



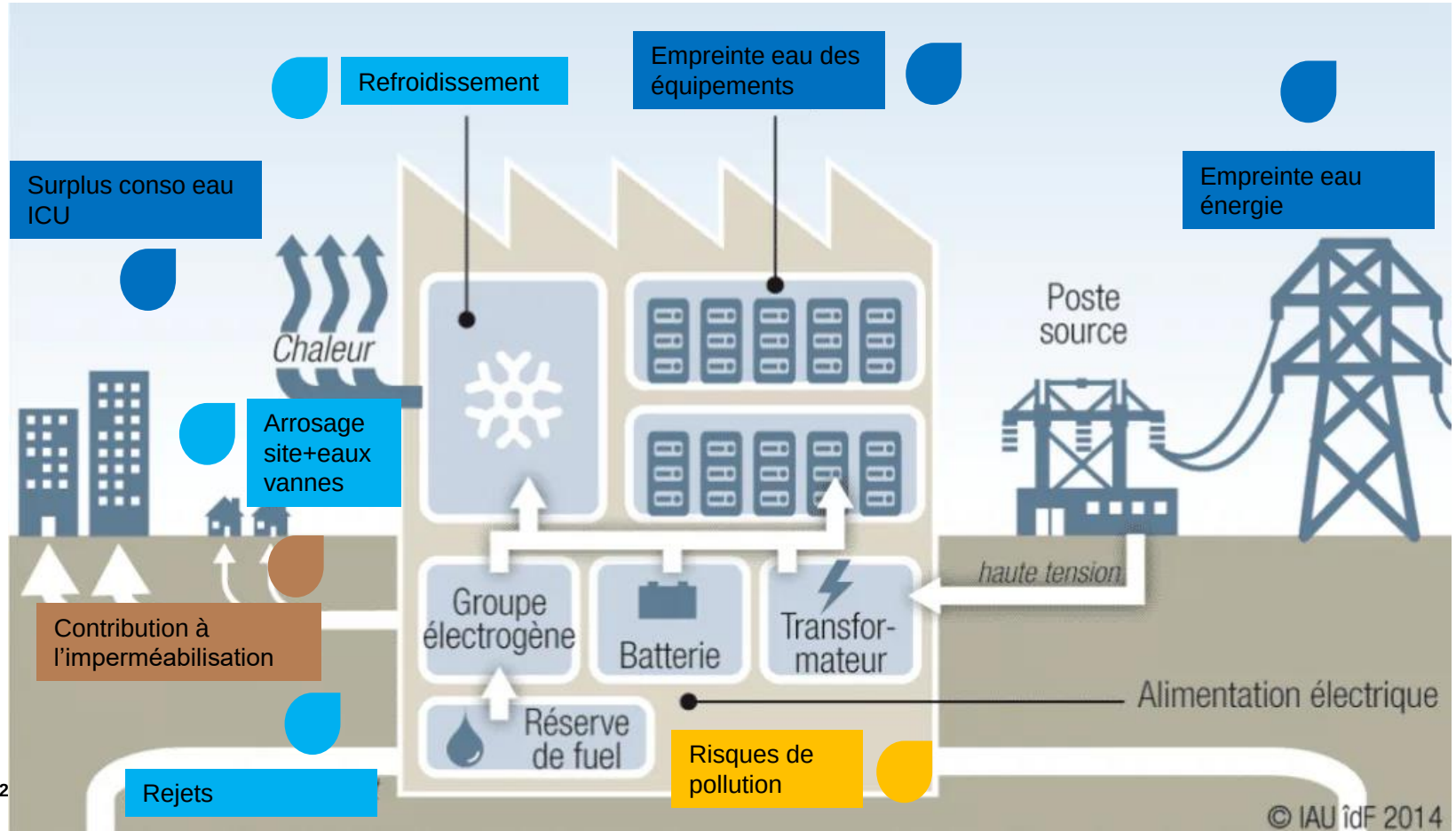
DATA CENTERS & EAU

Quels impacts ?

Sarah Feuillet service Planification évaluation et Prospective DCP AESN

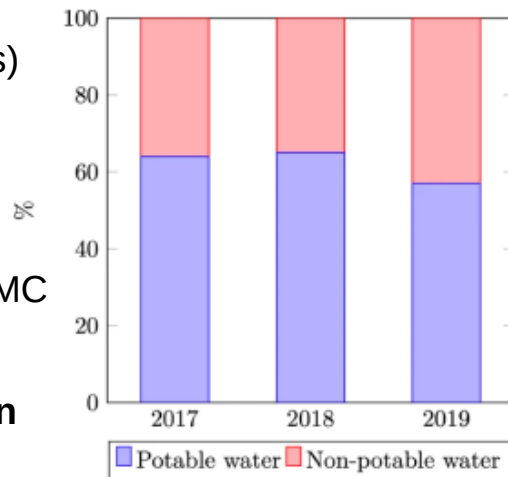
ChatGPT 'drinks' a 500ml bottle of fresh water for every simple conversation with about 20 to 50 questions.
(Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models, 2025)

Panorama des différents types d'impacts



Différents types de refroidissements

- **Refroidissement sec** avec échange convectif d'air : contraint par température ext/convient aux climats froids/eau nécessaire quand air trop chaud ou sec (besoin humidification) + énergivore ; en été fluide réfrigéré
 - **Refroidissement adiabatique** : humidification de l'air pour refroidir
 - **Tours ouvertes** : système le plus efficace pour refroidir mais consomme énormément d'eau/80% eau évaporée ; selon météo 1 à 9 l/kWh (én. Serveurs)
 - **Refroidisseurs hybrides** : combinent ruissellement et convection forcée
- **Provenance de l'eau** : le plus souvent eau potable par commodité
- **Limiter besoin refroidissement** : rationalisation des flux d'air, tolérance T°C, VMC double flux, refroidissement à l'eau chaude
- **Ressources alternatives & améliorations** : puits canadiens, water cooling, **bain d'huile**, utilisation eaux grises, eau de mer ou immersion mer, Réuse



Mytton, 2021

Approches US et européennes différentes : **préférence européenne pour le refroidissement sec** plutôt qu'à eau.

$$WUE = \frac{\text{Annual Site Water Usage}}{\text{ICT Equipment Energy}}$$

France : 0,26 L/kWh
moyenne européenne : 0,45 L/kWh
Google : 1 L/kWh (tours évaporantes)
1 Data center en Arizona en été : 9 L/kWh (tours)

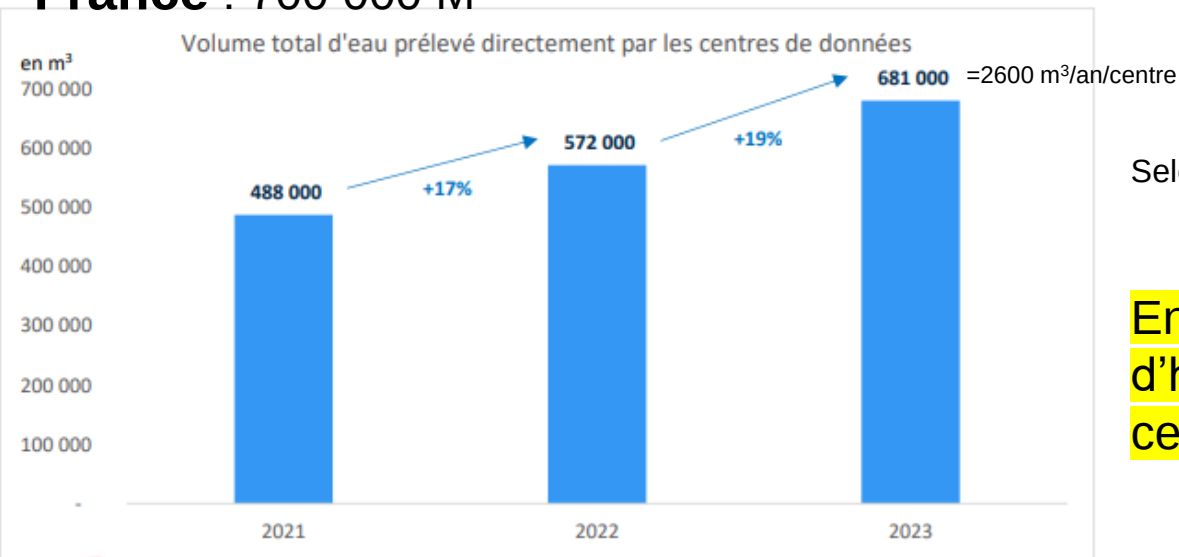
Refroidissement

Monde/conso : 560 Mm³ en 2023 => 1,2 Md/an en 2030 (prvt : 9 Md)

Grand centre (100 MW) : 400 k à 1,8 Mm³

Centre de taille moyenne (15 MW) : 300 k à 500 km³ (=3 hôpitaux) Petit centre (1 MW) : 26 k m³

France : 700 000 M³



Selon les cas : 1000, 80 000, 100 000 m³

En refroidissement sec, nécessité d'humidification des salles dans certaines conditions sèches



L'énergie : origine & impacts sur l'eau

Besoin puissance : $5,15 \text{ MW/m}^2/\text{an (my)} = 10 \text{ à } 30 \times \text{site tertiaire ind classique ou ville de } 50\,000 \text{ hab.}$

Eau utilisée pour l'électricité nécessaire à l'activité dépend du mix énergétique : USA $43,8 \text{ l/kWh}$ (prélevé) et $3,1 \text{ l/kWh}$ (consommation)

Hydroélectricité $16,8 \text{ l/kWh}$; thermoélectricité : $1,25 \text{ l/kWh}$
Nucléaire : + de 2 l/kWh

Conso France () : $8 \text{ à } 10 \text{ TWh} \Rightarrow 80 \text{ à } 100 \text{ M de m}^3$

- **Toute production d'énergie a des impacts sur l'eau** y compris les énergies renouvelables (sauf éoliennes)
- Des « green data center » utilisent des énergies renouvelables : hydroélectricité (évaporation +), méthanisation agricole, photovoltaïque, géothermie profonde... ou nucléaire
- Partenariats géants d'internet & nucléaire (SMR...)

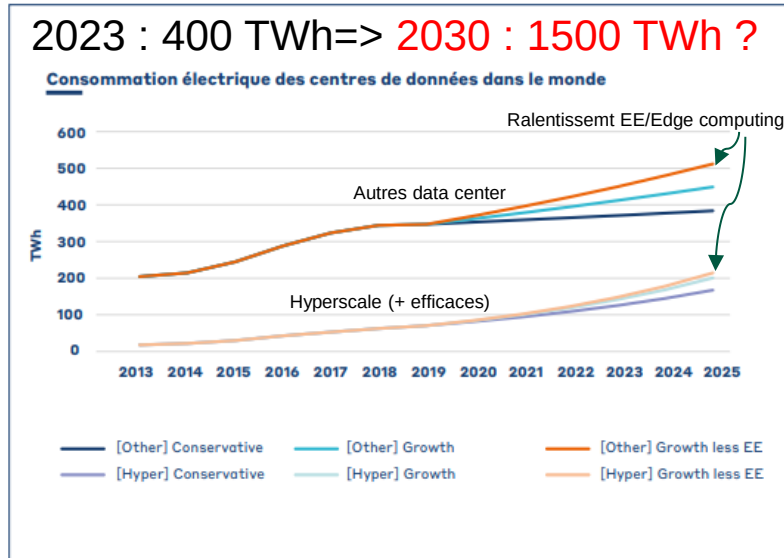
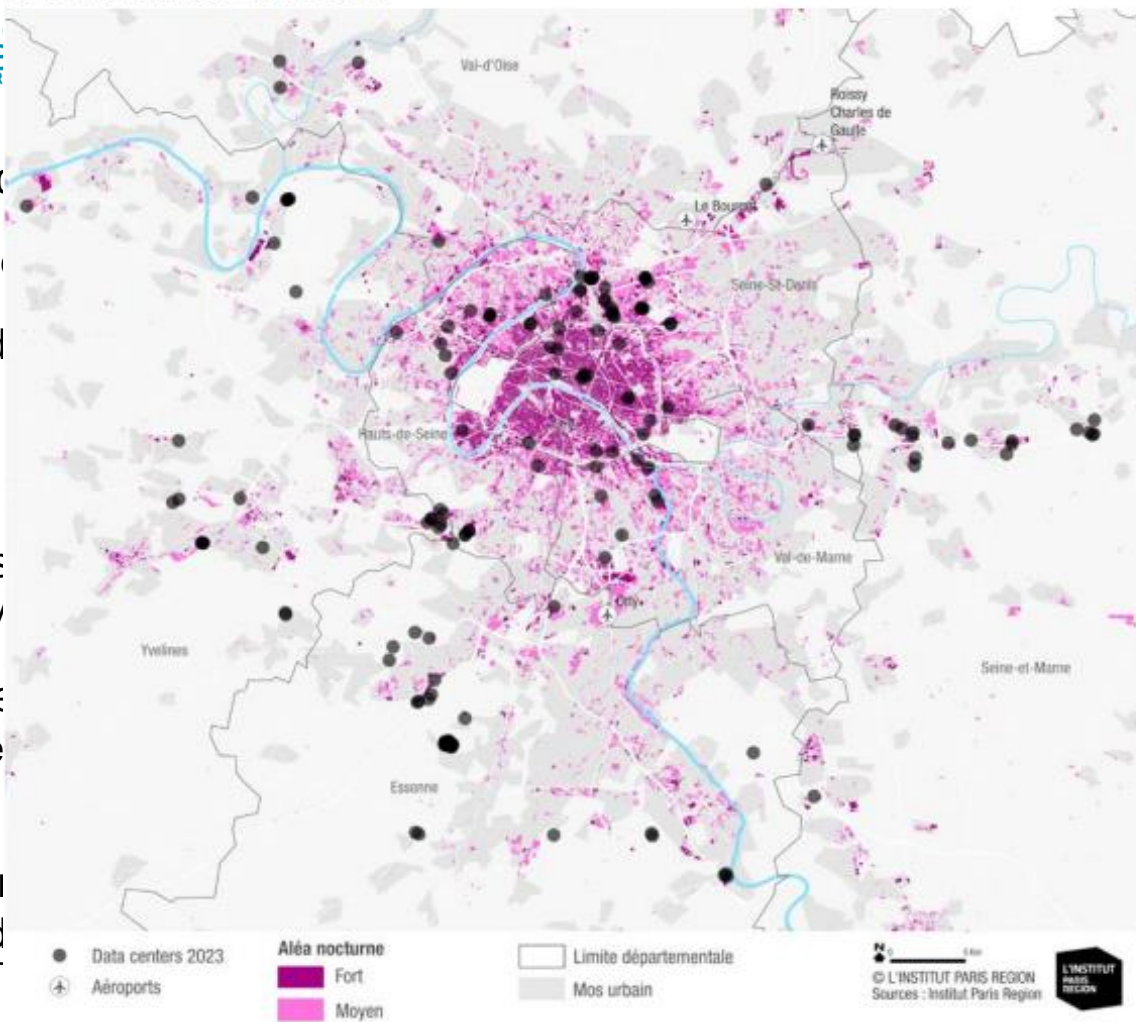


Figure 5 – Evolution 2013-2025 de la consommation électrique des centres de données dans le monde.
Préfixes « [Hyper] » : scénarios de la consommation des centres de données « hyperscale »
Préfixes « [Other] » : scénarios de la consommation des autres centres de données

Shift Project, 2021

« IA, Data Centers et Énergie nucléaire : comment la France peut devenir le leader Européen d'une IA verte » (Vertice Consulting fév 2025)

- Évacuation c
- Ilots de chal
- Trajectoire d
importantes
- Modification
- Dans projets
répandue (M
- Utilisation de
mais encore
numériques
- Directive eur
l'obligation d



l'eau



ôme de chaleur

bcp +

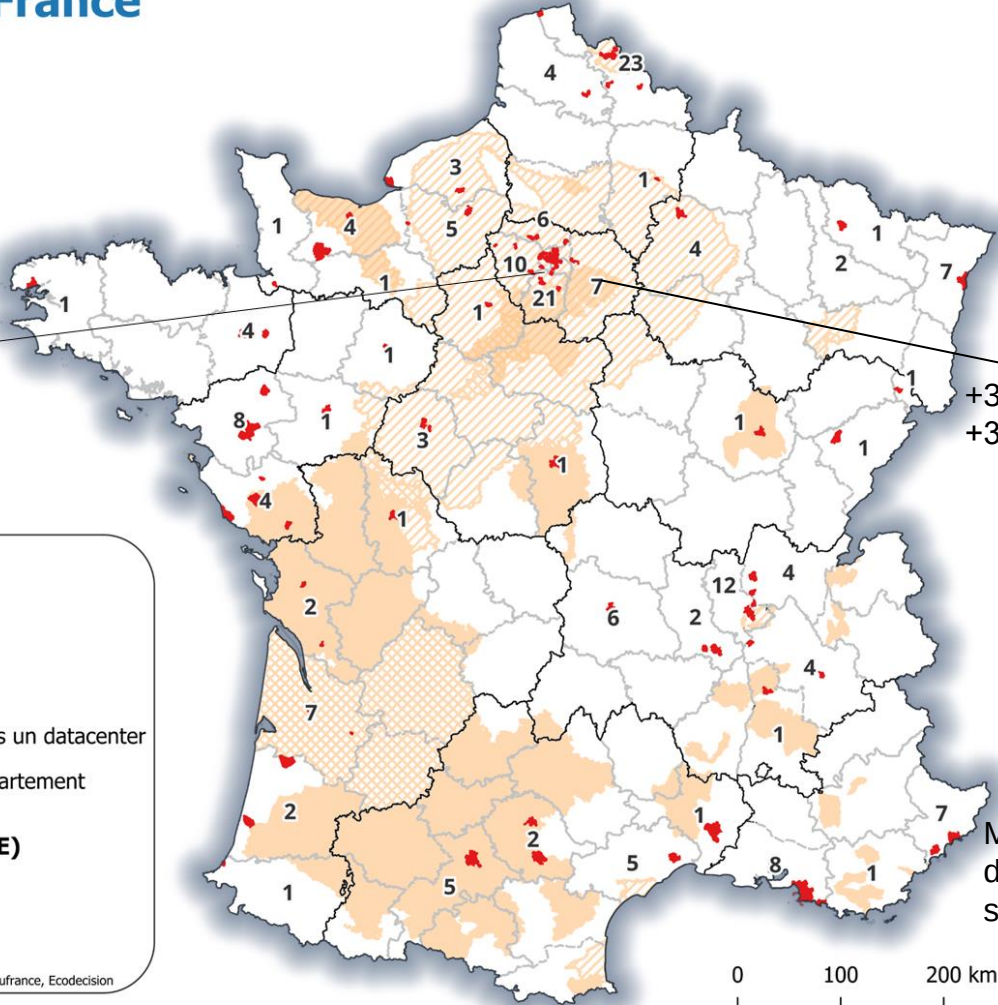
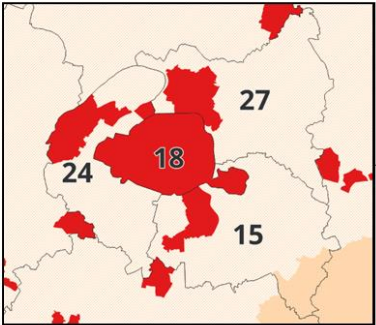
émentaire

it très peu

gements : ++
udières

t dans
mique

Les datacenters en France métropolitaine



+3340 MW sur 30 sites en cours
+3235 MW sur 21 sites à l'étude

65% en ZRE

Monde : 42% des data center de Microsoft en zones de fort stress hydrique ; cas Aragon

Découpages administratifs

- Régions
- Départements

Datacenters

- Communes concernées par au moins un datacenter
- 1** Nombre de datacenters dans le département

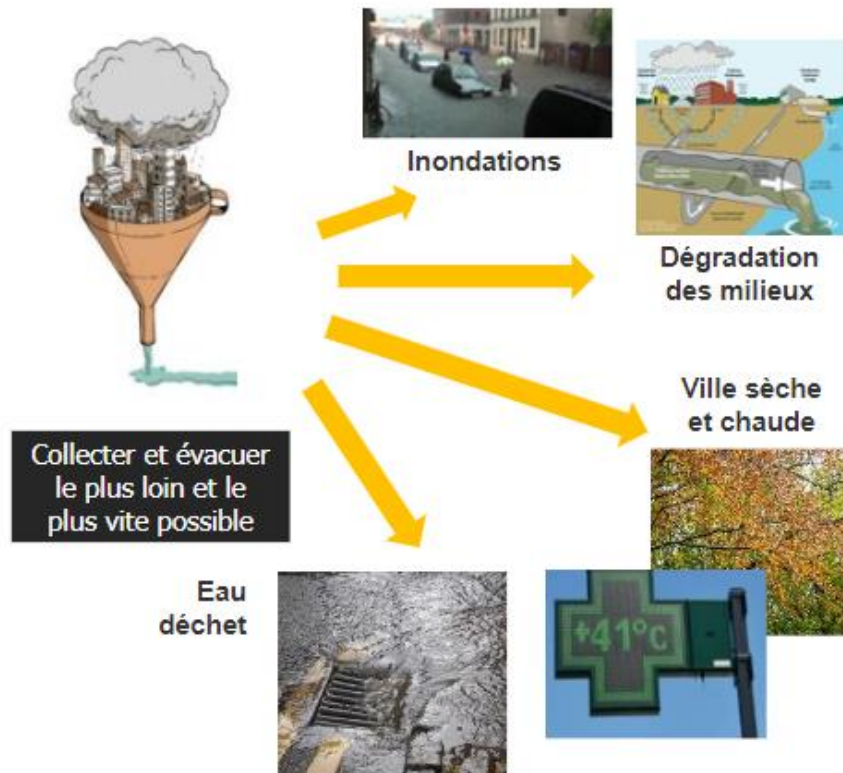
Zones de répartition des eaux (ZRE)

- ZRE pour les eaux superficielles
- ZRE pour les eaux souterraines
- ZRE mixte

sources : eaufrance, Ecodecision

Les limites du modèle « tout-tuyau » historique

- Impacts de ruissellement
- Manque à
- Emprise foncière
- Comment adapter une ville végétalisée mais ne rendant pas les espaces imperméables (toitures végétalisées, etc.)
- Compensation
- Possiblement



sation

ements,

), toiture
omité de bassin)
et terrestre,
viales, noues,
luviales

gie



Risques de pollution

- **Groupes électrogènes** pour maintenir la continuité du service (48h d'autonomie) en cas de coupure ou périodes de pointe=> **cuves de fioul => risques de fuites** / Le parc des data center français : 1159 m3 de fioul et 21 980 t de batteries en 2022
- **Rejet de l'eau dans le réseau d'assainissement**/études régulières vérifient leur niveau de biodégradabilité.
- Si rejets dans le milieu (ex mer) : **eau réchauffée**
- **Eaux souterraines susceptibles d'être contaminées par les remblais du site**
- Rejets des produits utilisés pour les systèmes de refroidissement ?
- **Pollution numérique** liée au remplacement régulier (mise à jour) des serveurs, disques durs, unités de stockage, si mal recyclés => substances toxiques dans l'environnement / **Déchets électroniques** contiennent plomb, mercure, retardateurs de flamme bromés...
- **Pollution liée à la maintenance**
- **Risques d'accidents** (incendies, risque en cascade)

Equipements : empreinte eau & qualité



EAU



ENERGIE PRIMAIRE

2,2 %
DE LA
CONSUMMATION
DE LA FRANCE

6,2 %
DE LA
CONSUMMATION
DE LA FRANCE

Fabrication : grande quantité d'eau ultrapure +
refroidissement des usines de semiconducteurs

La fabrication des serveurs demande de **grandes quantités de matières premières polluantes** (extraction de métaux rares + substances toxiques) => **rejets concentrés en produits chimiques toxiques**

Mal connu, mais important.

Recyclage de l'eau au niveau des usines de fabrication des semi conducteurs peut réduire prélèvements

Au-delà des Data center : empreinte eau du numérique...

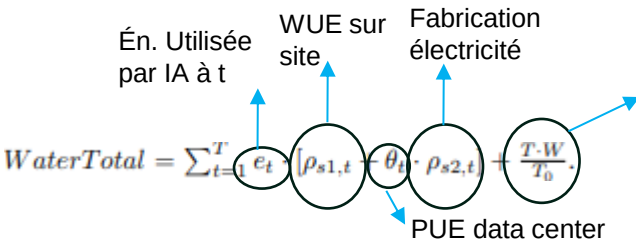
%	Eau		Energie	
	FAB	USE	FAB	USE
Utilisateurs	86 %	5 %	37 %	27 %
Réseau	1 %	4 %	2 %	19 %
Centres informatiques	1 %	3 %	2 %	13 %
	88 %	12 %	41 %	59 %

Incomplet &
déjà caduque ?

IPR 2023

Conclusions

- **Empreinte « totale » de l'IA:**



Li, P. and al, 2025

+ chaleur fatale, imperméabilisation, risques de fuites d'hydrocarbures...

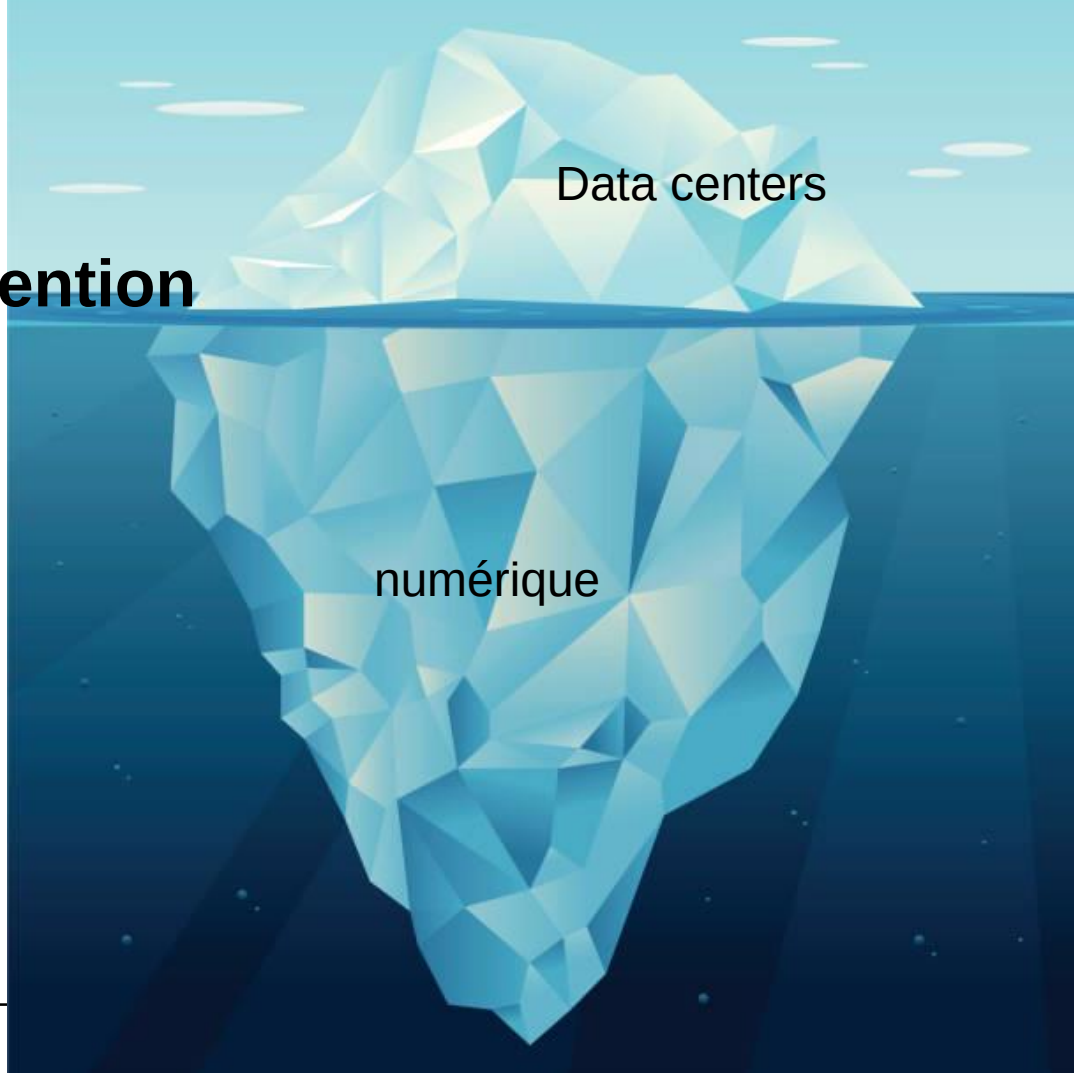
- France : **souvent Data center peu consommateurs *directs* d'eau mais indirects**
- **Monde : empreinte eau forte & en augmentation** (concerne aussi notre « consommation »)
- **Le numérique/ l'IA doit communiquer sur son empreinte eau**
- **Attention au concept de « Green Data center »**
- Tenir compte de **plusieurs facteurs pour le choix du site**
- **Data center/iceberg numérique**
- **Accélération du numérique & changement climatique : problème/chaleur, eau**
- **Sobriété** : place numérique, exemplarité, sensibilisation, quotas d'usage, limiter écrans, films en low def, chartes territoires-entreprises numériques-responsables, ne pas utiliser l'IA systématiquement (pertinence 62%, en baisse), « IA frugale »...

« Si les industriels s'en remettent à leur credo technosolutionniste, à savoir améliorer l'efficacité de leurs systèmes de refroidissement, le seul horizon soutenable reste celui de la frugalité » Olivier Ertzscheid, chercheur en sciences de l'information.

Sources & références (liens)

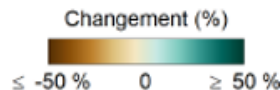
- Recherches internet globales, articles de journaux, France Data Centers
- AESN, Données sur les prélèvements en eau industriels (BdD Aramis)
- Base de données des ICPE croisée avec la liste des centres de données
- Mytton, D., 2021. Data center water consumption. Nature, Retrived Nov 2, 2021
- Li, P. and al., 2025. Making AI Less “Thirsty”: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models
- Shift Project, 2021. Impact environnemental du numérique : tendances à 5 ans et gouvernance de la 5G
- ARCEP, 2023. Enquête annuelle « Pour un numérique soutenable »
- RTE. Transition n°11, 2024. Data centers : 10 chiffres clés sur leur essor en France et leurs besoins en électricité
- Uptime Institute, 2021. Enquête mondiale sur les centres de données
- MRAE Ile de France, 2025 : Avis de la MRAE sur 6 projets
- MRAE Ile de France, 2023, Eclairages 2023 sur les data centers
- Institut Paris Région, 2023 Le développement des data centers en Île-de-France ; autres éléments obtenus auprès de l'IPR
- Entretiens avec l'expert de l'Ademe, Bruno Lafitte et avec un journaliste spécialisé sur Data centers et eau, Fabien Benoît
- Conseil exécutif territorial de Plaine Commune, 2023. Mise en débat des datacenters sur le territoire de Plaine Commune
- Peut-on rendre l'intelligence artificielle frugale ? - Labo (societenumerique.gouv.fr)
- IA : bombe énergétique ou levier écologique ? (theconversation.com)

Merci de votre attention



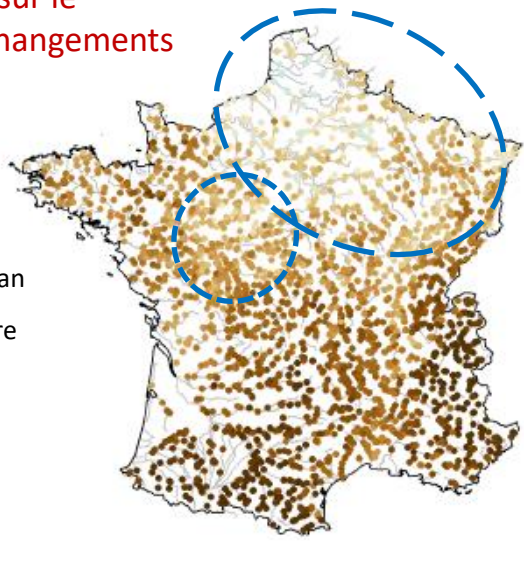
Principaux résultats : RCP8.5 (Pétrole) - Fin de siècle

Changements relatifs - Débit d'été

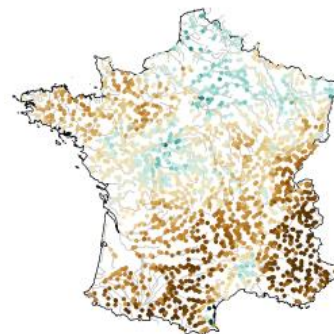


Consensus sur le
signe des changements

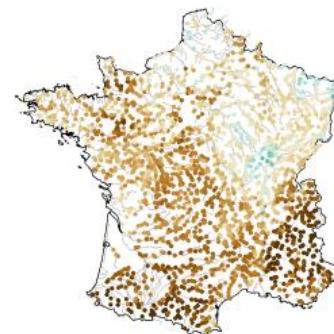
Médiane
Explore2



○ Important
○ Moindre



T++, P+

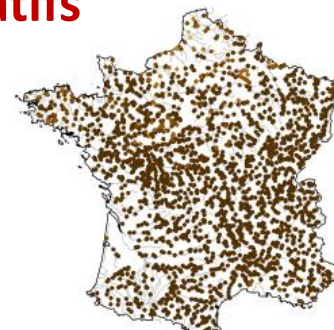


T+, P~

Narratifs



T++, ΔP saisons contrastés



T++, Pété--