aux décisions judiciaires, USA) ?*

✅ Bonne réponse : **Surévaluation 2× du risque de récidive pour les personnes noires**

- ProPublica 2016 : 2× plus de chances de mal classer les personnes noires.
- Et sous-évalue le risque pour les personnes blanches — effet systémique.
- Cause : entraîné sur des données issues d'un système judiciaire biaisé.
- L'IA ne discrimine pas « exprès » — elle amplifie les biais humains.

×2

de faux positifs
(personnes noires)

Un algorithme n’est jamais neutre si les données ne le sont pas.

Question : ***Amazon a abandonné un outil IA de tri de CV car il discriminait…***

✅ Bonne réponse : **Les femmes**

- Entraîné sur 10 ans de CV reçus par Amazon = majoritairement des hommes.
- Il pénalisait les mots « femmes », les diplômes de facs féminines.
- Et favorisait des verbes d'action associés aux candidatures masculines.
- L'IA ne fait que reproduire et amplifier les inégalités de ses données.

Question : ***Joy Buolamwini (MIT) : quel écart de taux d'erreur pour la reconnaissance faciale ?***

✅ Bonne réponse : **Jusqu'à 34% d'écart : hommes blancs 0,8% — femmes noires 34,7%**

- MIT 2017 : 0,8% d'erreur pour hommes peau claire vs 34,7% femmes peau foncée.
- Cause : bases de données surreprésentant les visages blancs masculins.
- Microsoft, IBM, Amazon ont suspendu leurs services suite à cette étude.
- Joy Buolamwini a fondé l'Algorithmic Justice League.

34%

d'écart d'erreur

Question : ***Qu'est-ce qu'une 'bulle de filtre' ?***

✅ Bonne réponse : **L'algorithme enferme l'utilisateur dans des contenus qui confirment ses opinions**

- Eli Pariser : chaque utilisateur voit une version différente du web.
- YouTube (depuis 2016) optimise l'engagement — pas la diversité des points de vue.
- Conséquence : polarisation politique, désinformation renforcée.
- Solution partielle : effacer son historique YouTube dans les paramètres Google.

TRAVAILLEURS & IMPACT SOCIAL

Q10 à Q13

03

Question : ***En quoi consiste le travail des 'travailleurs du clic' / annotateurs de données ?***

✅ Bonne réponse : **Étiqueter des données (images, textes, sons) pour entraîner les algorithmes**

- Tâches répétitives : « ce texte est violent », « cette image c'est un chat ».
- Sans eux, aucun modèle d'IA ne peut apprendre.
- Des centaines de milliers de travailleurs en Asie du Sud-Est, Afrique, Amérique latine.
- Quasi-invisibles dans le discours sur la « révolution IA ».

Question : ***Salaire horaire des modérateurs kényans qui 'nettoyaient' les données de ChatGPT ?***

✅ Bonne réponse : **Moins de 2 $/heure (entre 1,32$ et 2$)**

- Enquête TIME 2023 : modérateurs kényans sous-traités par OpenAI.
- Lisaient des textes pédopornographiques, violents, traumatisants.
- Plusieurs ont développé des troubles post-traumatiques.
- C'est le coût humain réel de l'IA 'propre' que nous utilisons.

<2$/h

salaire horaire
(TIME, 2023)

Question : ***Selon le FMI (2024), quelle proportion d'emplois dans les pays avancés sera affectée ?***

✅ Bonne réponse : **40% des emplois**

- FMI 2024 : 40% des emplois 'exposés' dans les économies avancées.
- 'Affecté' ≠ 'supprimé' : certains augmentés, d'autres transformés.
- Les emplois les plus exposés sont souvent les moins bien rémunérés.
- Enjeu clé : qui bénéficiera des gains de productivité de l'IA ?

40%

emplois exposés
(FMI, 2024)

Question : ***Combien d'entreprises contrôlent la majorité des infrastructures IA mondiales ?***

✅ Bonne réponse : **Une poignée — moins de 10 grandes entreprises**

- OpenAI, Google, Meta, Microsoft, Amazon, Anthropic, Mistral…
- Quasi toutes américaines ou chinoises. Très peu d'acteurs européens.
- Qui décide des valeurs encodées dans ces systèmes ? Qui contrôle ?
- L'open source (Llama 2…) tente d'y répondre, avec ses propres limites.

⚖️ CADRE JURIDIQUE & AI ACT

Q14 à Q17

04

isodom
PERFORMANCE, SIMPLY HUMAN

Question : ***L'AI Act européen (août 2024) classe les IA en combien de niveaux de risque ?***

✅ Bonne réponse : **4 niveaux : minimal — limité — élevé — inacceptable**

- Minimal : filtres spam, jeux vidéo → peu de contraintes.
- Limité : chatbots, deepfakes → obligation de transparence.
- Élevé : justice, RH, santé → réglementation stricte.
- Inacceptable : notation sociale, manipulation → INTERDIT.

Question : ***Lequel de ces usages est formellement INTERDIT par l'AI Act ?***

✅ Bonne réponse : **La notation sociale des citoyens par les gouvernements**

- Le « crédit social » à la chinoise est explicitement interdit.
- Aussi interdits : manipulation subliminale, identification biométrique en temps réel.
- L'AI Act s'applique à toute entité fournissant un produit/service IA en Europe.
- Objectif : devenir un standard international, comme l'est devenu le RGPD.

Question : ***Que doit obligatoirement indiquer l'AI Act sur les contenus générés par IA ?***

✅ Bonne réponse : **Que le contenu a été généré par une IA (obligation de transparence / marquage)**

- Obligation de marquage (watermarking) pour contenus synthétiques.
- Deepfake vidéo, voix clonée, texte généré → étiquetage obligatoire.
- Enjeu électoral : un deepfake peut se diffuser avant d'être démenti.
- L'étiquetage ne suffit pas seul — mais c'est un premier verrou légal.

Question : ***Pour les décisions importantes (embauche, crédit…), quel droit garantit l'AI Act ?***

✅ Bonne réponse : **Droit à une explication et à une révision par un humain**

- Pour les IA « haut risque » : comprendre la décision et la contester.
- Aucune décision importante ne peut être laissée uniquement à une machine.
- Ce droit existait déjà dans le RGPD depuis 2018 (article 22).
- L'AI Act le renforce et l'étend à tout le cycle de vie des systèmes IA.

🧠 ÉTHIQUE & GRANDS ENJEUX

Q18 à Q20

05

isodom
PERFORMANCE, SIMPLY HUMAN

Question : ***Que désigne le terme 'hallucination' en IA ?***

✅ Bonne réponse : **Une IA génère des informations fausses mais présentées avec assurance**

- Les LLMs prédisent le mot le plus probable — ils ne 'savent' pas si c'est vrai.
- Ils inventent des citations, sources, dates… avec le même ton assuré.
- Un avocat américain a soumis des plaidoiries ChatGPT avec 6 arrêts fictifs → sanctionné.
- Règle d'or : TOUJOURS vérifier les informations factuelles générées par IA.

Question : ***Quel usage problématique des deepfakes est déjà documenté et répandu ?***

✅ Bonne réponse : **Les arnaques financières imitant la voix / le visage de dirigeants d'entreprise**

- Hong Kong 2024 : 25M$ virés après une fausse visioconférence avec deepfake du DG.
- Deepfakes politiques : déclarations fictives diffusées avant des élections.
- Contenus non consentis à caractère sexuel : problème massif et sous-documenté.
- La question n'est plus 'est-ce possible ?' mais 'comment s'en protéger ?'.

25M$

arnaque deepfake
Hong Kong, 2024

Question : *Quelle affirmation sur l'IA générative actuelle est VRAIE ?*

✅ Bonne réponse : **L'IA reproduit et amplifie les biais présents dans ses données d'entraînement**

- L'IA ne « comprend » pas — elle calcule des probabilités statistiques.
- Elle ne 'crée' pas de toutes pièces — elle recombine ce qu'elle a ingéré.
- Elle n'a pas de conscience ni d'émotions, même si elle les simule parfaitement.
- Comprendre cela = utiliser ces outils de façon critique, pas naïve.



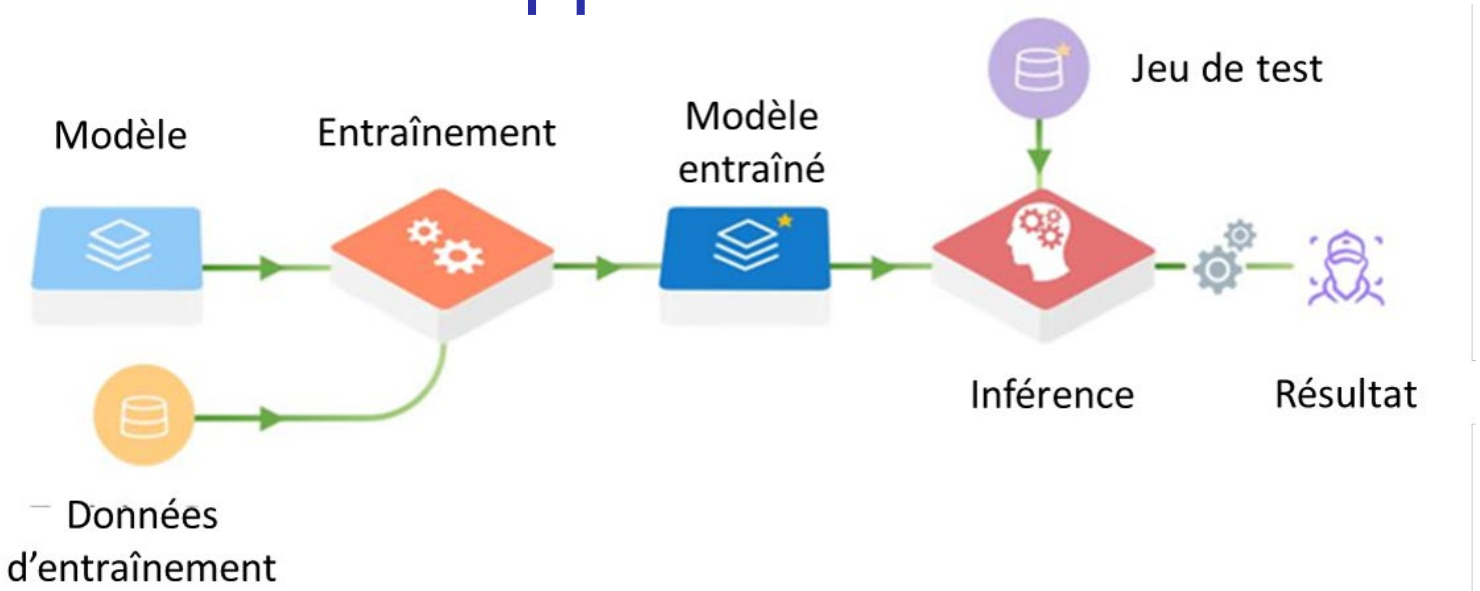
Bravo !

L'IA n'est pas magique. Elle est le reflet de nos données,
de nos choix, de nos inégalités.

À nous de décider comment nous voulons qu'elle nous ressemble.

Quelques notions sur l'IA

Comment l'IA « apprend-elle »



- Un modèle, l'algorithme de Deep Learning, va recevoir en entrée des données d'entraînement.
- Une fois le modèle entraîné obtenu, il est appliqué à des données inconnues pour le tester puis dans l'environnement dans lequel il sera utilisé.

Manque de transparence des fournisseurs

Il n’existe pas aujourd’hui de méthode standard permettant de mesurer l’impact environnemental de l’inférence des modèles propriétaires.

Le poids réel de l'inférence

L'inférence représente jusqu'à 90 % de l'utilisation totale d'énergie d'un modèle sur son cycle de vie.



L’empreinte vient du volume, pas seulement de la performance.

Malgré un coût par requête faible, l’échelle globale de l’utilisation entraîne un impact environnemental agrégé considérable.

Le paradoxe de Jevons ou effet rebond appliqué à l'IA

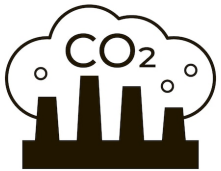
Plus les modèles deviennent efficaces et accessibles, plus leur usage explose, annulant les gains environnementaux unitaires.

Tous les LLM ne se valent pas écologiquement

À tâche équivalente, certains modèles consomment beaucoup plus d'énergie, d'eau et génèrent plus d'émissions que d'autres.







Des modèles d'IA plus ou moins frugaux

- Un modèle symbolique ou un modèle de machine learning simple peut souvent suffire au lieu d'un modèle de deep learning complexe.
- Choisir des solutions moins énergivores, réduit l'empreinte carbone du service numérique tout en optimisant les coûts et la maintenance.
- Il faut choisir le modèle le plus adapté au besoin, sans dépenser inutilement en ressources.
- Vérifiez si l'IA symbolique peut répondre aux besoins exprimés. Elle est souvent plus frugale car elle repose sur des règles explicites et demande moins de données.

Pour comparer les modèles d'IA entre eux sur leur consommation d'Energie :
https://comparia.beta.gouv.fr/
https://huggingface.co/spaces/AIEnergyScore/Leaderboard

Bien choisir son infrastructure

L’infrastructure de déploiement est un facteur crucial de durabilité des LLM.
le choix du cloud, de la région et du mix énergétique est aussi important que le modèle lui-même.

Trucs et astuces l'IA

COMMENT REDUIRE L'IMPACT ?

1. Questionner le besoin : s'assurer qu'il existe réellement et que les scénarios d'usage sont décrits avec leurs limites
2. Identifier toutes les solutions possibles : celles basées sur l'IA, sans IA ou celles s 'appuyant sur l'existant
3. Evaluer chaque solution en termes d'impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie du projet et de la solution
4. Intégrer une évaluation des impacts environnementaux dans les processus de décisions et de pilotage
5. Outiller le développement des solutions pour pouvoir surveiller précisément leur utilisation réelle
6. Réadapter les rôles et les responsabilités des différentes parties prenantes des projets afin que toute la gouvernance intègre la frugalité

Source : Référentiel général pour l'IA frugale

Questionner systématiquement le besoin avant tout recours à l'IA

Avant chaque utilisation d'un outil d'IA générative, je me pose la question :

« Cette tâche nécessite-t-elle vraiment une IA, ou existe-t-il une alternative moins consommatrice ? »

Green Prompting

Une réponse longue par une IA consomme plus d'énergie

Mot dans le prompt plus économe

- ✓ Classifier
- ✓ Résumer
- ✓ Traduire

→ Réponse plus directe

Mot dans le prompt consommateur

- × Analyser
- × Expliquer
- × Justifier

→ Réponse plus longue

Optimiser la qualité de mes prompts pour réduire la consommation de tokens

Je rédige des prompts concis, précis et structurés, en évitant les répétitions inutiles, les contextes trop longs ou les exemples redondants, pour réduire le nombre de tokens consommés par requête.
Et je demande une réponse courte et concise

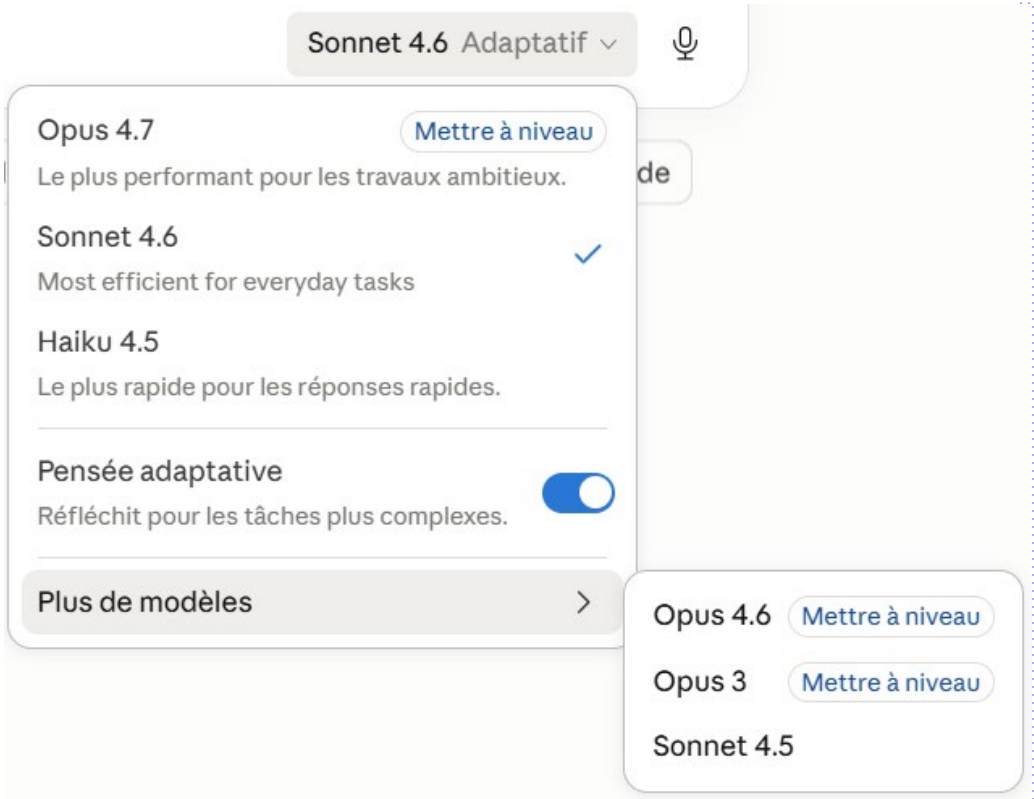
Changez de conversation plus souvent



Partir sur une nouvelle conversation permet de ne pas tirer tous l'historique.
Cela économisera de l'énergie et des « tokens » donc de l'argent

Adaptez-le modèle à votre besoin





Construire et maintenir une base de connaissances personnelle pour éviter les requêtes répétitives

Centraliser mes requêtes IA récurrentes dans une base de connaissances personnelle (Notion, OneNote, fichier Markdown) pour éviter de poser plusieurs fois la même question et ainsi limiter les requêtes inutiles

Sensibiliser mon entourage professionnel aux impacts de l'IA

Partager une bonne pratique, un article de référence ou un retour d'expérience sur l'IA frugale avec mes proches, collègues ou ma communauté professionnelle (présentation, mail, post LinkedIn, article interne)

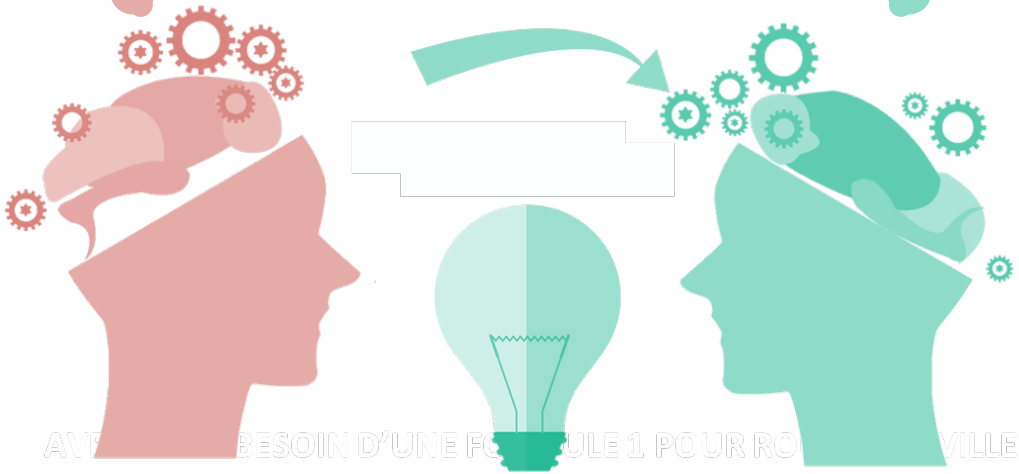
Adaptez vos usages en fonction de vos besoins



Faisons évoluer nos façons de penser

Ce que je veux, quand je veux, dans la quantité que je veux

Ce dont j'ai besoin, au moment où j'en ai besoin, dans la quantité nécessaire



Des ressources pour aller plus loin

https://www.isodom.com/transition-numerique-et-ia/



Merci

20 Rue Maxime Rivière, Le Village by CA
97490 Sainte Clotilde – LA REUNION
+262 262 56 21 25

www.isodom.com