



# Vers une réduction de l'impact environnemental du HPC ?

CS Orap

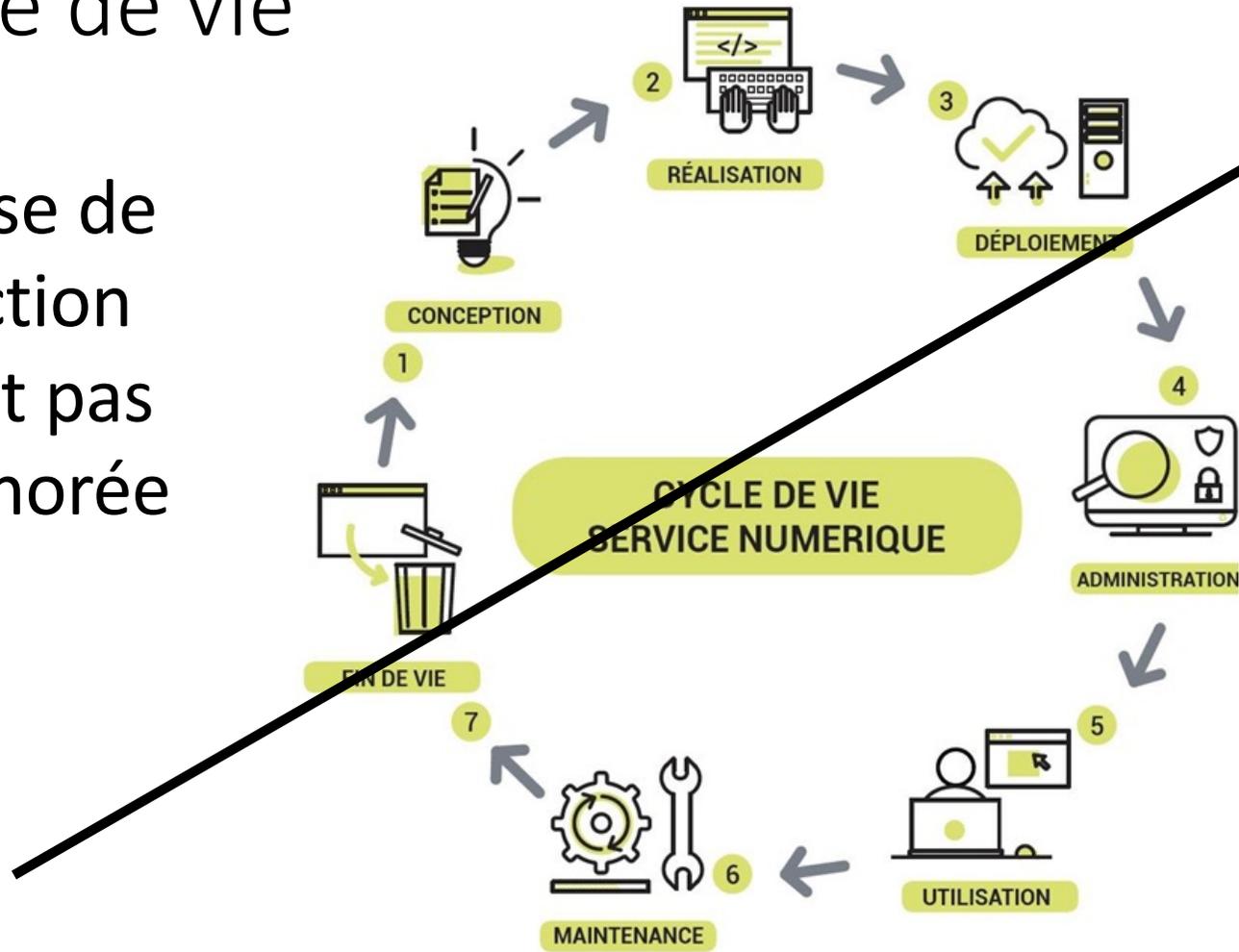
# Introduction



- Comme le reste de la société, la communauté du calcul scientifique est préoccupée par son impact environnemental
  - Tout le cycle de vie du matériel et du logiciel est concerné
- Comment aborder cette thématique, empreinte de contradictions, dans le contexte du calcul scientifique ?
  - Préserver les impacts positifs du HPC : climat, énergie, etc.
- L'IA est-elle source de progrès et/ou un facteur d'accroissement des impacts environnementaux?

# Cycle de vie

La phase de production ne peut pas être ignorée



# Impacts Directs



<https://ici.radio-canada.ca/info/2019/05/coltan-republique-democratie-congo-mines-enfants/>

Pollutions chimiques, pollutions eaux, énergie, impacts sociaux, conflits, raréfaction des ressources, exploitation humaine (plus de 1 millions d'enfants dans les mines à travers le monde)

<https://www.ilo.org/ipecc/areas/Miningandquarrying/lang--fr/index.htm>



82 MT en 2030, énergie, impacts sociaux, recyclage informel, faible partie collectée et recyclé



<https://terresdesavoirs.fr/les-impacts-du-numerique-environnement/>  
<https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2024-03-20-e-waste-recycling.aspx>



<https://www.novethic.fr - Article>

Pollutions chimiques, pollutions eaux, énergie, impacts sociaux

Pollutions chimiques, énergie, impacts sociaux, addictions, exploitation humaine, modifications structurelles



Pollutions diverses (fioul lourds), pollutions biologiques et chimiques



# Efficacité énergétique => Effet rebond



Src: Idris, Rafael Medeiros – ORAP – 2021

*L'effet rebond caractérise un effet pervers et paradoxal des progrès en matière d'efficacité énergétique*

# Une tendance exponentielle liée aux données et à l'IA



CMIP5 environ **1.5 pétaoctets (Po)** de données **x10**  
CMIP6 environ **16 Po** de données

Square Kilometer Array: **est. > 1 pétaoctet / jour**

Src : <http://esgf-ui.cmcc.it/esgf-dashboard-ui/federated-view.html>

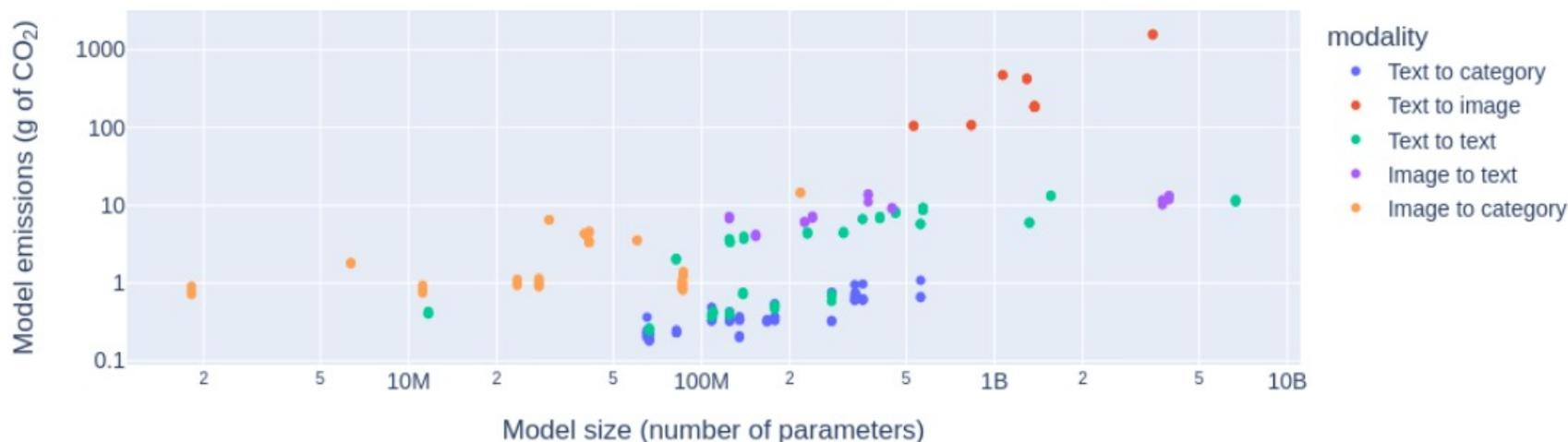


Fig. 2. The 5 modalities examined in our study, with the number of parameters of each model on the x axis and the average amount of carbon emitted for 1000 inferences on the y axis. NB: Both axes are in logarithmic scale.

Src: Power Hungry Processing: Watts Driving the Cost of AI Deployment?  
ALEXANDRA SASHA LUCCIONI and YACINE JERNITE, Hugging Face, Canada/USA  
EMMA STRUBELL, Carnegie Mellon University, Allen Institute for AI, USA

# Les pistes d'amélioration



- Questionner les usages
- Limiter les infrastructures et allonger leur durée de vie
- Appliquer les bonnes pratiques d'éco-conception logicielle

Chaque scientifique doit réfléchir  
au *juste* besoin



- Rationnaliser l'utilisation de la simulation et de l'IA
- Favoriser la réutilisation de données
- Réduire la production et la conservation de données
- Eviter le gaspillage mais essayer de ne pas tomber dans l'effet rebond
  - Le chiffrer est difficile (par exemple impact de l'IA)

# Modernisation & optimisation des codes



- Dans le passé : « facile » grâce à l'amélioration du matériel, mais ce n'est plus aussi simple aujourd'hui
- Les systèmes deviennent de plus en plus hétérogènes
  - besoin d'adapter les applications pour éviter que l'écart entre la performance théorique et la performance des applications ne se creuse davantage.
- Améliorer les performances des applications nécessitera encore plus, à l'avenir, d'adapter l'application elle-même.
  - Par exemple, l'utilisation de précision mixed
- Des compétences spécialisées variées sont requises
  - des modèles (numériques/EDP, basés sur les données), à la programmation et à l'optimisation du code.
- Besoin de davantage de méthodes et d'outils permettant la séparation et l'isolation des différentes parties des applications HPC.

Src: Towards Sustainable HPC, M. Gilliot, 47 Forum

# Complexité du compromis entre renouvellement matériel et réduction des impacts



- Le danger de fossilisation
- Conception d'applications obsolètes
- Déclin de la fiabilité des composants HW

# Conclusion



- La génération Exascale est là
  - Pour cette génération les jeux sont faits
  - L'intelligence artificielle (IA) et les données sont les principales dimensions qui conduisent l'accroissement des ressources informatiques
- La question de modernisation des codes est l'une des clés
  - Essentiellement un problème de ressources humaines
  - **Les évaluations des impacts complets restent complexes à produire**  
(S. Joussaume, J.C. André, 47 Forum Orap)
- En direction du post-Exascale
  - Il est urgent de considérer les impacts environnementaux
  - La recherche de solutions écologiques et durables est essentielle

*« La réflexion sur le numérique responsable doit toujours revenir au besoin → La réponse à un besoin peut ne pas être du numérique ! Ne pas inverser les besoins et les solutions ! » (Etienne Lees-Perasso, 47 forum Orap)*