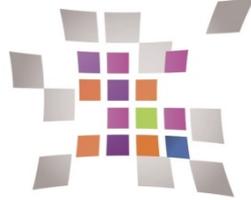




**La pyramide du calcul intensif  
de la solution individuelle  
au super-calculateur européen**

**Jean-Philippe Proux**  
**Responsable Opérations - GENCI**

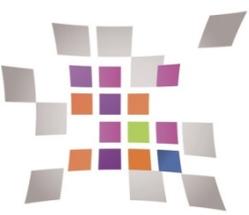


# PLAN

---

## des Questions ? → des Réponses

- HPC ?
- Pyramide ?
- Quid au niveau Régional ?
- Quid au niveau National ?
- Quid au niveau Européen ?
- Comment y accéder ?



# CALCUL INTENSIF ET DONNÉES MASSIVES

C'est quoi ?

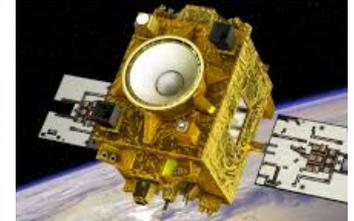
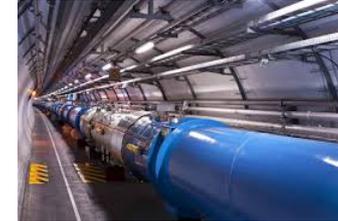
**Calcul intensif HPC  
(Modèle exact)**



**Supercalculateurs**

**Données**

**Stockage**



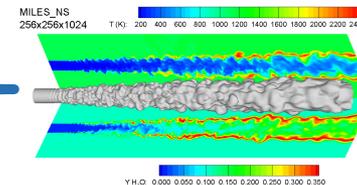
Données expérimentales

**Calcul d'analyse de données  
HPDA**

**(Modèle statistique)**

**et bientôt ...**

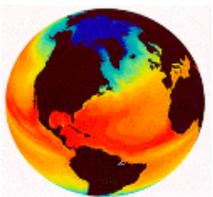
**Entraînement  
(Réseaux de neurones)**



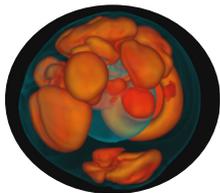
**Science  
(Prédiction)**

# HPC ET DATA ANALYTICS : UN ENJEU MAJEUR

## Pour la science



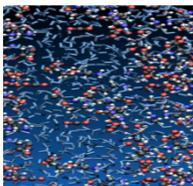
Climat



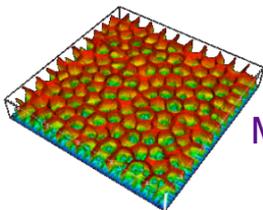
Astrophysique



Energie

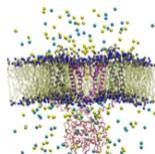


Chimie

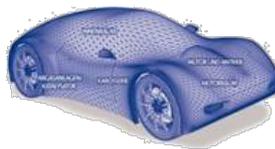


Matériaux

Sciences du vivant

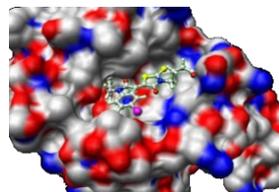
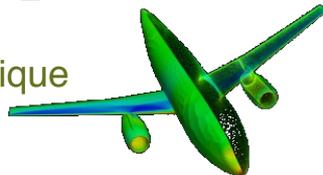


## Pour l'innovation



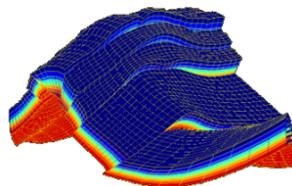
Automobile

Aéronautique



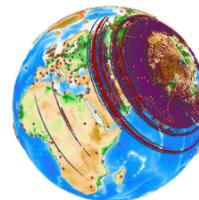
Pharmacologie

Exploration  
pétrolière



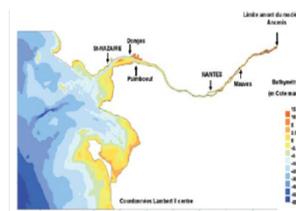
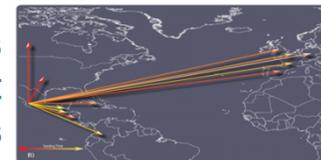
Médecine  
personnalisée

## Pour l'aide à la décision



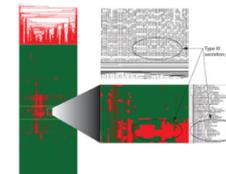
Risques naturels

Risques  
biologiques et  
épidémiologiques



Impact des  
activités  
industrielles

Sécurité





# PUISSANCE DES CALCULATEURS

## Le Pétaflop/s ?

En 2020-22



**EXAFLOP/S (2018 ?)**

1 billion billion operations per second

$\times 10^3$

**PETAFLP/S (2008)**

1 million billion operations per second

$\times 10^3$

**TERAFLOP/S (1997)**

1000 billion operations per second

$\times 10^3$

**GIGAFLOP/S (1985)**

1 billion operations per second

$\times 10^3$

**MEGAFLOP/S (1964)**

1 million operations per second

**1 Pflop/s (1 million de milliards) d'opérations flottantes par seconde**

1 Pflop/s = puissance de **25 000** ordinateurs portables  
1 journée d'1 Pflop/s = 75 ans d'un PC de bureau

# LA STRUCTURE

---

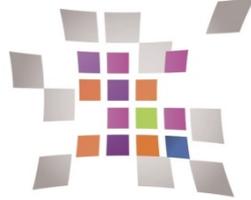
## Pourquoi une pyramide ?

Parce qu'on classe les machines ..



➤ machines HPC identiques au PC **sauf la taille !**

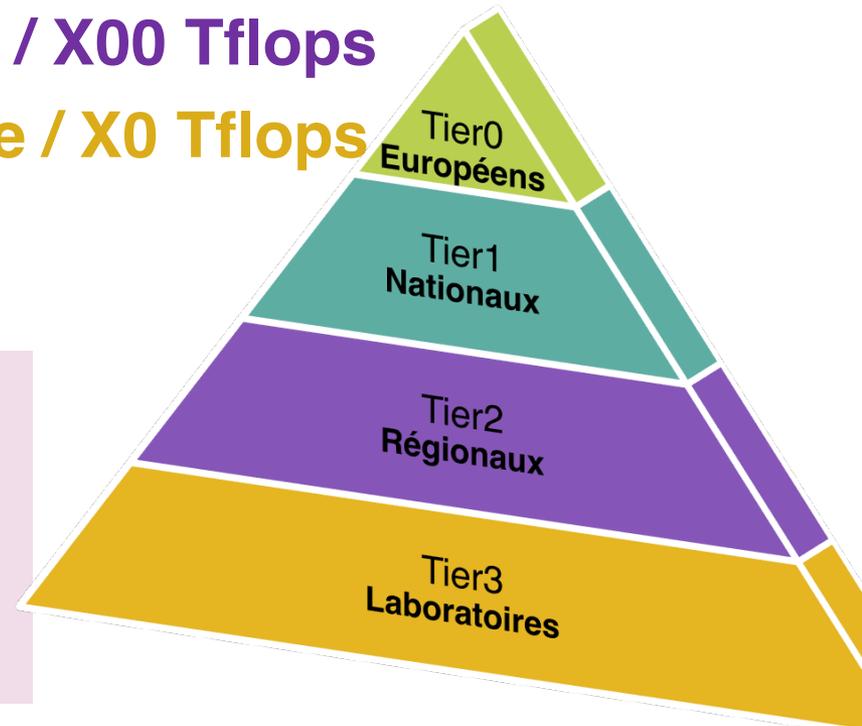
- Nbre de cœurs / surface disque / débit disque / taille mémoire et c'est tout ...
- Quasiment **même processeur, même programmation** du PC portable au supercalculateur



# LA STRUCTURE

Des tiers3 au tier0 c'est-à-dire : du labo à l'Europe ...

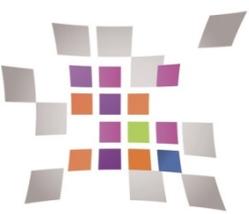
- ❑ Tier0 : 120 000c et au delà ... / 30 Po de disque / X0 Pflops
- ❑ Tier1 : 80 000c / 15 Po de disque / X Pflops
- ❑ Tier2 : 10 000c / 2 Po de disque / X00 Tflops
- ❑ Tier3 : 1 000c / 500 To de disque / X0 Tflops



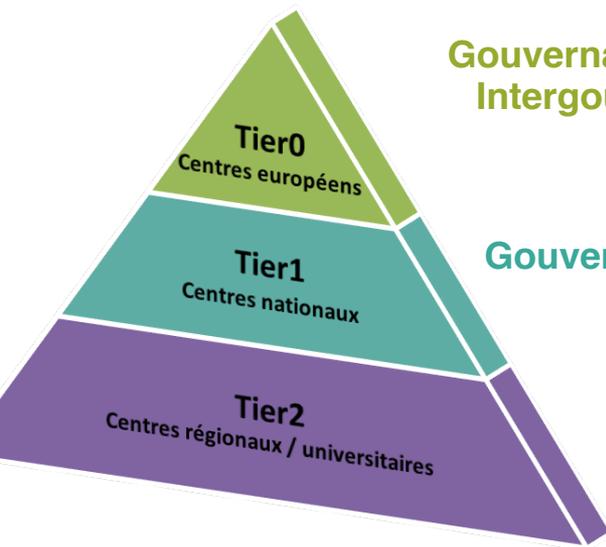
Définition de Tier I II III IV

vs

Tier 0 1 2 3



# ECOSYSTÈME DU CALCUL INTENSIF EN FRANCE - Le pilotage de l'ensemble ?



Gouvernance  
Intergouvernementale

25 pays  
membres  
7 calculateurs

Gouvernance  
nationale

3 centres de calcul  
4 supercalculateurs

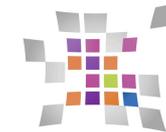
Gouvernances  
régionales

15 partenaires

À cheval sur les 3 niveaux



Représentant  
FR



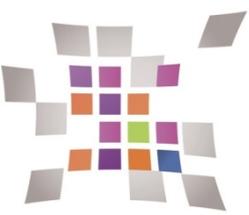
MOA Nationale

GENCI



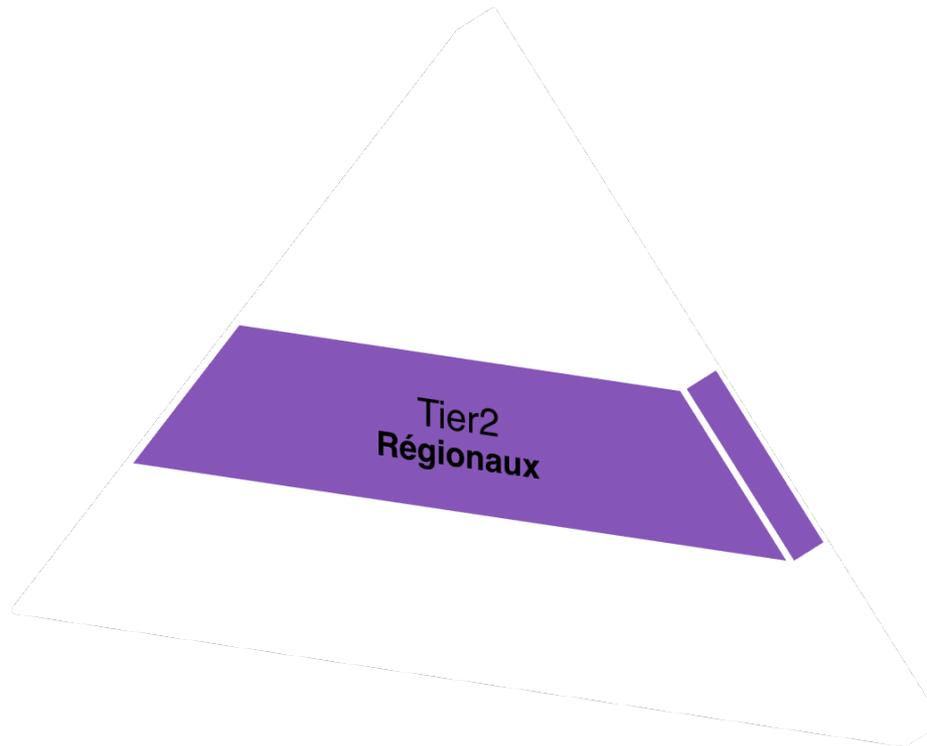
Coordinateur

EQUIP@MESO



# INFRASTRUCTURE EN REGION

---



# INFRASTRUCTURE EN REGION

Académique : Focus sur Equip@meso

But depuis 2011

- Développer les équipements .... et
- les interactions au sein des centres régionaux de calcul jusqu'en 2019 ...

80% de la puissance en région



Dynamique entre partenaires

- Actions communes : formations, échanges techniques et scientifiques
- Résoudre les difficultés
- Porter HPC-PME et maintenant



11 M€ investi



Comment aller plus loin ?

NEW WAY



# INFRASTRUCTURE EN REGION

Un mésocentre c'est quoi ? ...

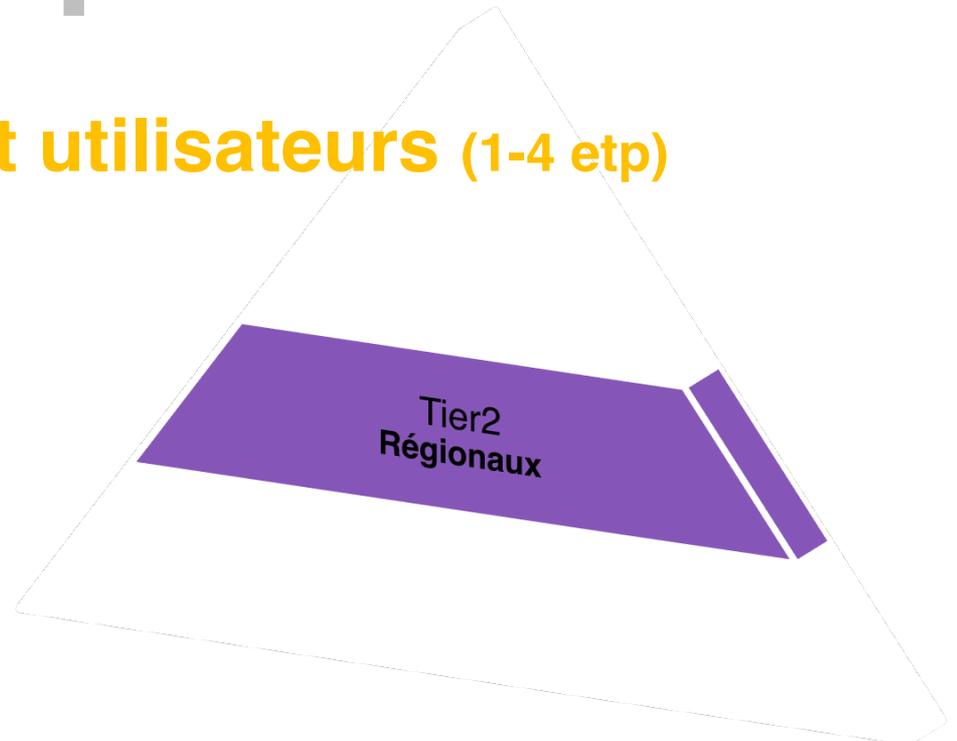
**Mésocentre** = **DataCenter (souvent)**

+ supercalculateur + équipe d'admin (1-2 etp)

+ équipe de support utilisateurs (1-4 etp)

+ utilisateurs

+ utilisateurs ...



# INFRASTRUCTURE EN REGION

## Nouvelle structure ?

➔ MESRI : Labellisation des Datacenter l'ESR

13 DC en région (Capitalisation DINSIC et la DNE)

➤ Mesurer les performances

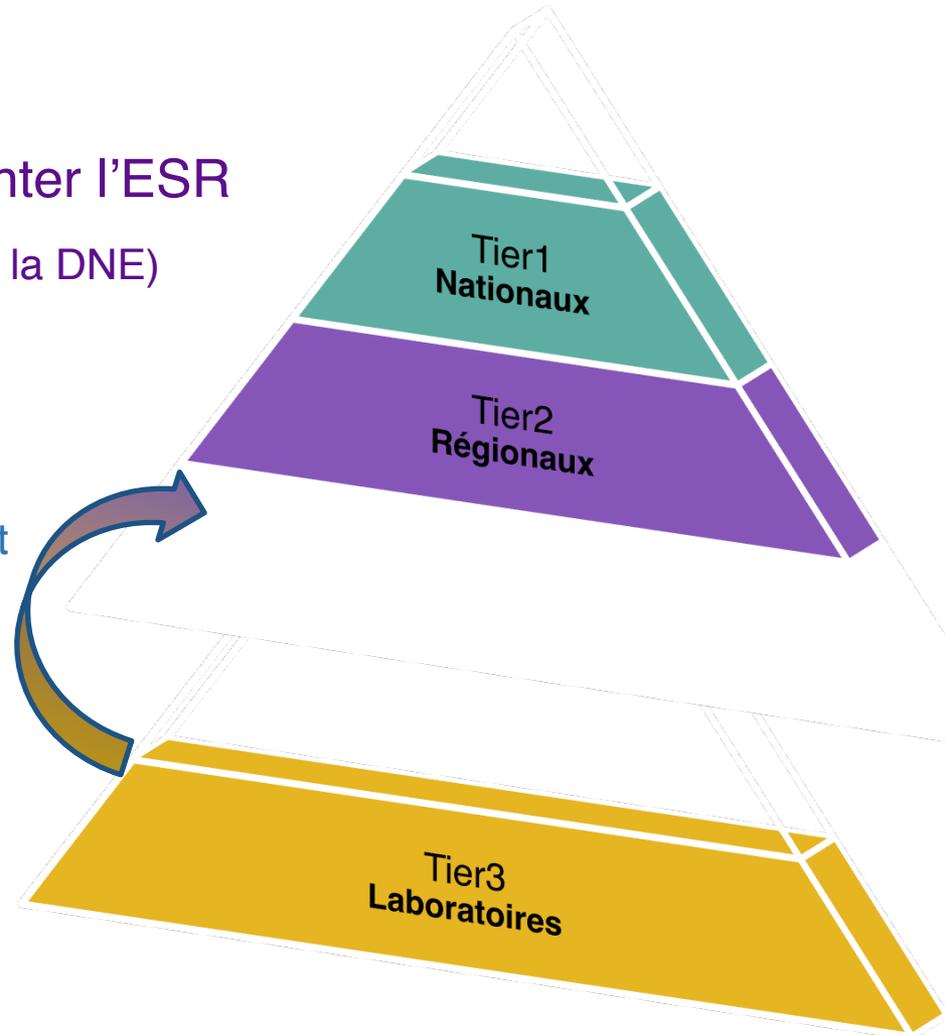
- Environnementales
- Techniques
  - capacités et modalités d'hébergement
  - sécurité physique
  - résilience et débits réseaux
  - redondance électrique ...
- Economiques

➤ Mutualisations régionales

➤ Offres de services (conventions)

➔ Souhait : rationalisation des usages et des investissements dans Tiers3

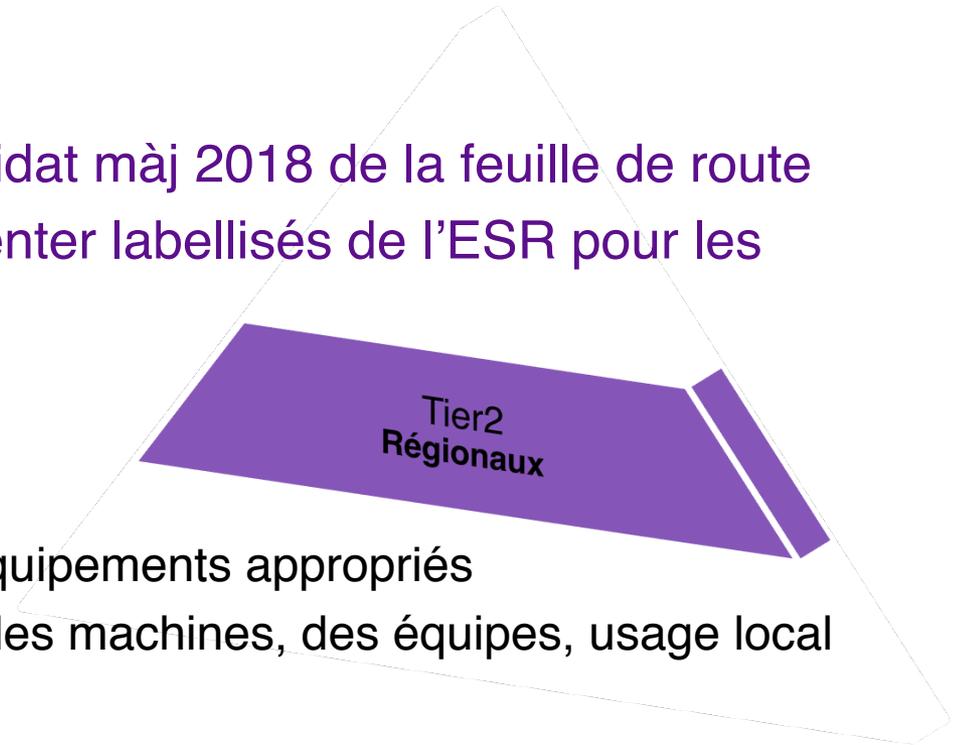
Si Usage possible → transfert puis co-financement dans les Tiers2



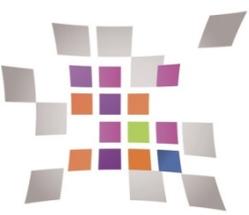
A l'étude par le MESRI

### → Création d'une Infrastructure de Recherche

- Poursuivre Equip@meso
- Fédérer les Mésocentres
- Construire un projet d'IR candidat m2j 2018 de la feuille de route
- Hébergement dans les Datacenter labellisés de l'ESR pour les moyens à partir de 2018
- Optimisation de la pyramide
  - Besoin de GENCI de pouvoir s'appuyer pour transférer les « petits » projets vers des équipements appropriés
  - Blocages actuels (disponibilité des machines, des équipes, usage local réservé ou accès payant)

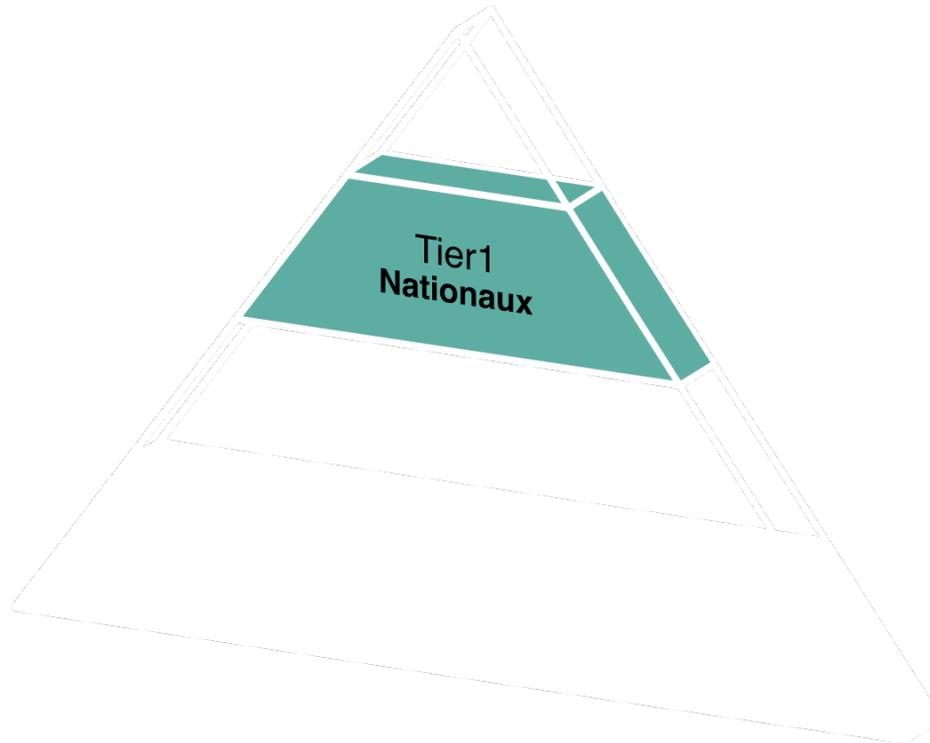


55 Meso / 15 dans equip@meso / 13 dans le DC de l'ESR  
<http://calcul.math.cnrs.fr/spip.php?rubrique7>



# INFRASTRUCTURE NATIONALE

---



# TRÈS GRANDE INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE

Grand équipement national de calcul intensif



## Maîtrise d'ouvrage nationale pour le calcul intensif

- Renouvellement régulier des supercalculateurs des 3 centres de calcul nationaux
  - Capex / Opex
  - Calcul / Stockage
- Accès gratuit aux heures de calcul
- Promotion du Calcul Intensif
- Accompagnement des industriels vers la simulation



### Exploitation dans 3 centres nationaux (Cines, TGCC, Idris)

**Occigen** depuis 2015



Montpellier

**Curie** (depuis 2012 : 20 % pour le DARI)



Bruyères le châtel

**COMING SOON!**  
**T1 2018**



**BULL Sequana de 8.9 Pflops**

- 6 cellules Skylake 24 c : 79 488 c
- 3 cellules KNL 68 c, 46 512 c
- 450 To de mémoire,
- Débit disque 500 Go/s.
- Upgrade à 20 Pflops en 2020

**6,8  
Pflop/s**

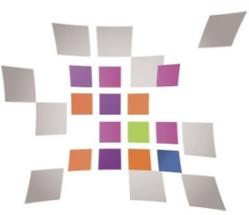
**Ada et Turing**  
(depuis 2013)



Orsay

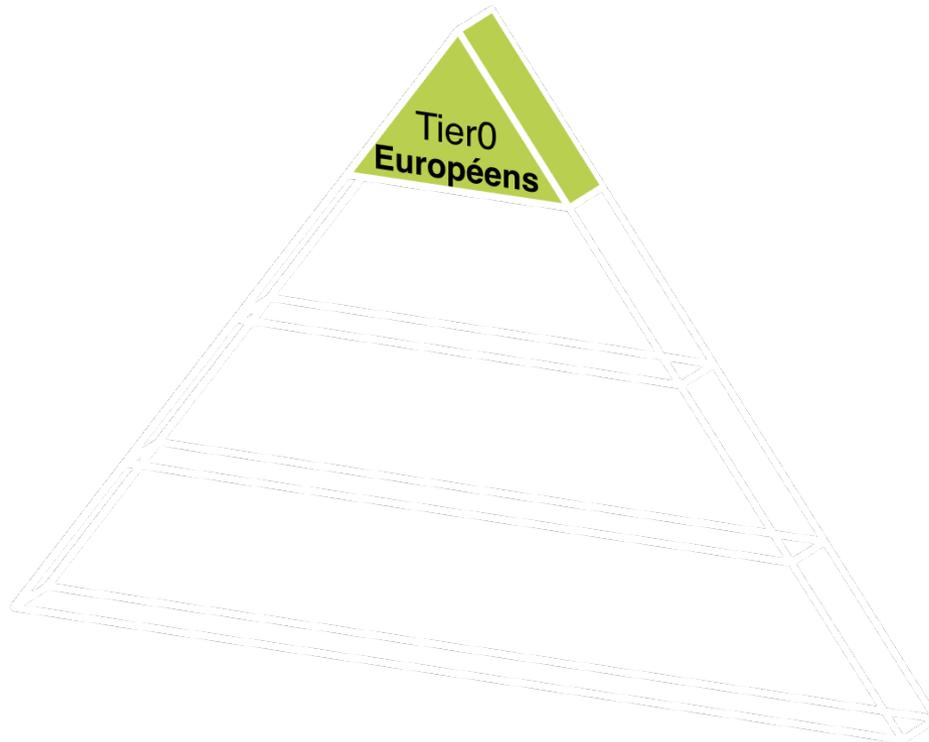
### Des supercalculateurs pour tout type d'application

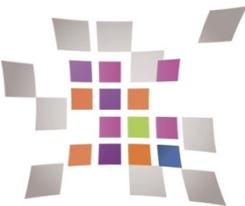
- 3 calculateurs généralistes
  - **Occigen** au CINES: **2,1 Pflop/s**, 50 544 cœurs Intel Haswell + **1,4 Pflops** 35 280 cœurs Intel Broadwell
  - **Curie** nœuds fins au TGCC: **1,7 Pflop/s**, 80 640 cœurs Intel Sandy Bridge
  - **Ada** à l'IDRIS: **0,2 Pflop/s**, 10 624 cœurs Intel Sandy Bridge
- 1 calculateur massivement parallèle
  - **Turing** à l'IDRIS: **1,3 Pflop/s**, 98 304 cœurs IBM Power A2



# INFRASTRUCTURE EUROPÉENNE

---





# INFRASTRUCTURE EUROPÉENNE

## Moyens de PRACE

[www.prace-ri.eu](http://www.prace-ri.eu)



**MareNostrum** : IBM  
BSC  
Barcelona, Spain  
11,1 Pflop/s



**Marconi** : Lenovo  
CINECA  
Bologna, Italy  
13 Pflop/s → 20



**CURIE** : Bull Bullx  
GENCI/CEA  
Bruyères-le-Châtel, France  
2 Pflop/s → 9 → 20



**66 Pflop/s**  
→ 73 → 90



**JUQUEEN** : IBM BlueGene/Q  
GAUSS/FZJ  
Jülich, Germany  
6 Pflop/s



**SuperMUC** : IBM  
GAUSS/LRZ  
Garching, Germany  
6,8 Pflop/s



**HAZELHEN** : Cray XC40  
GAUSS/HLRS  
Stuttgart, Germany  
7,4 Pflop/s

**Piz Daint**: Cray XC50  
CSCS  
Lugano, Suisse  
19,6 Pflop/s



93 et 33 Pflop/s pour le 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> chinois

# INFRASTRUCTURE EUROPÉENNE

## Bilan PRACE 2010-2015 pour la France



100M€ investi par la France, DE, IT, SP chacun

→ 10 milliards d'heures allouées dans 412 projets dont 2 milliards de la France



### Scientifiques français

#### → 1<sup>ers</sup> bénéficiaires

- En nombre de projets (98)
- En présence dans les projets (128)

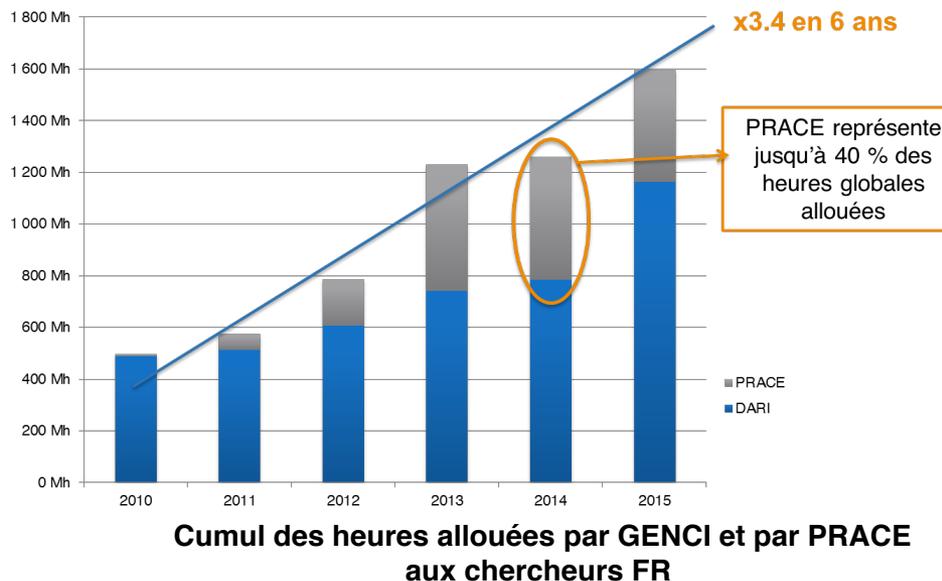
#### → 2<sup>e</sup> bénéficiaires

- En nombre d'heures (20 %)

### Industriels français

#### → 1<sup>ers</sup> bénéficiaires

- En nombre de projets (23)
- En nombre d'heures



**PATC : 10 000 utilisateurs EU formés depuis 2012 par les PRACE ADVANCED TRAINING CENTRES**

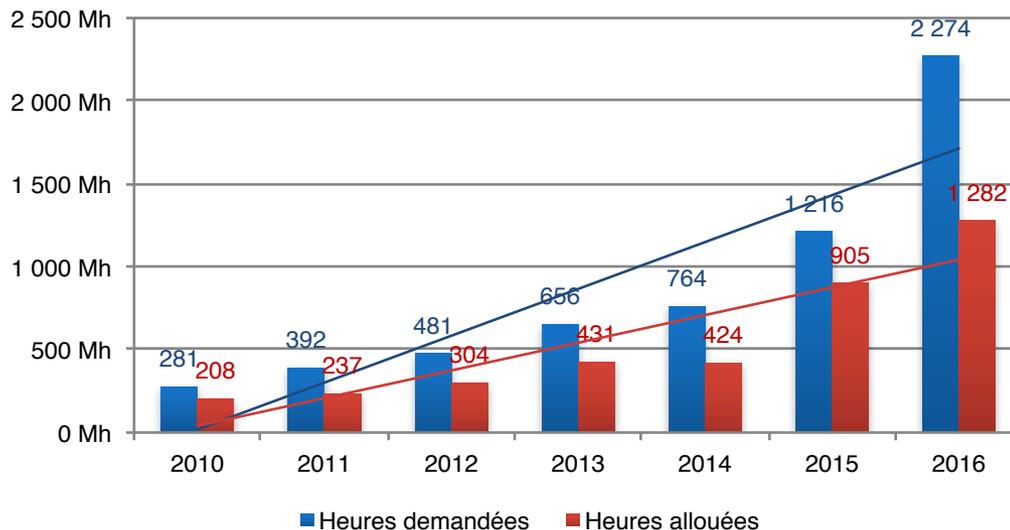
# ACCÈS AUX RESSOURCES GENCI

## Conditions d'éligibilité

### □ Accès des chercheurs **académiques** et **industriels**

- Un processus unique pour candidater sur les 3 centres de calcul nationaux
  - Environ 600 projets / an pour près de 3 000 utilisateurs
  - Depuis 2010, plus de 4 500 dossiers expertisés
  - Travaux de recherche ouverte → **Obligation de publication**
- Accès **gratuit**, sélection sur critères d'**excellence scientifique**

Evolution des demandes et allocations d'heures de calcul  
(en million d'heures normalisées)



2 274 Mh  
demandées

1 282 Mh  
disponibles

# ACCÈS AUX RESSOURCES GENCI

## Attribution d'heures pour le national



≈ 600 / an

**Appel à projets**

- 2 sessions / an
- Candidature en ligne sur site [www.edari.fr](http://www.edari.fr)

Jusqu'au 5 septembre

2 mois

**Expertise par comités thématiques (CT)**

140 experts

- Evaluation scientifique (CT)
- Evaluation technique (CT + centre projet > 4 Mh)

Critère d'excellence scientifique

1 mois

**Comité d'évaluation**

- Membres : présidents de CT
- Invités : centres de calcul, associés de GENCI
- Rôle : proposition d'attribution

x 2 / an

1 semaine

**Comité d'attribution**

- Membres : président du CE, centres de calcul
- Invités : présidents de CT, associés de GENCI
- Rôle : arbitrage selon disponibilités

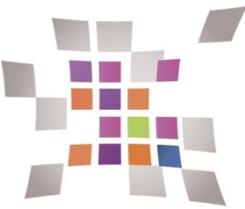
Accès préparatoires  
60/an

2 semaines

**Attribution des heures**



Procédure très similaire  
Appel vers Oct-Nov 2017



# PRÉPARER LE FUTUR PROCHE, TRÈS PROCHE

## Cellule de veille technologique

### □ Anticiper l'arrivée des futures architectures ...Exascale

- ⇒ Tester les machines en « avant première »
- ⇒ Préparer les communautés scientifiques nationales (accès et workshop)
- ⇒ Avec 20 experts issus des partenaires de GENCI

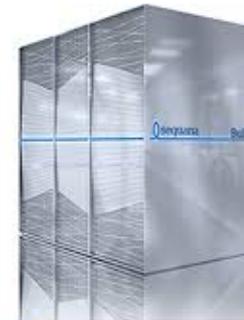
### ⇒ 2 prototypes actuellement disponibles

#### □ CINES

- Plateforme Frioul
  - 48 nœuds Intel KNL 7250 à 68c – IB-EDR **146 Tflop/s**

#### □ IDRIS

- Plateforme Ouessant
  - 12 nœuds OpenPOWER Minsky » **245 Tflop/s**  
de 2 x processeurs Power8+ NVLink – 4x NVIDIA P100



>3000c

Puissance d'un Tier2



48 P100



**Merci pour votre attention.**