



---

## ■ Les mésocentres des Pays de la Loire

*R. Randriatoamanana (Centrale Nantes SuperComputing / ICI)  
Y. Dupont (CCIPL / Univ Nantes)*

## ○ Un peu d'histoire...

- Globalement, « on utilise chaque jour des mathématiques. Pour prévoir le temps qu'il fera, pour savoir l'heure qu'il est, pour gérer l'argent. Les maths c'est bien plus que des formules ou des équations, c'est de la logique, c'est de la rationalité, c'est se servir de son esprit pour résoudre les plus grands mystères qui soient ».
- Calculs et mathématiques...
  - Cailloux et bâtons (abaques/bouliers) → Pascal (1645) → Turing/Neumann/Cray
  - Calculabilité et modélisation: **comprendre** et **prédire**
  - Simulation numérique: le 3ème pilier de la science
- Croissance exponentielle
  - Transistors, fréquence d'horloge : l'informatique séquentielle
- Le nouveau siècle
  - Parallélisme
  - Massivement parallèle
- Supercalculateur:
  - Sunway/#1 ~ 465 000 pc gamers ~ 1 328 000 iphone6
  - Curie/CEA ~ 50 000 laptop
  - Liger ~ 3 300 iphone6 ~ 4 000 laptop
- De nos jours, les plus performants de ces supercalculateurs peuvent réaliser **des millions de milliards d'opérations en une seule seconde**... D'où le terme de calcul intensif qui désigne, également, par extension, la science développée autour de ces équipements (matériels, logiciels etc.).

1 MFlops= 1 000 000 *flops*

1 Gflops = 1 000 000 000 *flops*

1 Tflops = 1 000 000 000 000 *flops*

1 Pflops = 1 000 000 000 000 000 *flops*

## ○ Une définition

- « Un ensemble de **moyens humains, de ressources matérielles et logicielles** à destination d'une ou plusieurs communautés scientifiques, issus de plusieurs entités (EPST, Écoles/Universités, Industriels) en général d'une même région, **doté de sources de financement propres**, destiné à fournir un **environnement scientifique et technique propice au calcul haute performance**. »
- Classement « pyramide de puissance » selon PRACE



- **Europe: 105 meso / 140 Pflops / 6m. coeurs**
- CSCS (8/Swiss) = 206,720c / 9,779P
- UK Meteo (11/UK) = 241,920c / 6,765P
- CINECA (12/Italy) = 241,808c / 6,223P
- TOTAL (16/France) = 220,800c / 5,283P

- MENESR/Cines (Bull) = 3.570T / 85824c
- CEA/TGCC/Curie (Bull) = 3900T / 92160c
- CNRS/Idris (IBM) = 1400T / 100k coeurs
- **GENCI = 9 Pflops / 278k coeurs**

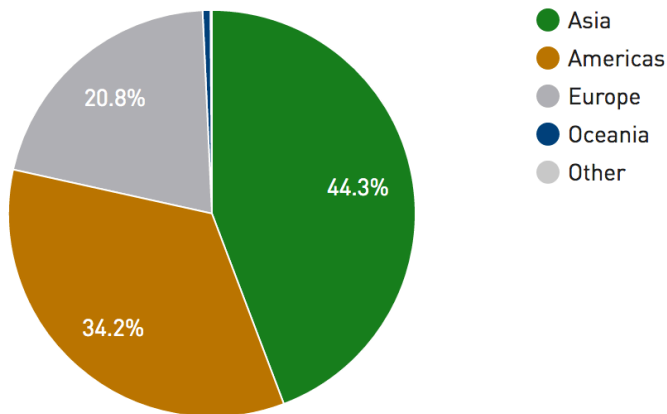
- CRIANN (Caen) = 10k coeurs
- ROMEO (Reims) = 255T
- CALMIP (Toulouse) = 12240 coeurs / 255T
- LIGER (Nantes) = 6048 coeurs / 240T

# Les 10 supercalculateurs internationaux

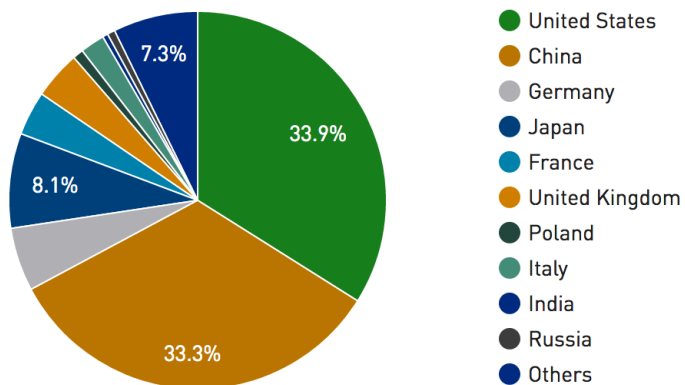


Source top500.org (novembre 2016)

Continents Performance Share



Countries Performance Share



Rank	Site	System	Cores	Rmax (TFlop/s)	Rpeak (TFlop/s)	Power (kW)
1	National Supercomputing Center in Wuxi China	<b>Sunway TaihuLight</b> - Sunway MPP, Sunway SW26010 260C 1.45GHz, Sunway NRCPC	10,649,600	93,014.6	125,435.9	15,371
2	National Super Computer Center in Guangzhou China	<b>Tianhe-2 (MilkyWay-2)</b> - TH-IVB-FEP Cluster, Intel Xeon E5-2692 12C 2.200GHz, TH Express-2, Intel Xeon Phi 31S1P NUDT	3,120,000	33,862.7	54,902.4	17,808
3	DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States	<b>Titan</b> - Cray XK7 , Opteron 6274 16C 2.200GHz, Cray Gemini interconnect, NVIDIA K20x Cray Inc.	560,640	17,590.0	27,112.5	8,209
4	DOE/NNSA/LLNL United States	<b>Sequoia</b> - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom IBM	1,572,864	17,173.2	20,132.7	7,890
5	DOE/SC/LBNL/NERSC United States	<b>Cori</b> - Cray XC40, Intel Xeon Phi 7250 68C 1.4GHz, Aries interconnect Cray Inc.	622,336	14,014.7	27,880.7	3,939
6	Joint Center for Advanced High Performance Computing Japan	<b>Oakforest-PACS</b> - PRIMERGY CX1640 M1, Intel Xeon Phi 7250 68C 1.4GHz, Intel Omni-Path Fujitsu	556,104	13,554.6	24,913.5	2,719
7	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan	<b>K computer</b> , SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect Fujitsu	705,024	10,510.0	11,280.4	12,660
8	Swiss National Supercomputing Centre (CSCS) Switzerland	<b>Piz Daint</b> - Cray XC50, Xeon E5-2690v3 12C 2.6GHz, Aries interconnect , NVIDIA Tesla P100 Cray Inc.	206,720	9,779.0	15,988.0	1,312
9	DOE/SC/Argonne National Laboratory United States	<b>Mira</b> - BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60GHz, Custom IBM	786,432	8,586.6	10,066.3	3,945
10	DOE/NNSA/LANL/SNL United States	<b>Trinity</b> - Cray XC40, Xeon E5-2698v3 16C 2.3GHz, Aries interconnect Cray Inc.	301,056	8,100.9	11,078.9	4,233

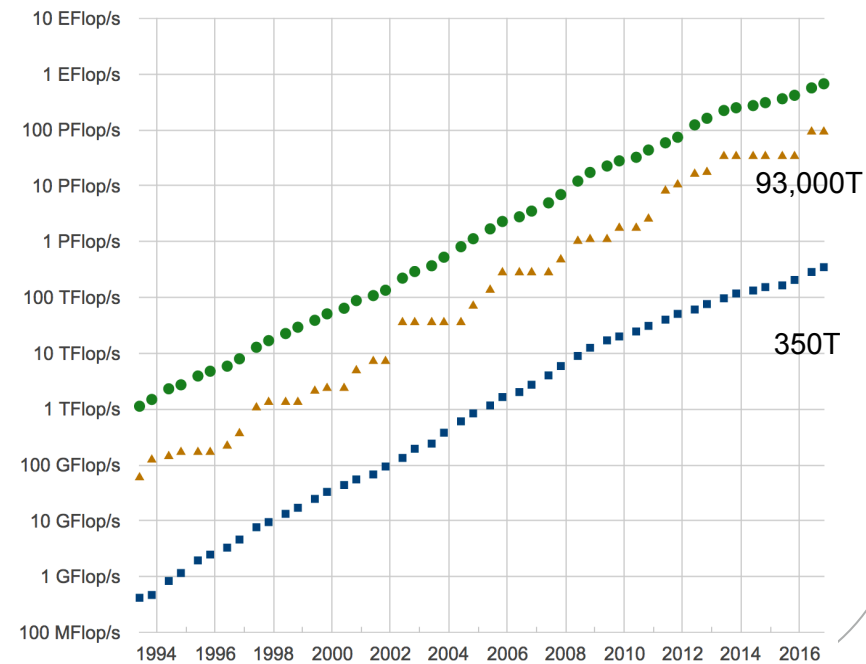
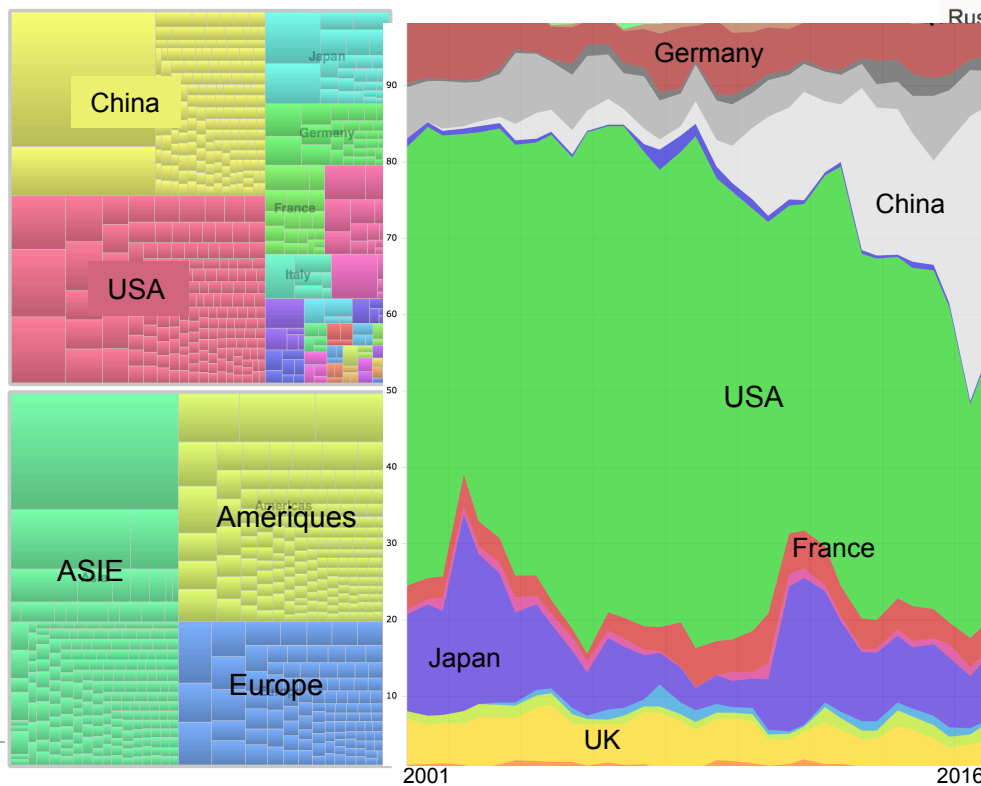
# Répartition et dév



Source top500.org (novembre 2016)

Continents	Count	System Share (%)	Rmax (GFlops)	Rpeak (GFlops)	Cores
Asia	213	42.6	297,417,712	497,522,957	26,203,188
Americas	175	35	229,973,750	329,691,963	11,778,976
<b>Europe</b>	<b>105</b>	<b>21</b>	<b>139,773,569</b>	<b>181,376,211</b>	<b>5,777,038</b>
Oceania	6	1.2	4,164,460	5,645,363	209,952
Africa	1	0.2	782,886	1,006,387	24,192

Countries	Count	System Share (%)	Rmax (GFlops)	Rpeak (GFlops)	Cores
United States	171	34.2	228,032,809	327,303,955	11,660,816
China	171	34.2	223,571,136	394,013,392	21,546,512
Germany	31	6.2	36,501,435	45,628,388	1,600,240
Japan	27	5.4	54,486,820	77,371,577	3,946,560
<b>France</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>25,398,803</b>	<b>31,727,765</b>	<b>1,158,428</b>
United Kingdom	13	2.6	27,602,596	31,682,369	1,148,968
Poland	7	1.4	6,162,214	8,157,370	208,284
Italy	6	1.2	14,062,113	21,140,514	606,312
India	5	1	3,092,368	4,456,051	133,172
Russia	5	1	4,411,812	6,515,928	181,070



## ○ Missions et intérêts

- **Un outil pour la recherche**

- Accès facilité, plate-forme spécialisée, moyens mutualisés (humains / infrastructures)

- **Un outil pour la formation**

- Ressources de calculs pour M1/M2, thésards
- Environnement logiciels pour des formations spécifiques : OpenMP, MPI, Debugging, C/C++, Fortran...
- Salle de terminaux pour des Workshop/Écoles
- Comptes de calculs visiteurs/formations/collaborations → SOUPLESSE

- **Étape nécessaire pour accéder aux centres nationaux et européens**

Les utilisateurs des mésocentres travaillent aussi sur les centres nationaux (développements et travaux légers sur les mésocentres et productions sur les centres nationaux)

- **Attractivité régionale**

Un grand nombre de chercheurs concernés : par exemple, le CNRS estime que plus de 20 % de ses agents basent leurs recherches sur des mésocentres. C'est un outil nécessaire pour attirer les chercheurs.

## ○ Historique & dates clés

### CCIPL

- Appel d'offre du Ministère **fin 1998**
- 1er Calculateur : **2004 – 2009** (0.15 TFlop/s)
  - Machine SMP Compaq/HP GS1280 : 32 procs/64 Go de RAM
  - Financement CPER 2000/2006 → 900 k€
  - Hébergement : IMN / Fonctionnement (Elec.) : IMN
- 2ème Calculateur : **2008 – 2012** (9.42 TFlop/s)
  - Grappe de serveurs à base de processeurs INTEL, 74 nœuds SGI
  - Financement CPER 2007/2013 + Université de Nantes + ANR + ERC → 920 k€
  - Hébergement : Bat. 10 (Maths) / Fonctionnement (Elec.) : UFR
  - **Extension cluster Waves (750 k€)** → CPER 2015-2020 (1<sup>er</sup> tranche sept 2016) → 750 k€

### ICI CNSC

- Financement: **CPER/FEDER, ECN, Nantes Metropole** → 3 340 k€
- AO et sélection du constructeur BULL Atos → **1<sup>er</sup> trimestre 2015**
- 1ers calculs à distance sur 864 cœurs (soit 36 nœuds) → **juillet 2015**
- Début du chantier → **août 2015**
- Livraison de la salle (56m<sup>2</sup>) → **décembre 2015**
- Assemblage sur site 1ere phase avec 252 nœuds (187TFlops) → **fin décembre 2015**
- Mise en production avec les premiers projets → **avril 2016**

## ○ Financeurs

CCIPL



UNIVERSITÉ DE NANTES



coût total  
2,57 millions € HT



UNION EUROPÉENNE



CE PROJET EST COFINANCÉ PAR  
LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL



ICI CNSC



coût total  
3,34 millions € HT



## ○ L'équipe

### CCIPL

- Responsable scientifique: **Yann Capdeville** (LPG6/ CCIPL)
- Système: **Yann Dupont** (75% arrivée 1er octobre 2016) (Remplace Vincent Degat)
- **Walid Saadi** (25%) (arrivée décembre 2015)
- Aide aux utilisateurs, parallélisation: **Guy Moebs**
  - (50%, Math/LPG (Mission temporaire depuis Janvier 2017)
- Aide volontaire **d'Aymeric Blondel** (CEISAM)

### ICI CNRS

- Responsable scientifique: **Thierry COUPEZ** (ECN-ICI/sDirecteur de labo) <20%
- Responsable technique: **Richard RANDRIATOAMANANA** (ECN-ICI/IR/Dét.CNRS)
  - communication, valorisation, partenariats, gestion de comptes et sécurité.
- Système & HPC: **Pierre-Emmanuel GUERIN** (ECN-ICI/IE/ancien GeM)
- Aide aux utilisateurs: Pierre-Emmanuel GUERIN (60%), Richard R. (10%)

## ○ Utilisation & Projets

### CCIPL

- > 30 projets, ~ 200 utilisateurs
  - CEISAM UMR 6230, IMN UMR 6502, LMJL UMR 6629,
  - LPG UMR 61126, UFIP UMR 6286 ...
  - IRS/INSERM Institut du thorax
  - IRCCyN UMR 6597
  - LAREMA UMR 6093 Angers
  - LPEC UMR 6087 Le Mans
  - LdOF UMR 6010 Le Mans
  - HydrOcean/ECN/SAS
  - IFSTTAR (Bouguenais) ...
- Taux d'utilisation > 80%

### ICI CNSC

- 40 projets, 160 utilisateurs
  - LHEEA, GeM, LS2N (UMR ECN)
  - Université Nantes LTEN
  - ArcelorMittal
  - Airbus Safran Launcher
  - IRT Jules Verne (simulation)
  - WEAMEC (EMR)
  - CHU/INSERM (génomique)
  - BureauVeritas (Chaire ECN)
  - HydrOcean (simulation)
  - CSTB
  - NextFlow (simulation)
- Taux d'utilisation ~30% (15% 2016)
  - objectif 65% d'occupation d'ici 2018.

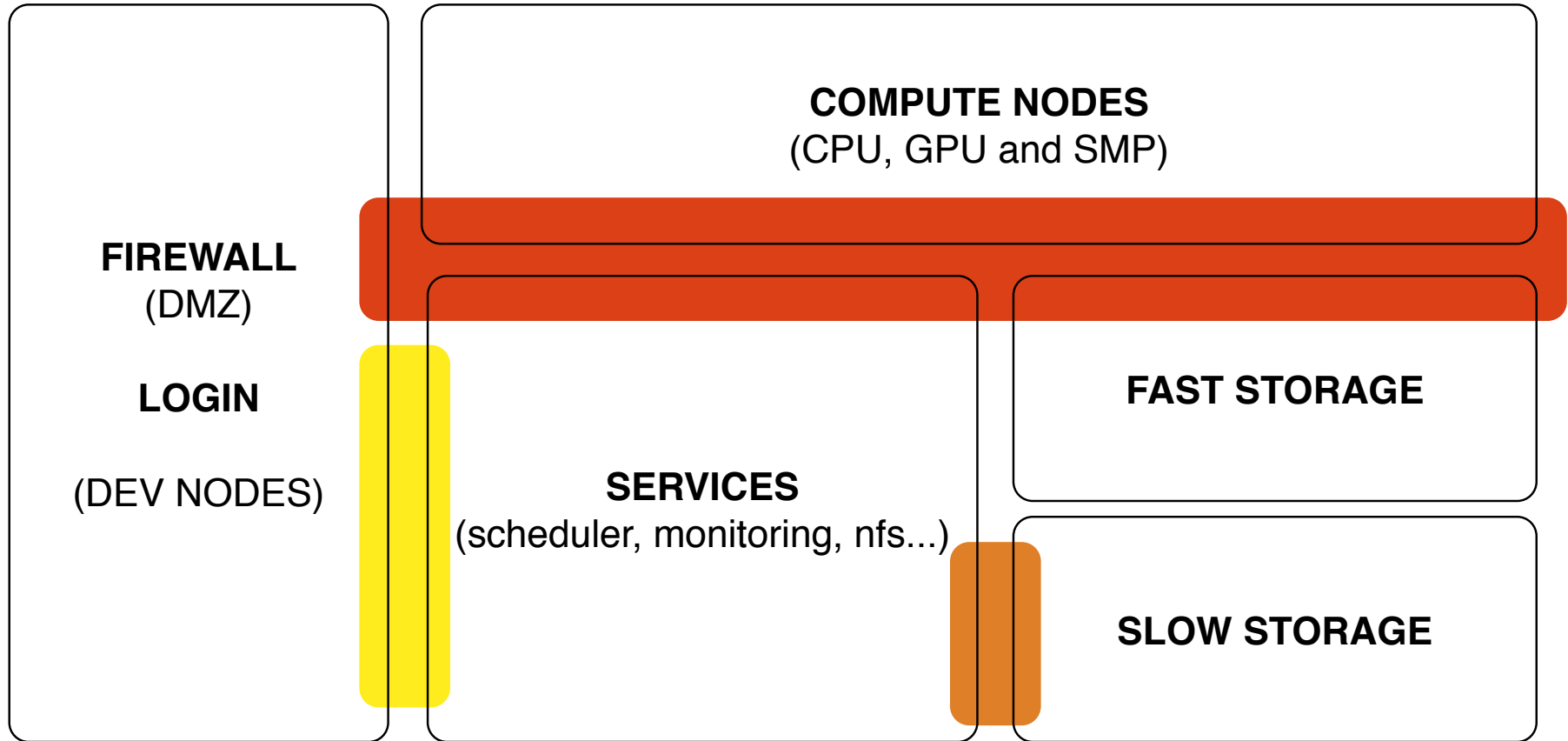
# Mésocentre – Cluster Specs



## ○ Hardware / Système

Description	CC IPL	ICI CNSC
Cluster name	LOIRE[L] – WAVES[W]	LIGER
Vendor	[L] HP, SGI – [W] ClusterVision	BULL ATOS
Processor Generation	INTEL Xeon [L]XE340 – [W]E5.V4	INTEL Xeon E5.V3
Accelerator (nodes/gpus)	NVIDIA Pascal & Kepler (4/?)	NVIDIA K80 (14/28)
Interconnect Family	1G, IB	1G, 10G, IB
Interconnect	IB QDR – Intel OmniPath	10G / IB FDR
Cores per socket	[L]8 – [W]10	12
Total nodes / cores	[L]74/1,184 – [W]96/1,920	252 / 6,048
System	[L]SLES 11 – [W]CentOS7	RHEL7, CentOS7
Scheduler	[L]PbsPRO – [W]SLURM	SLURM
Fast storage / Volume	[L]Panasas – [W]BeeGFS / 300TB	Spectrum Scale 4 (ex-GPFS) / 900TB
Topology interconnect		Fat tree 3:1
Divers	Trinity X + Luna OpenStack SSH	xcat2 + kickstart + clush/pdsh VMware SSH + XCS visualisation 3D

# HPC Infra Topology

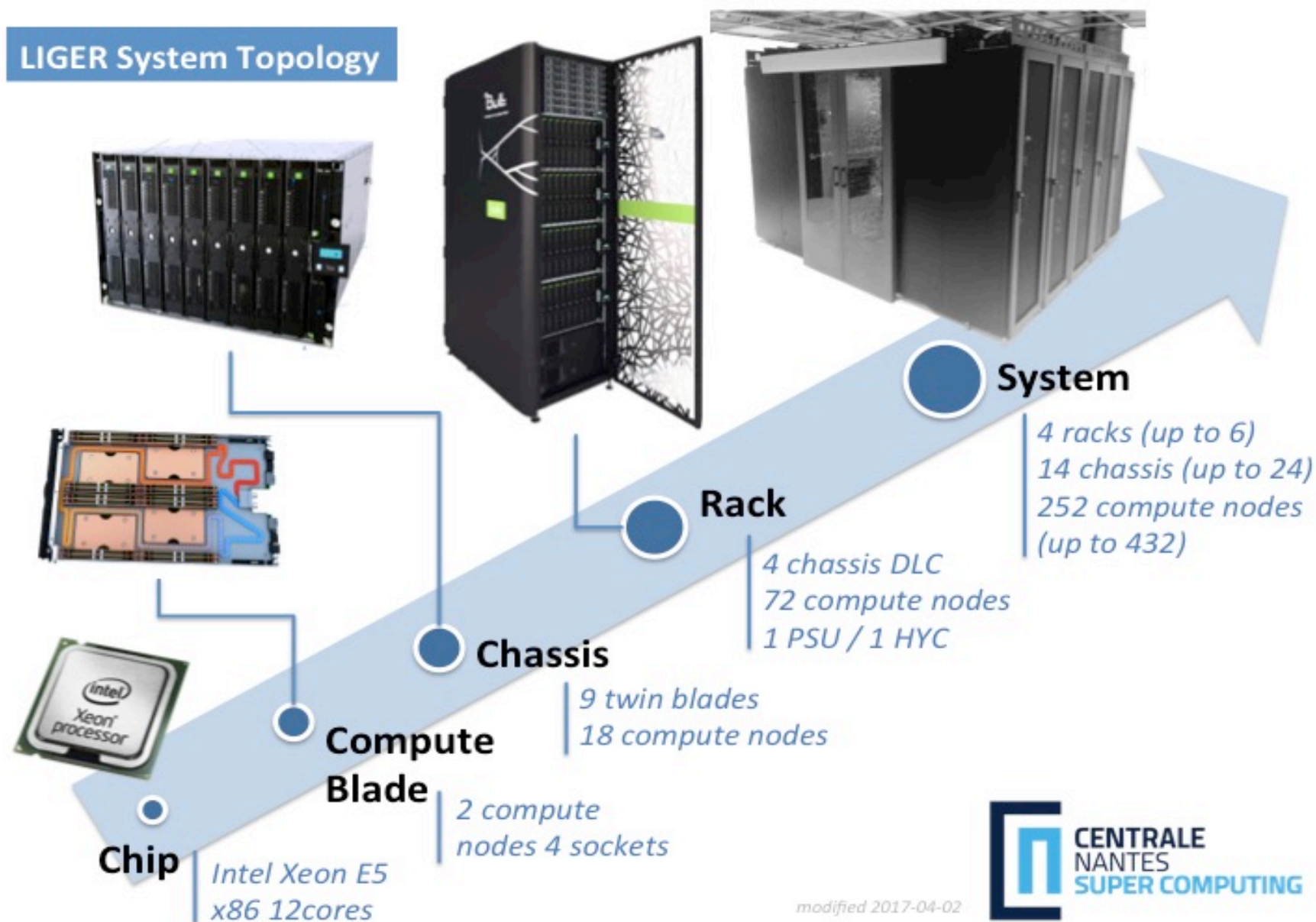


IB 10G 1G

# Mésocentre – Supercalculateur

## ○ Architecture

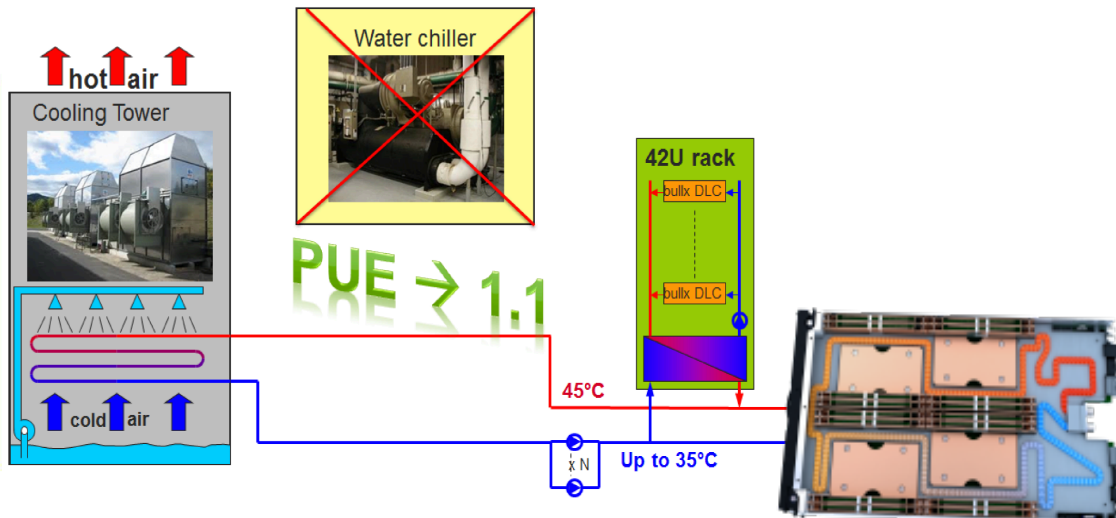
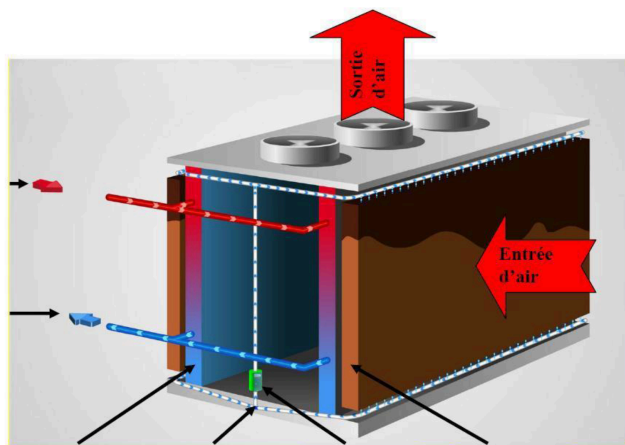
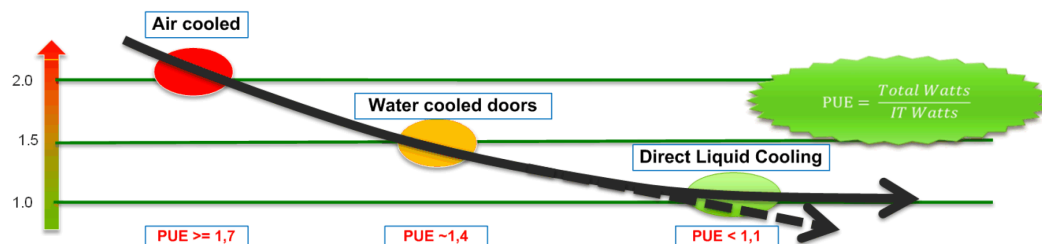
### LIGER System Topology



modified 2017-04-02

## ○ Environnement de refroidissement

- 2 types de refroidissement
  - calcul: au plus près du coeur (DLC BULL) – tour adiabatique (refroidissement à « sec »); faire du *free-cooling* sans production de froid ~ 6kW
  - servitudes: climatisation à détente directe classique ~11kW
- **PUE ~1,19** (pour 100W système, 19W refroidissement+électrique infra)
  - google ~1,12 (2014), datacentre classique ~1,7



# Mésocentre – Environnement



○ Galerie photos

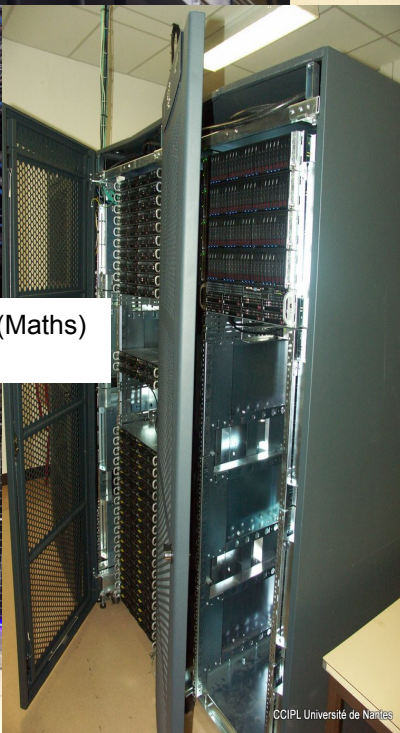
CC IPL



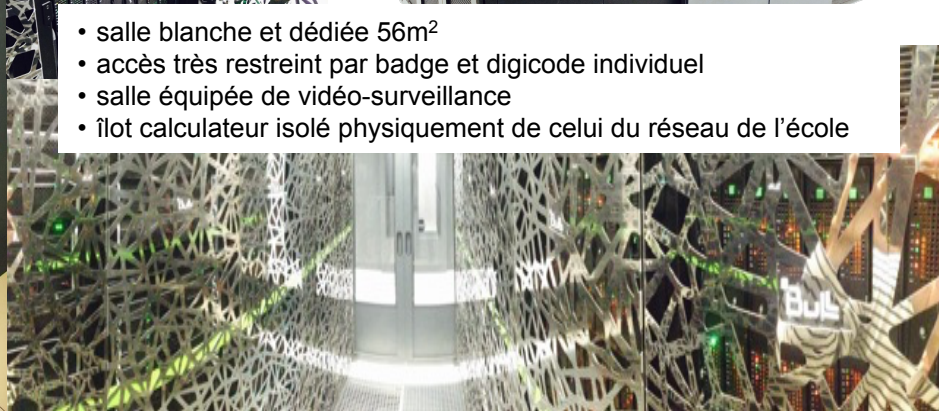
ICI CNSC



- hébergement IMN → bâtiment 10 (Maths)
- nouveau datacentre université



- salle blanche et dédiée 56m<sup>2</sup>
- accès très restreint par badge et digicode individuel
- salle équipée de vidéo-surveillance
- îlot calculateur isolé physiquement de celui du réseau de l'école



## ○ Modèle économique de calcul

### CCIPL

- Pas d'appel à projets; se rapprocher du responsable de CCIPL pour discuter de l'éligibilité du projet de recherche.
- Ouvert essentiellement aux académiques (labos, écoles et universités)
  - projets industriels
- **Aucune tarification** sur les heures de calcul utilisées.

### ICI CNSC

- Pas d'appel à projets, demande en ligne ou proposition à la direction de l'ICI pour acceptation et validation
- Ouvert à tous; PME/PMI, industriels et académiques.
- Acceptation après **signature d'une convention avec l'école**
  - interne : laboratoires hébergés et partenaires académiques
  - externe : industriels et le reste
- Tarification adaptée selon le type de convention souscrite.



## ○ Groupement d'Intérêt Scientifique

- Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) intitulé **Groupe Algérien en Calcul Intensif Distribué** (GLiCID) , dont l'objet est de :
  - mettre en place une interconnexion dédiée entre le calculateur de l'ECN et les ressources du CCIPL ;
  - gérer l'attribution des ressources de calcul ;
  - constituer un pôle régional aux compétences élargies en formation comme en recherche.
- Signature entre les 2 parties en **septembre 2016**
- En terme de rayonnement, cette structuration contribuera à la production scientifique des chercheurs, impulsera des collaborations internationales, permettra d'attirer des personnalités scientifiques reconnues au plan international.
- Le GIS mettra en place les moyens permettant
  - de coordonner, d'impulser, de labelliser des projets de recherche en collaboration entre les partenaires aux niveaux régional, national, européen et international ;
  - de mettre en place des actions renforçant la visibilité et l'attractivité du pôle de recherche régional ;
  - de renforcer l'attractivité régionale dans les domaines de la recherche et de la formation.

## ○ Feuille de route

### CCIPL

- Passage en CENTOS 7.3
- **Affinage des partitions, politiques de priorisations et limites des jobs**
- Passage à 40 Gb/s avec DSIN, ouverture du bastion «Banzaï»
- Nouveaux nœuds à accueillir (Nouvelles ANR), GPUs
- Softs spécifiques CERN/IN2P3 et routages spécifiques
- Migration des utilisateurs, accounting des projets, quotas (disques)
- Remise à Niveau de Loire en tant que «Waves BIS»
- Refonte des sites web (Walid), améliorer visibilité (visiter les labos)

### ICI CNSC

- Appliance firewall/VPN
- Système de supervision et de monitoring amélioré (dashboard, alarms, etc.)
- Connexion réseau haute-dispo en entrée sur le réseau de l'école
- Stockage pérenne avec un système de sauvegarde sécurisé et HA
- Montage d'une formation continue certifiante « Calcul Intensif »
- Plan calcul INSERM, France Génomique / CHU-INSERM-Région
- Renforcer les collaborations pour des partenariats industriels forts (Chaire, etc.)

○ Comment nous contacter

CCIPL

- <http://ccipl.univ-nantes.fr>
- <http://wiki.ccipl.univ-nantes.fr>
- <mailto:ccipl-contact@univ-nantes.fr>

ICI CNSC

- <https://ici.ec-nantes.fr/hpc>
- <https://ici.ec-nantes.fr/hpc/support>
- <mailto:direction.ici@ec-nantes.fr>

## ○ Conclusion

- GIS Glicid
  - <https://glicid.fr>
  - <mailto:contact@glicid.fr>
- Collaboration avec le programme national SIMSEO
  - accompagner les entreprises de l'industrie manufacturière et du BTP à l'usages de la simulation numérique;
  - sensibiliser 600 dirigeants de PME, en 3 ans, sur toutes les régions de France, aux enjeux et à l'usage de la simulation numérique
- Prospectives avec les projets I-Site et NUN