



Le calcul intensif au service de la connaissance

Au service de
la recherche scientifique,
l'innovation,
et la compétitivité des entreprises

Journées JCAD 2020



CONTEXTE TECHNOLOGIQUE

Dans l'IA déluge de données et de modèles



Two Distinct Eras of Compute Usage in Training AI Systems

Petaflop/s-days

1e+4

1e+2

1e+0

1e-2

1e-4

1e-6

1e-8

1e-10

1e-12

1e-14

1960

1970

1980

1990

2000

2010

2020

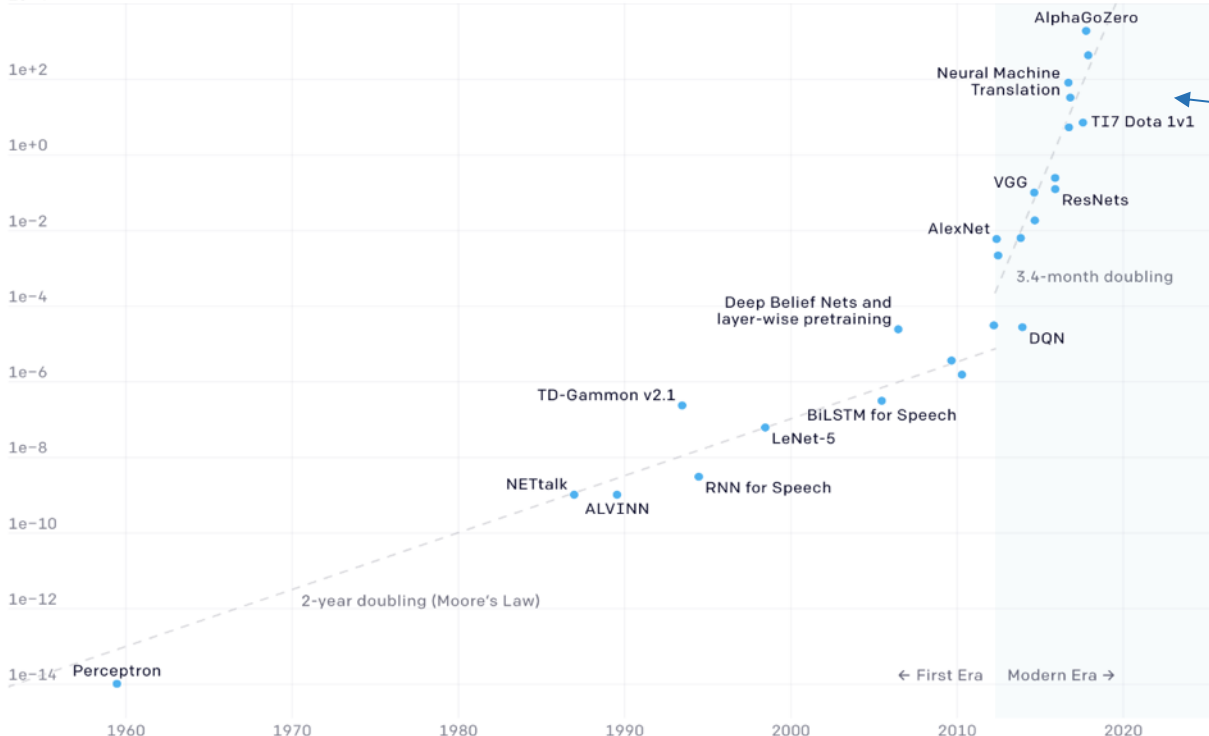
© OpenAI

Neural net winter

ConvNet, rise of DL

Data + GPU + models

Data + GPU + models
=
AI compute needs are doubling every 3-4 months!
(largely beyond Moore's law)





LA CONVERGENCE HPC/AI EST EN COURS

Depuis déjà plusieurs années au Japon, USA et Europe



Tsubame3



ABCI



K Computer



Fugaku #1



Summit



Aurora (ANL)



Frontier (ORNL)



El Capitan (LLNL)



Marconi100, CINECA



Jean Zay, GENCI



Juwels, FZJ #1 Europe



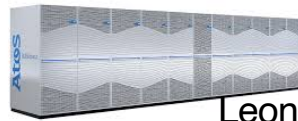
PizDaint, CSCS



LUMI (CSC)



EuroHPC
Joint Undertaking



Leonardo
(CINECA)

+

Future
exascale
systems



MN5 (BSC)

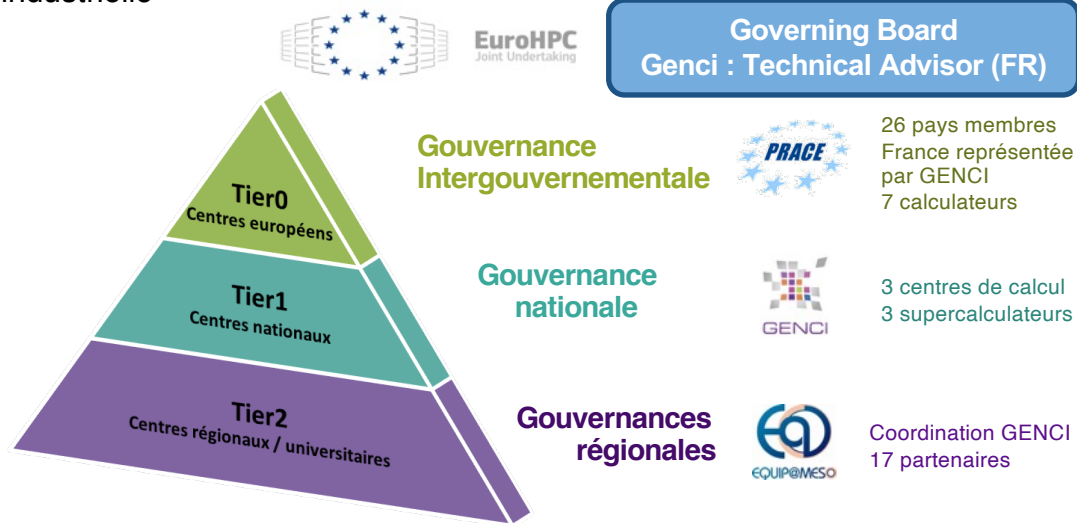
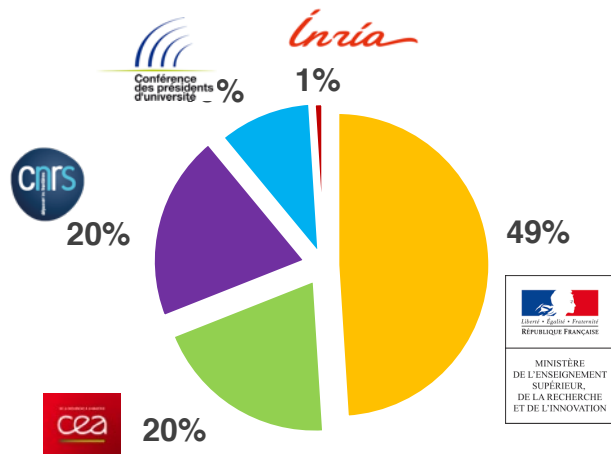
GENCI (GRAND EQUIPEMENT NATIONAL DE CALCUL INTENSIF)

Très Grande Infrastructure de Recherche

□ GENCI (15 personnes) - Société civile 2007

- Opérateur public ESRI
- Assurer la maîtrise d'ouvrage nationale pour le **calcul intensif** et le **stockage de données** computationnelles
- Offrir des moyens de calcul et de stockage innovants et performants recherche ouverte académique et industrielle française

50 Pflops (*2/an) en 2020
> 2 milliards d'heures disponibles pour
600 projets HPC et 400 projets IA



□ Un compétence center par pays membre, démarrage septembre 2020

1^{ère} phase: structurer le paysage d'offres de services HPC/IA dans chacun des pays européens (sensibilisation des acteurs, cartographies des compétences et formations)

2^{ème} phase prévue: AAP européens pour financer des actions de services et accompagnement

□ GENCI y est partenaire avec Teratec et le Cerfacs

GENCI pilote le *workpackage* « Interaction avec l'Industrie»

L'objectif est d'assurer la diffusion et la promotion à l'ensemble du tissu économique de l'usage des technologies HPC/IA et HPDA

□ GENCI + Mesocentres régionaux

Actions concrètes vers les PME via le projet du PIA2 SiMSEO et extension aux autres régions

Accompagnement de proximité des PME

6 plateformes régionales :

Normandie

Nouvelle Aquitaine

Occitanie

Grand-Est-Reims

Grand-Est-Strasbourg

Auvergne-Rhône-Alpes

LE PROJET EQUIPEX MESONET

Répondre aux besoins des chercheurs académiques et industriels avec le développement d'équipements numériques structurants

Objectifs

- Renforcer la structuration des offres nationales et régionales (niveaux tier1 et tier2) en simulation numérique, en calcul haute performance (HPC), associé aux méthodes d'intelligence artificielle (IA)
- Fournir une réponse partagée adaptée aux besoins en équipements des chercheurs, étudiants et infrastructures de recherche
- **Mettre en place Infrastructure distribuée dédiée à la coordination du HPC-IA en France**
- Intégration des nouvelles communautés
- S'intégrer à la vision nationale et européenne (dont EOSC)

Partenaires

- Coordination par GENCI et par Régions
- 21 partenaires + GENCI
- Pour une durée de 6 ans



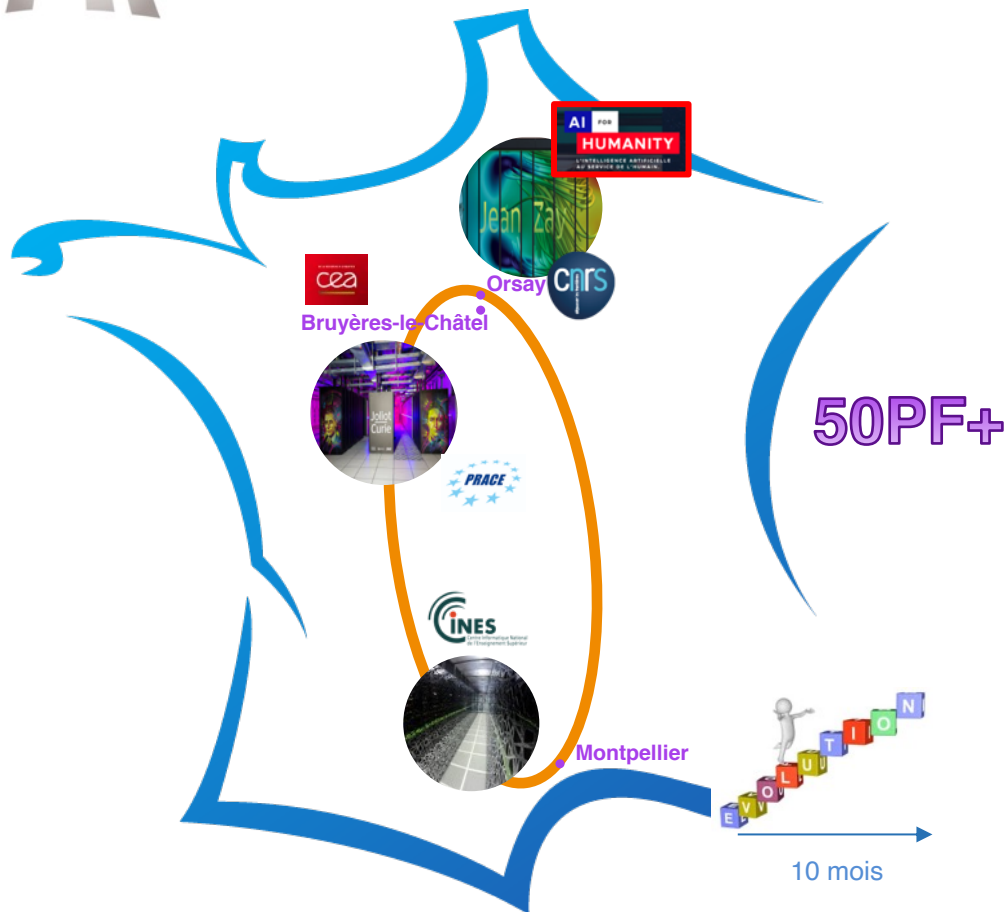
En attente de la réponse de l'ANR



- | | |
|--|-------------------------------|
| 1. GENCI | 13. Centrale Supélec |
| 2. Université des Antilles | 14. ENS Paris Saclay |
| 3. Consortium CINAURA | 15. Université PSL |
| 4. Université de Bourgogne Franche comté | 16. Criann |
| 5. GIP numérique de Bretagne | 17. Université de Bordeaux |
| 6. Université d'Orléans | 18. Université de Toulouse |
| 7. Université de Tours | 19. Université de Montpellier |
| 8. Université de Corse | 20. Université Aix Marseille |
| 9. Université de Reims Champagne Ardenne | 21. Université Côte d'Azur |
| 10. Université de Strasbourg | 22. Ecole Centrale de Nantes |
| 11. Université de Lille | |
| 12. Université Paris-Saclay | |

LES CENTRES NATIONAUX - 2020

Les moyens de calcul nationaux pour la production



□ 3 centres nationaux **souverains** (Tiers 1)

- CINES, Occigen – 2014
- TGCC, Joliot-Curie – 2018 (Tiers 1 et Tiers 0)
- IDRIS, Jean Zay - 2019

□ Plan pluriannuel (10 ans) - budget **39 M€/an**

- 2018 TGCC renouvellement / 2019 extension
- 2019 IDRIS renouvellement / 2020 extension
- **2021/22 CINES renouvellement**
- **2022/23 Exascale au TGCC (EuroHPC)**

□ Puissance de calcul

- TGCC: 22PF(2019)
- IDRIS: 28PF(2020)
- CINES: 3,5PF(2017) – xx (2021/2)

□ Cohérence entre les 3 centres

- Architectures complémentaires
- Spécificité propre à chaque site
- Réseau haut débit inter-centres (Renater)



SUPERCALCULATEUR OCCIGEN AU CINES

Une architecture généraliste pour de nombreuses communautés



❑ BullSequana B700 (Jan. 2015)

- 2 partitions de calcul : **Intel Haswell and Broadwell >85k coeurs**
- Infiniband FDR
- Lustre parallel filesystem 5PB @ 100 GB/s

❑ 1300 utilisateurs de tous les domaines

❑ Renouvellement des équipements en cours

- calcul + stockage L1 fin 2021
 - **en production pour fin 2021/2022**
- Stockage L2/L3 début 2021
 - 22 Po @ 250 Go/s pour le stockage L2 sous Lustre
 - > 30 PB de stockage longue durée (bande) via DMF7



3,5PF

❑ Missions spécifiques d'archivage de données légales (BNF) et d'hébergement (INRA, INSERM)

❑ Forte implication dans projets EU : PHIDIAS, PRACE xIP, ...



SUPERCALCULATEUR JOLIOT-CURIE AU TGCC

Un ordinateur pour la recherche française et européenne



Atos

• Première phase

- Partition **noeuds fins** 80k cœurs Intel SKL
- Partition **manycore** 56k cœurs Intel KNL
- Nœuds pré/post et visualisation distante
- Réseaux interconnexion IB EDR et BULL BXI
- Accès vers systèmes de fichiers Lustre @ 500 Go/s (5 Po N1, 8 Po N2, 15 Po N3).

22PF+

puissance calcul cumulée Phase 1 + 2



Seconde phase : AMD



• Manycore x86 partition

- 2292 bi-sockets AMD Rome 7H12 nodes (64c, 2.5GHz, 280W)
- Cell concept: 4 cells with 6 racks each, 1 cell 2 racks

• Pre-post HPDA/AI partition

- 32 GPU nodes based, 128 V100 (Per node: 2 SKL 20c and 4 NVIDIA SXM2 V100 GPU)
- NVMeOF SBF (Smart Burst Flash)

FUJITSU

• ARM partition (Q1 2021)

- 80 nœuds FX700 avec par nœud 1 processeur Fujitsu A64FX et 32 GB HBM2
- Interconnect IB HDR puis BXI 1.3
- ✓ Préparation communautés SVE et usage HBM



NEW



HDR100/HDR – Dragon Fly +



BXI 1.3 Fat tree

Atos

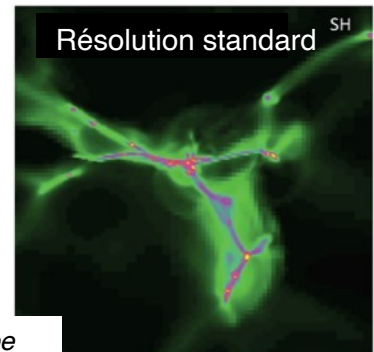
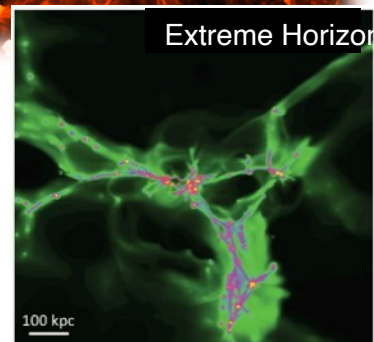
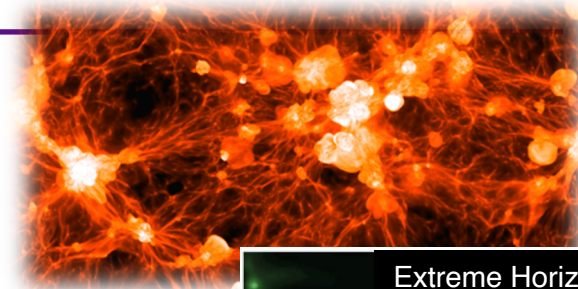
RÉSULTAT RÉCENT SUR JOLIOT CURIE

Une 1^{ère} mondiale en cosmologie : Extreme Horizon

- ❑ Menée dans le cadre Grand Challenges Joliot Curie AMD
- ❑ Equipe internationale coordonnée par CEA (Irfu) et CNRS (IAP)
- ❑ Objectif
 - mieux résoudre le milieu diffus entre les galaxies (en général beaucoup moins bien résolu que les galaxies) qui représente 90% volume Univers
- ❑ Utilisation du code AMR RAMSES sur 25k cœurs
 - 25 milliards de mailles, 16x état de l'art, 50 millions d'heures
 - 50 TB de données brutes à chaque pas de temps → collaboration forte avec le CEA DAM pour post traiter les données à la volée et écrire résultats
- ❑ Résultats
 - La compacité des galaxies de l'Univers jeune enfin expliquée (Chabanier et al. 2020)
 - Analyses en cours : comparaison aux observations de sondages cosmologiques visant à comprendre la matière noire et les propriétés de neutrinos
- ❑ Perspectives

simulations de résolution identique sur de plus grands volumes d'Univers
(identification de l'énergie noire avec les expériences DESI et Euclid)

Gaz intergalactique dans un groupe de galaxies (équivalent de notre Voie Lactée et quelques galaxies proches)



SUPERCALCULATEUR JEAN ZAY À L'IDRIS



Supercalculateur convergé pour besoins HPC et IA

Objectifs

- Apporter puissance **souveraine** pour la recherche française en IA
- **Renouveler moyens HPC** IDRIS (Ada et Turing)
- Aider au rapprochement des communautés HPC et IA
- S'intégrer dans le plan IA (lien vers 3IA, ...)

Supercalculateur convergé

- HPC, IA et HPC/IA

Nouveau mode d'accès dynamique pour IA

- Environ 400 projets ouverts en 1 an

Les grands jalons

- Annonce AI for Humanity & Plan Villani Mars 2018
- Annoncé signature GENCI/IDRIS Janvier 2019
- Disponible Juillet 2019 (grands challenges)
- Ouverture production octobre 2019
- *Mi 2020 : Phase 2*



28 PF

puissance calcul



Les moyens de calcul

- Système HPE 8600
- Partition scalaire (HPC): 1528 nœuds, **3056 CPU CSL 6248**, 61120 cœurs de calcul, OPA
- Partitions convergées (HPC/IA) :
 - 612 nœuds de calcul, **2248 GPU V100 SXM2 16/32**, 4xOPA **NEW**
 - 31 nœuds avec par nœud 8 GPU, 384 à 768 Go mémoire, 4xOPA → **248 GPU V100 SXM2 32**

de stockage

- 2.5Po @ 500 Go/s full Flash (N1) **NEW**
- 35 Po @ 150 Go/s Rotatif (N2)

Et le support

- Support applicatif dédié IA à IDRIS

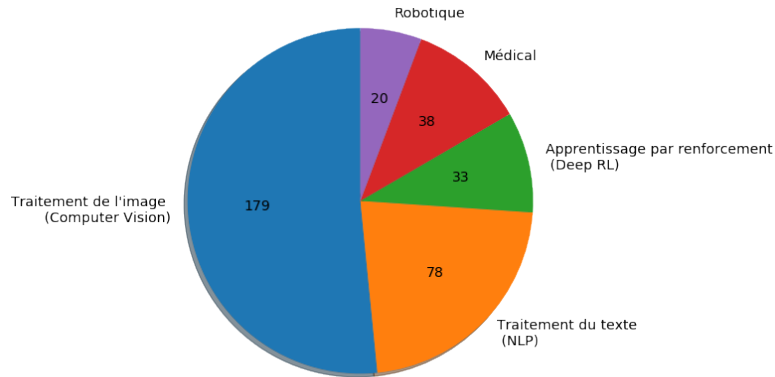


1^{er} bilan utilisation IA après 1 an

☐ 350 projets ouverts (via accès dynamique)

- In 2020 #projets IA = #projets HPC
- partition CPU : #heures HPC >> #heures IA
- partition GPU : #heures HPC = #heures IA

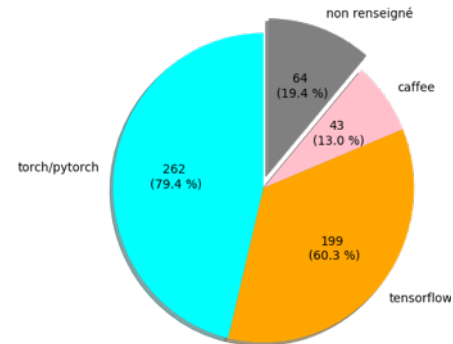
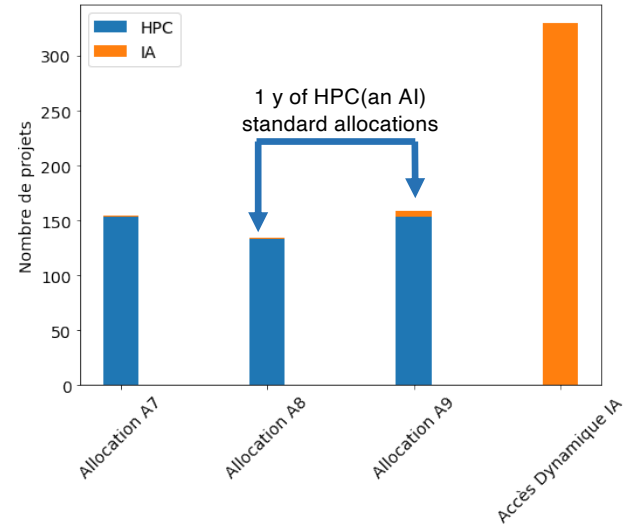
☐ Essentiellement vision et NLP



☐ En moyenne entre 4 et 48 GPUs

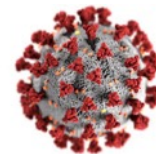
- De 1 à 12 noeuds de Jean Zay

☐ Usage de PyTorch, TF et Caffe



QUELQUES PREMIERS RÉSULTATS JEAN ZAY

L'IA et le HPC en support de la lutte contre COVID19



ScanCovIA: Predict severity of hospitalized COVID-19 patients from multimodal dataset using AI.

Inria OPIS task : AI segmentation pipeline, for 3D CT chest scans

Challenges

(*scientific*) Lack of annotated data ; imbalanced dataset ; heterogeneity among CT scanners

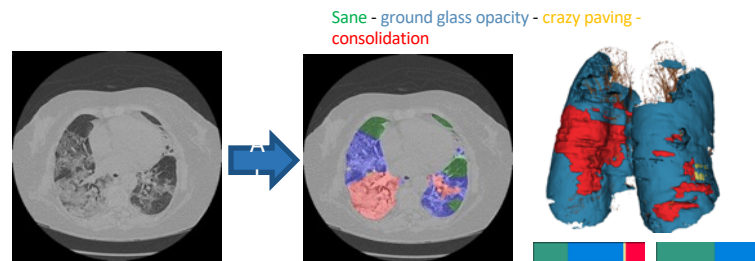
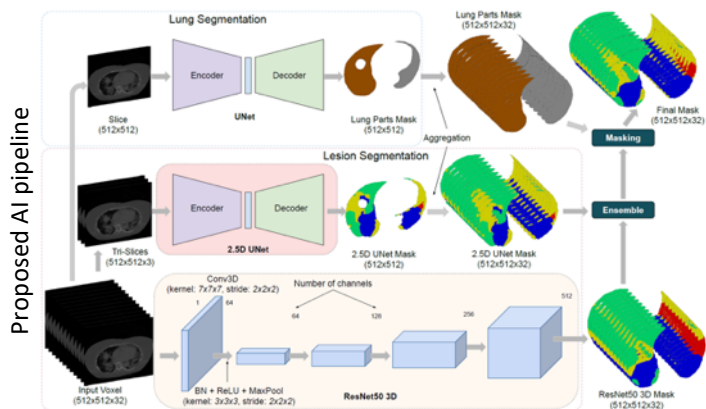
(*logistic*) Short deadline ; local GPU ressources limited ; multi-partners (industry/academia) ; sensitive health dataset.

OPIS methodology

Exploration of various AI architectures, for sub-tasks (e.g. lung segmentation, lesion vs non-lesion classification).

Comparaison on open-source non-sensitive CT chest scans dataset → **local ressources + Jean Zay HPC cluster**

Fine-tuning and tests on the project dataset on a server with HDS certificate



<https://github.com/owkin/scancovia>

<https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.05.14.20101972v3>

<https://opis-inria.eu/covid-19/>

QUELQUES PREMIERS RÉSULTATS JEAN ZAY

Simulation numérique et IA au service des observations

L'algorithme π -DOC : Predicting Images for the Dynamics Of Clusters

Jonathan Chardin, Paolo Bianchini, Dominique Aubert & Christian Boily
Observatoire Astronomique de Strasbourg

250 000 heure GPUs Sur Jean Zay

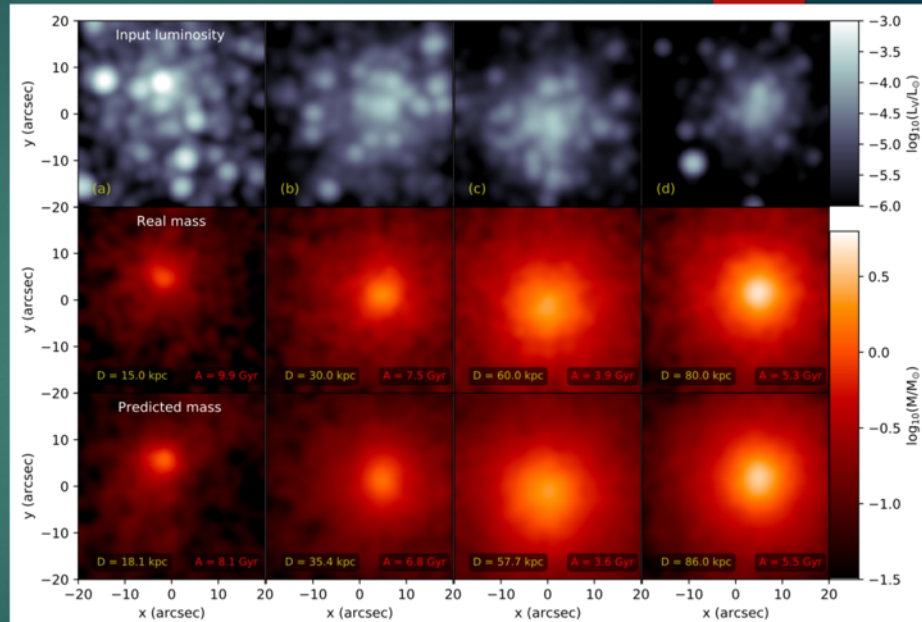
Simulations

- Simulations N-Corps d'amas globulaire pendant 13 Gyr parallélisés sur GPUs
- Base d'entraînement pour réseaux de neurones

Réseaux de neurones

- Auto-encoder + réseau à convolution
- **Objectif** : Prédire la carte de masse + âge et distance d'un amas globulaire à partir de sa carte de luminosité
- Application future aux vraies observations d'amas globulaire

1^{er} article soumis dans MNRAS



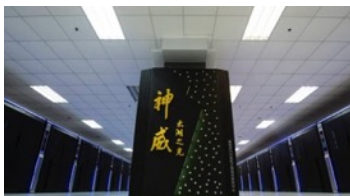
Exemple de prédiction de l'algorithme : Cartes de masse, âge et distances prédites par rapport à la vérité dans les simulations

UN CONTEXTE MONDIAL EN PLEINE EVOLUTION

Une compétition scientifique et économique multi-acteurs

Massive investments for converged Exascale

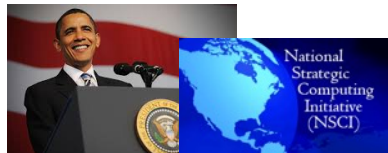
Chine



Led the HPC race during 5 yr
Sunway Taihulight #3 in top500
(93 PF sustained with in-house components)

13rd 5-year plan :
→ **Exascale in 2021**

États-Unis



NSCI : US leadership for Exascale
Public/private partnerships
involving all the federal agencies
→ **A 5 billion \$ over 10 years**
3 Exascale systems between 2021 and 2023

Europe

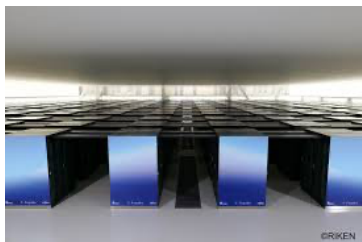


A 3 pillar vision for the European HPC ecosystem

- Technology with ETP4HPC
- Infrastructure with PRACE
- Applications with Centers of Excellence

→ **European Open Science Cloud and Data Infrastructure initiatives**

Japon



Exascale in 2020
(Fugaku / ARM)
#1 top500

EUROHPC
JU



Infrastructure & Operations
R&I: Tech, Apps & Skills

HPC Ecosystem

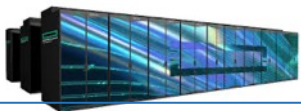
■ **Mission:** Establish an integrated world-class supercomputing and data infrastructure and support a highly competitive and innovative HPC and Big Data ecosystem

■ **Objectives**

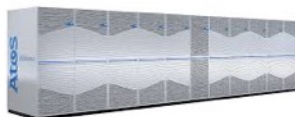
1. **An integrated world-class supercomputing and data infrastructure**
 - 2 pre-exascale + 2-3 petascale by 2020; 2 exascale by 2022/2023 (1 EU tech); post-exascale infrastructure by 2027
 - federation of HPC infrastructures at European level
 - hybrid HPC/Quantum infrastructure
2. **Research and innovation for a HPC and Big Data ecosystem**
 - an integrated European HPC R&I agenda
 - independent HPC technology supply
 - excellence in HPC applications and use
 - HPC Competence Centres, training/skills, outreach

□ Déploiement de systèmes multi-petascale et pré Exascale

- 5 multi-petascale (autour de 15-20 PF) au Luxembourg, Rep. Tchèque, Portugal, Bulgarie et Slovénie
- Systèmes scalaires & hybrides, 3 systèmes ATOS, 1 par HPE et 1 par Fujitsu (avec ATOS) – online en 2021
- 3 systèmes pré Exascale déployés à partir de mi 2021



LUMI (CSC) – 552 PF / 375 PF (HPL)
HPE Cray XE - AMD Milan + Trento /
MI200 - 7 PB Flash, 110 PB HDD



Leonardo (Cineca) – 323 PF / 250 PF (HPL)
ATOS Sequana XH2000 Intel SR + Intel ICL/
nVIDIA A100+ - 5 PB Flash, 100 PB HDD

Marenostrum 5
(BSC) à venir

□ Projets R&I

- 19 premiers projets (pour un financement de 55M€) annoncés en juin 2020
 - Développements HW, Modèles/outils programmation, I/O, traitement de données massives, applications, ...
 - <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/19-proposals-selected-develop-world-class-supercomputing-ecosystem-europe>
- Appels à projets en cours
 - Suite du projet EPI (European Processor Initiative) et volet « Education & Training »
 - Annonces à venir
 - Pilotes Exascale – proposition EUPEX
 - Simulateurs quantiques – proposition HPC-QS



ET DEMAIN ?

Vers l'Exascale convergé en Europe EuroHPC



EuroHPC
Joint Undertaking

- > 1 Md€ alloués pour 1^{ère} phase (Pre Exascale)
- Cible de 8 Md€ dans FP9 pour 2^{ème} phase (Exascale et Post Exa)

Veille / déploiement de nouvelles architectures

2022/23(24?)
Exascale convergé
>x00 PF

Formation / support utilisateurs, nouveaux services

Digital Europe
Connecting Europe Facilities
Horizon Europe



2020
Jean Zay (HPC/IA) 28 PF
Joliot Curie 22PF