



Journée ARAMIS

L'enjeu énergétique entre accélération,
compétitivité et durabilité

❑ Opérateur public de l'ESRI ; Société civile créée en 2007

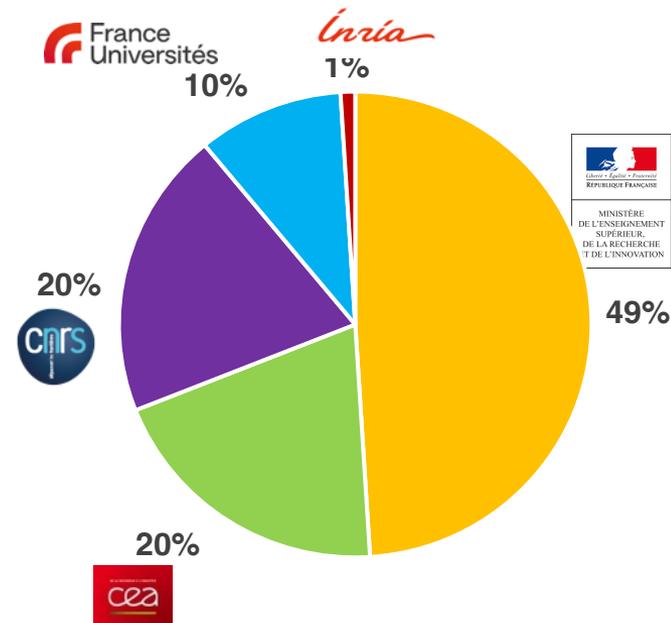
- Maîtrise d'ouvrage nationale pour les moyens du calcul intensif et le stockage de données computationnelles associé à l'usage de l'intelligence artificielle
- Mise en œuvre de la stratégie nationale HPC, IA, Q

❑ 3 centres nationaux souverains

- CINES, Adatastra - 2022
 - TGCC, Joliot-Curie - 2018
 - IDRIS, Jean Zay – 2019
- Puissance de calcul 130 Pflops 2023

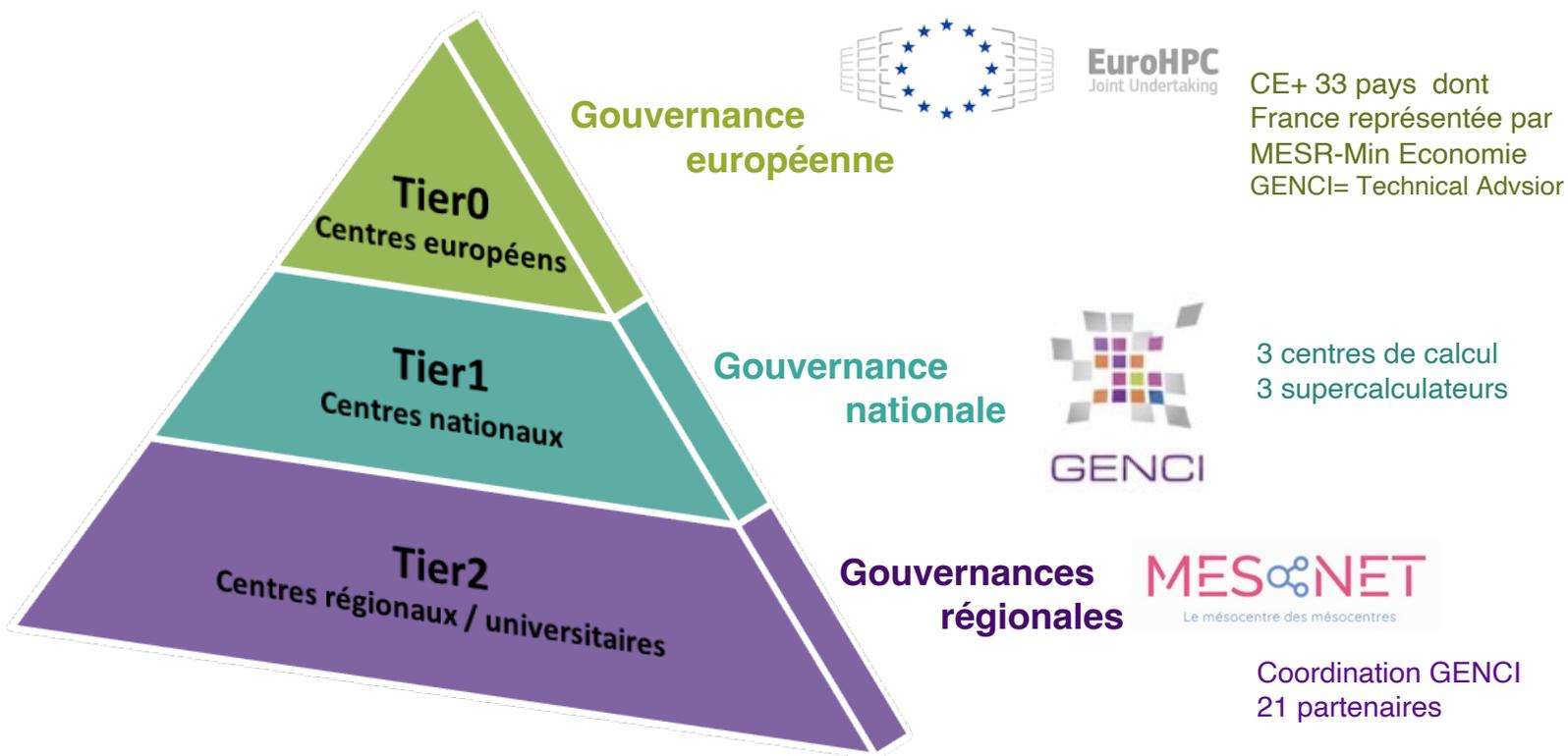
❑ Accès **gratuit** aux heures de calcul et au stockage

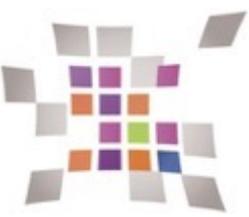
- Procédures d'appel à projets gérées par GENCI, sur critère d'excellence scientifique
- Ouverte aux chercheurs académiques et aux industriels avec publication des résultats
- 2022 > 2 milliards d'heures disponibles
- Allocations à plus de 1300 projets (dont > 600 en IA) dans tous domaines (dont 10% soutien industriel)



ECOSYSTÈME DU CALCUL INTENSIF EN FRANCE

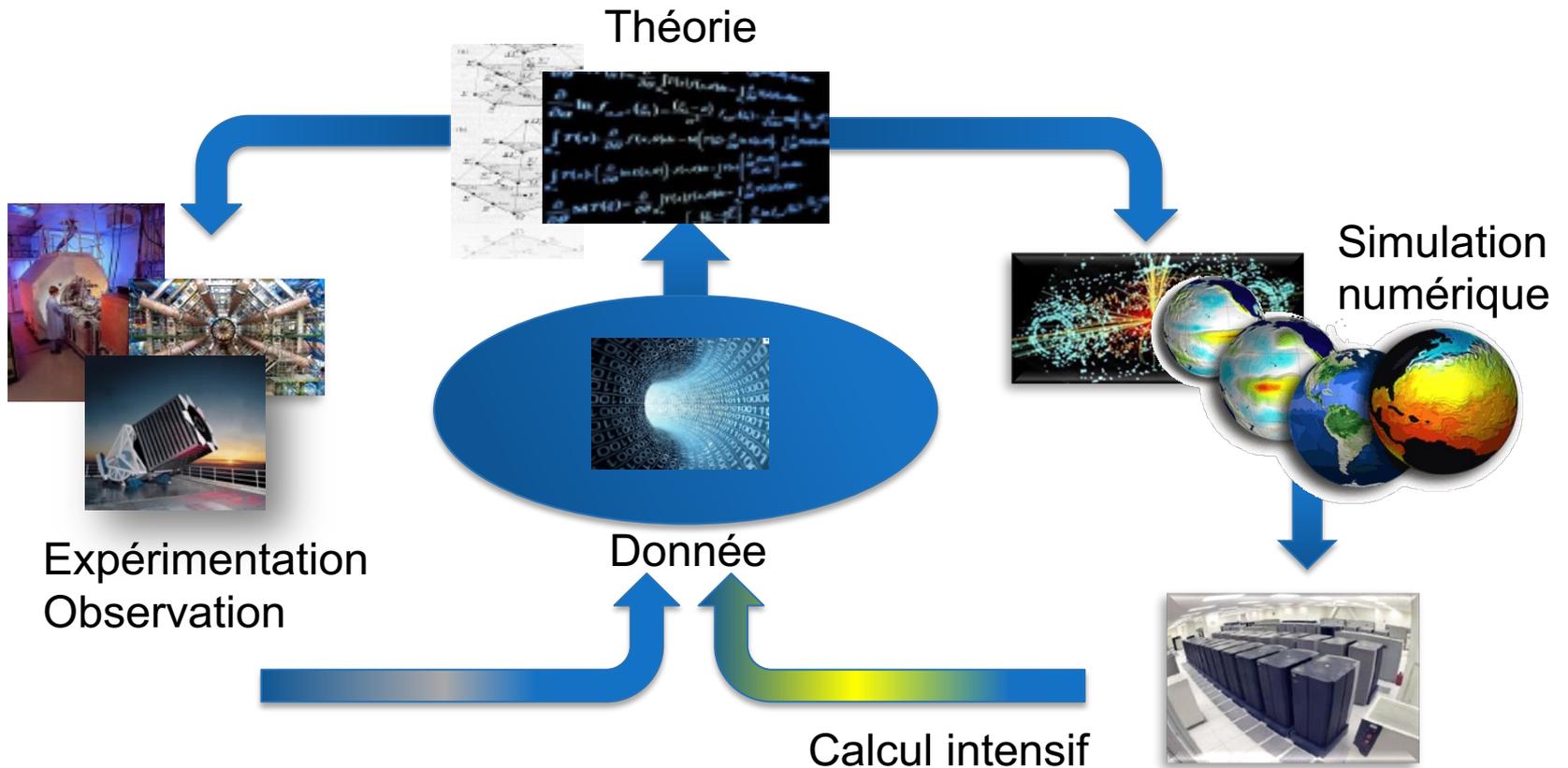
Structuration de l'écosystème

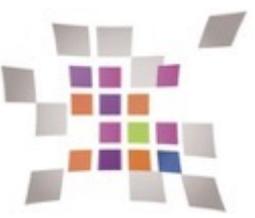




MODÉLISATION DANS LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE -

Usage de la simulation numérique et recherche

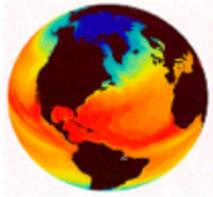




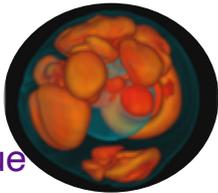
HPC//A//Q : UN ENJEU MAJEUR

Un outil stratégique indispensable pour la science et la compétitivité

Pour la science



Climat



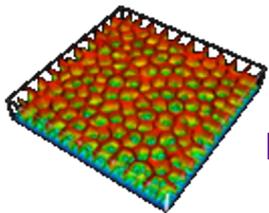
Astrophysique



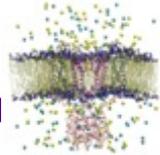
Energie



Chimie



Matériaux

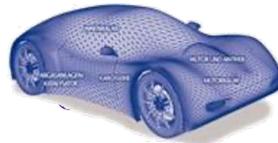


Sciences du vivant

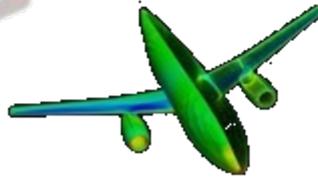
Sciences Humaines et Sociales



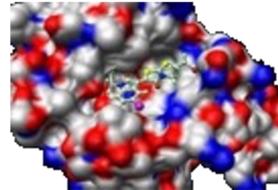
Pour l'innovation



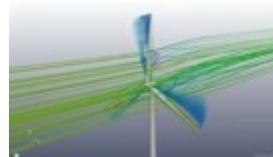
Automobile



Aéronautique

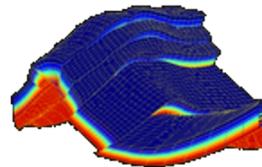


Pharmacologie



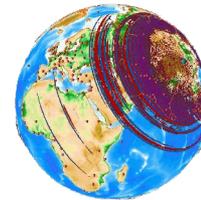
ENR

Exploration pétrolière



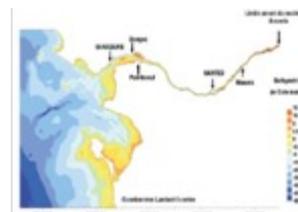
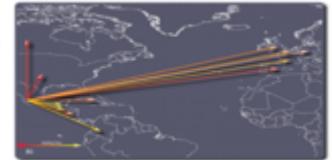
Médecine personnalisée

Pour l'aide à la décision



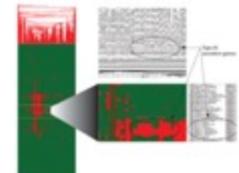
Risques naturels

Risques biologiques et épidémiologiques



Impact des activités industrielles

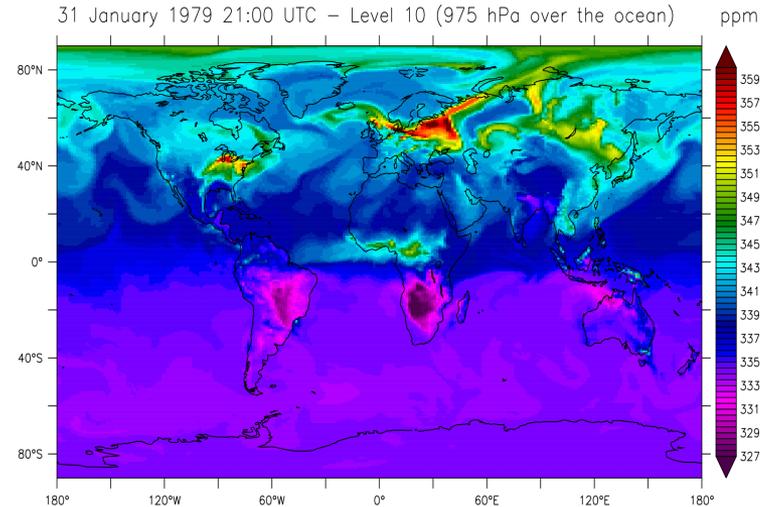
Sécurité



LES USAGES DES SUPERCALCULATEURS

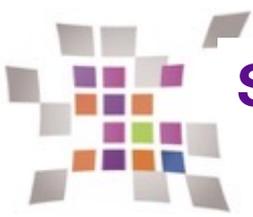
Permettre et accélérer

- ❑ **Permettre** une recherche qui ne pourrait avoir lieu sans ces outils (limites humaines, durée des calculs)
- ❑ **Accélérer** des découvertes et des innovations pour répondre aux besoins urgents de l'humanité (ex calcul des répliques du tremblement de terre de l'Aquila en 2009, prévision de la propagation des incendies ou des polluants)
- ❑ **Dans toutes les disciplines scientifiques**
- ❑ **Secteur du climat:** ressources de GENCI utilisées pour les travaux du GIEC
- ❑ **Secteur de l'énergie:** nouveaux matériaux, carburants, dispositifs (moteurs, aérodynamique), création de filières d'énergie « verte », amélioration des cycles de combustion, diminution de la consommation d'équipements (automobile, avionique, spatial, etc)



Simulation du dioxyde de carbone avec le modèle LMDz.
L'atmosphère mondiale y est représentée par
5.157.120 parallélépipèdes rectangles - Frédéric Chevallier

Des enjeux stratégiques de
compétitivité scientifique et
économique et de souveraineté
=> Une compétition mondiale



SUPERCALCULATEURS ET ENJEUX ÉNERGÉTIQUES

Le besoin d'une science répondant aux exigences de durabilité

- ❑ **Une préoccupation** inscrite dans les choix d'investissement des acteurs publics du calcul intensif : État, GENCI, Universités/mésocentres, UE

 - ❑ **L'infrastructure de recherche IR* GENCI** réfléchit sur ces enjeux depuis sa création selon 2 axes :
 - Optimiser la consommation énergétique des supercalculateurs
 - Choix du Hardware, du software et des applications
 - Améliorer le bilan énergétique: réutilisation chaleur fatale

 - Rationnaliser l'usage des supercalculateurs au service de la science
 - Pour des questions énergétiques et de coûts de fonctionnement des équipements
 - Question sociétale citoyenne
- => Rationalisation du parc, mutualisation des équipements : Création de GENCI en 2007, création d'EuroHPC en 2018, projets PIA equip@meso puis Mesonet avec les mésocentres régionaux



OPTIMISATION ÉNERGÉTIQUE DES ÉQUIPEMENTS _____

Agir au niveau de l'acquisition des machines

- ❑ **Critère des appels d'offres d'acquisition:** Introduction d'une métrique d'enveloppe énergétique des simulations dans le choix des calculateurs (depuis 10 ans) ; requis autour de l'éco responsabilité et frugalité du design

- ❑ **Architectures des machines** (type de processeurs utilisés) ; passage vers le GPU et possible révolution de l'approche « quantique »

- ❑ **Durée de vie des machines** / maintenance et consommation énergétique/ nouveaux équipements (passage de 5 à 7 ans)

- ❑ **L'attention accordée à des technologies futures** qui pourraient receler un bien meilleur ratio/ rendement énergétique
 - Quantique à moyen/long terme (des actions de prototypage et d'évaluation sont en cours)
 - ADN (processeurs et stockage) à plus long terme
 - Neuromorphique etc

Evolution des PUE (Quantité totale d'énergie utilisée / consommation d'énergie des équipements informatiques) à la baisse grâce au passage du refroidissement de l'eau froide à l'eau chaude

OPTIMISATION ÉNERGÉTIQUE DES ÉQUIPEMENTS _____

Exemple du supercalculateur Adastra

Machine acquise en 2022

Inaugurée le 4 mai 2023

Opérée au CINES

74 Pflop/s

Classée 3^e au Green 500



Photo du supercalculateur Adastra © Guillaume Cannat

- Critères techniques basés sur une évaluation du coût total de possession (TCO), s'appuyant à la fois sur la performance soutenue et l'efficacité énergétique d'un système pertinent de production répondant à des applications académiques et industrielles importantes
- Concrètement, 97% de la chaleur générée par la machine est refroidie directement au cœur des composants par un circuit à eau chaude (30°C en entrée, 41°C en sortie) associée à un PUE (*Power Usage Effectiveness*) de 1.1, amenant à une consommation soutenue maximale de la machine de 1,59MW max, autour de 1MW en production régulière.

Green 500: créé spontanément par l'écosystème du calcul, ce classement tend à encourager les efforts des acteurs du HPC vers une optimisation énergétique des machines

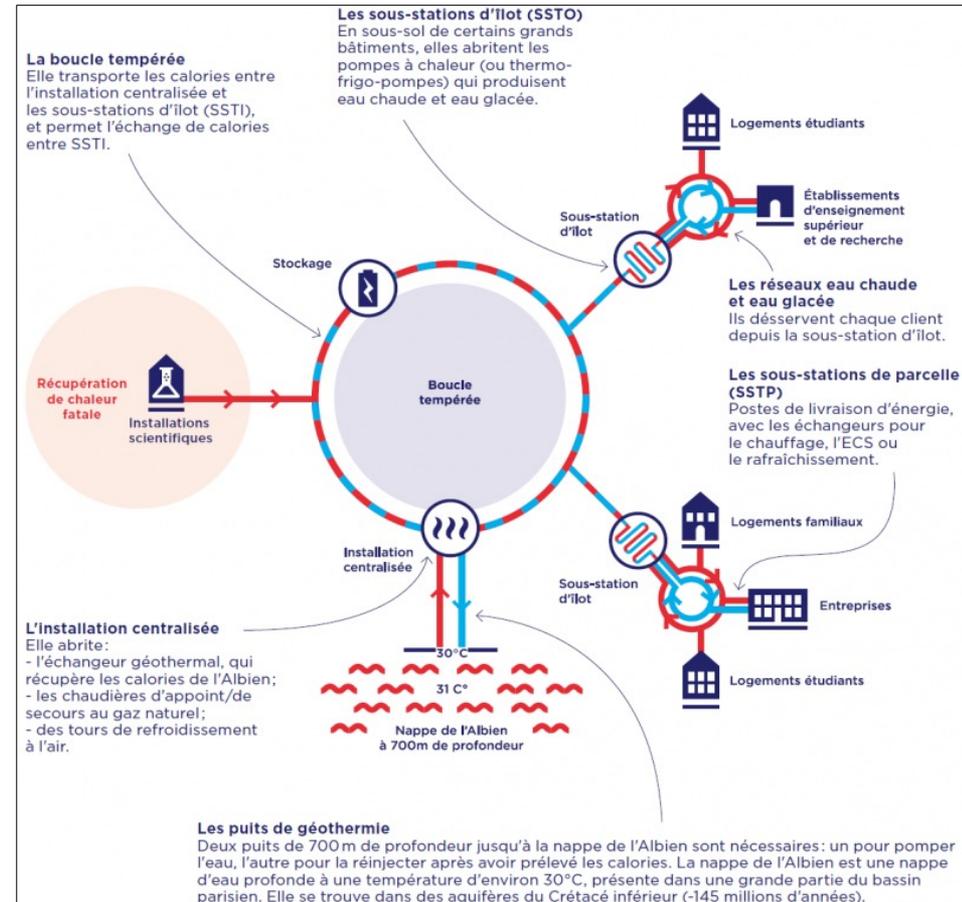
OPTIMISATION ÉNERGÉTIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Exemple de la machine Jean Zay

Récupération de la chaleur fatale produite par le supercalculateur Jean Zay installé à l'Institut du développement et des ressources en informatique scientifique (IDRIS) du CNRS => alimentation du réseau d'échange de chaleur et de froid du Campus urbain Paris-Saclay.

- 1^{er} réseau énergétique de 5^e génération en France
- Potentiel d'énergie récupérée estimé à près de 4 GWh/an, l'équivalent de la consommation en chaleur de plus de 1 000 logements neufs.
- Intègre à la fois géothermie et énergie de récupération
- Produira une chaleur à plus de 60% renouvelable
- Permettra de diviser par quatre les émissions de CO₂
- Contribuera à une baisse du coût de l'énergie finale
- Travaux débutés en 2022
- Opération lourde gérée par le CNRS, nécessite un réseau de chaleur

Un échangeur permettra de récupérer les calories du circuit de refroidissement du supercalculateur à l'IDRIS dont les composants électroniques sont refroidis à l'eau tiède à environ 30°C.



<https://www.iledefrance-gif.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/lepa-paris-saclay-signe-une-convention-avec-le-cnrs-visant-recuperer-la-chaleur-fatale-du>



OPTIMISATION DE L'USAGE DES CALCULATEURS _____

Travailler sur l'optimisation de l'usage

Supercalculateurs: équipements indispensables, puissants et performants mais coûteux en énergie

=> Nécessité d'aller vers une utilisation encore plus « vertueuse » de ces équipements

- Action des centres nationaux et des mésocentres
 - conception des applications
 - optimisation des calculs (maths appli, traitement de données, méthodes, algorithmes adaptés, précisions requises) ...
 - ordonnancement des travaux sur la machine selon des politiques de sobriété énergétique peut être réalisé/assisté par de l'IA du moment qu'on a des données de consommation des applications

- Rationalisation et optimisation de la puissance mobilisée par l'étude et le développement d'outils de pilotage des composants et de monitoring
 - minimiser l'énergie nécessaire pour une simulation, en acceptant que sa durée soit allongée
 - Introduire un critère d'efficacité énergétique pour attribuer des heures de calcul aux projets

Les moyens de calcul et de stockage nationaux de GENCI sont mis à disposition gratuitement pour les chercheurs (HPC, IA, Quantique). Pour être éligibles, les travaux de recherche ouverte doivent donner lieu à publication à l'issue de la période d'allocation. Toute Demande d'Attribution de Ressources Informatiques (DARI) doit être déposée via le portail www.edari.fr

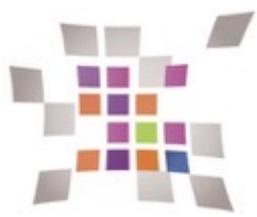


CONCLUSION

- Il serait contre-productif de se priver d'outils qui pourront permettre des avancées scientifiques notamment pour diminuer la consommation d'énergie ou pour mettre au point d'autres dispositifs créateurs d'énergie

Et

- Accélérer et persévérer dans les actions visant à augmenter l'efficacité énergétique des équipements et de leur usage (notamment sur l'optimisation et la réécriture des application scientifiques) et à diminuer le coût énergétique. Investir sur la recherche de machines moins énergivores (quantique , ADN, autres)



Merci pour votre attention

Contacts

Jean-Philippe PROUX
Responsable des opérations GENCI
jean-philippe.proux@genci.fr

Eric BOYER
Chef de projet HPC HPDA IA
eric.boyer@genci.fr