



INSTITUT DU
DÉVELOPPEMENT ET DES
RESSOURCES EN
INFORMATIQUE
SCIENTIFIQUE

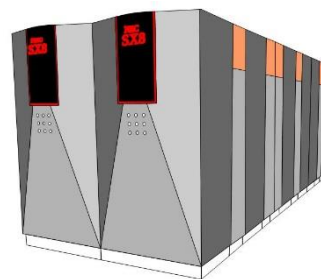
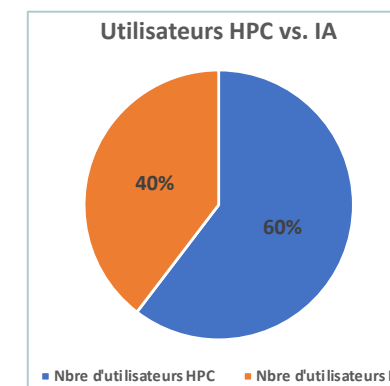
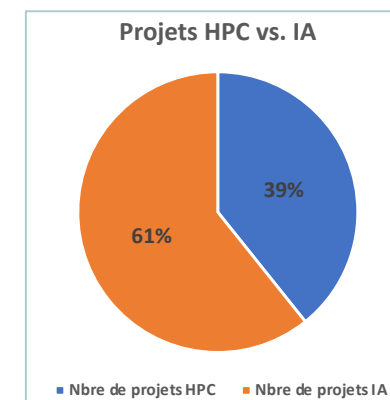
www.idris.fr

Jean Zay

Exemple d'un supercalculateur écoresponsable



- Créé en 1993, situé à Orsay, campus Paris-Saclay,
- Centre de calcul numérique intensif au service des unités de recherche,
- Centre majeur du CNRS pour le calcul numérique (HPC) et intelligence artificielle (IA),
- Jean Zay : Infrastructure nationale pour la recherche en IA dans le cadre plan AI for Humanity,
- À la fois centre de ressources informatiques et pôle de compétences en HPC et IA,
- 1450 projets scientifiques : 70 % IA / 30% HPC ; 2700 utilisateurs : 40% IA / 60% HPC,
- Les principales missions :
 - ❖ Installation et l'exploitation d'un environnement de calcul intensif d'avant-garde diversifié,
 - ❖ Support utilisateurs, formation et veille technologique, transfert de technologies,
 - ❖ Hébergement,
- 43 personnes, dont 25 pour le support utilisateurs (HPC + IA).



IDRIS centre de calcul national – tier 1

- Centres de calcul européens

Tier 0



Joliot Curie TGCC – CEA
2017
21,7 Pflop/s

- Centres de calcul nationaux

Tier 1



Jean-Zay – CNRS / IDRIS
2019
36,8 Pflop/s

- Centres de calcul régionaux

Tier 2



- Moyens de calcul des laboratoires

Tier 3



Jean Zay – principales caractéristiques



Jean Zay c'est :

- **36,85 Pflop/s**
- **89976 cœurs CPU** (Intel Xeon 6248/AMD Milan 7543)
- **2712 GPU** (NVIDIA V100)
- **440 GPU** (NVIDIA A100)
- **468 To** mémoire,
- **33 Po** stockage disque (dont 2,2 Po SSD)
- **2840** cassettes LTO8
- **90** racks (dont 9 CDU),
- **180** alimentations électriques tri et tétra, en 16A, 32A et 63A,
- **~ 3 km** de câbles électriques
- **70 tonnes** pour l'ensemble des racks,
- **~ 300 m²** de surface occupée
- **~ 2400 kW** en mode linpack
- **~ 1400 kW** en exploitation



M. Jean Zay et la création du CNRS

- Né le 6 août 1904 à Orléans
- Juin 1936 : ministre de l'Education nationale et des Beaux-Arts
- **Octobre 1939 : création du CNRS**, avec M. Jean Perrin (physicien et prix Nobel)
- Décédé le 20 juin 1944 (assassiné par la milice)
- Mai 2015 : entre au Panthéon



1957



1970



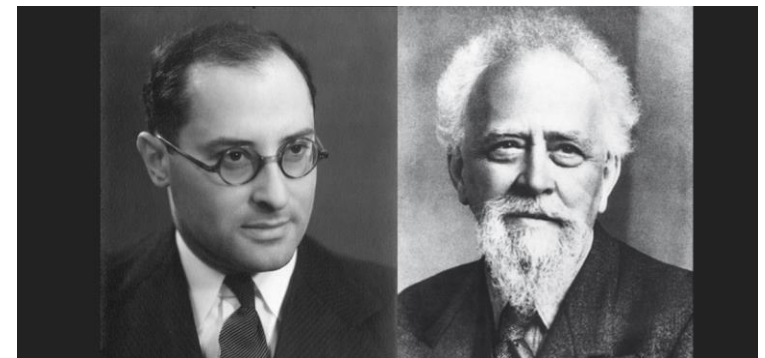
1984



1992

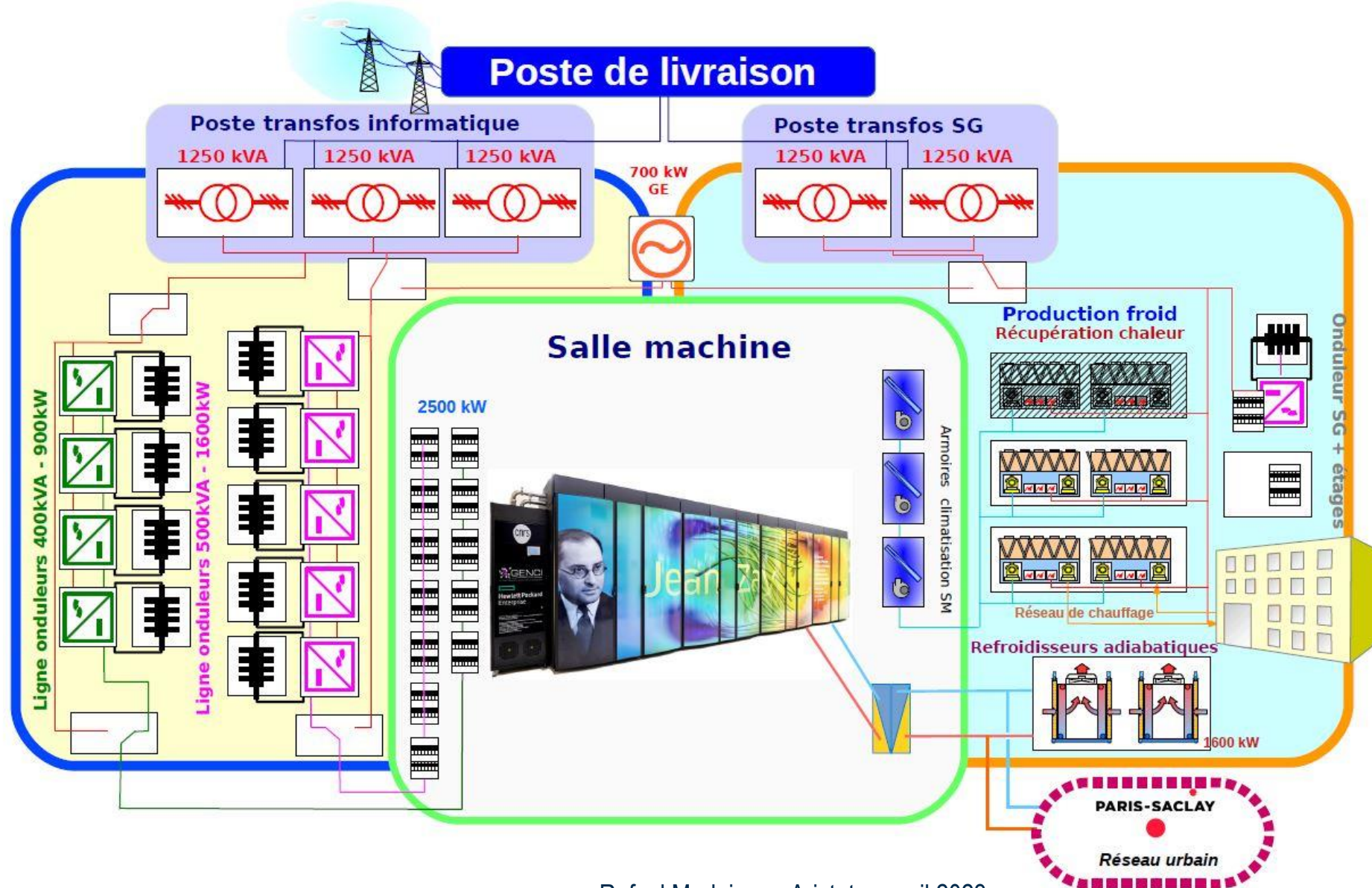


2008





Infrastructures techniques IDRIS



Capacité des infrastructures techniques et évolutions

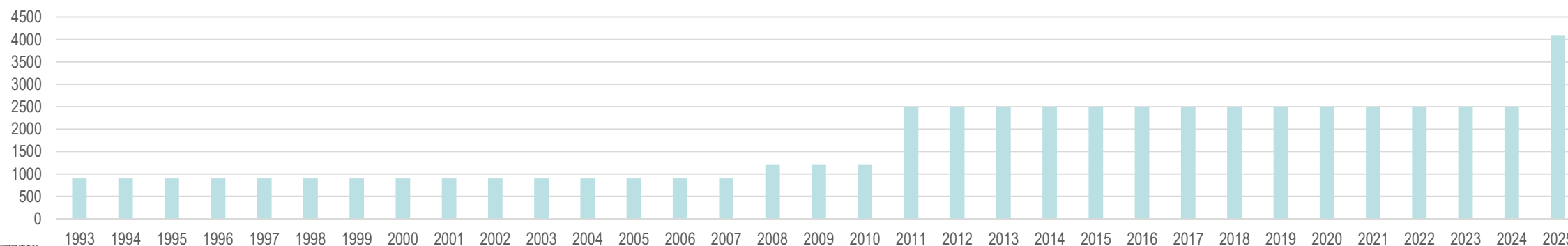
1000 m² pour les salles d'ordinateurs, ~ 2000 m² de locaux techniques, 2500 kW IT.

Evolution de la capacité IT :

- 1993 : **900kW** - création de l'IDRIS et extension de la capacité des infrastructures pour permettre l'installation des supercalculateurs Cray C90 (Atlas),
- 2008 : **1200kW** - remplacement de certains éléments et nouvelle extension pour permettre l'installation du supercalculateur IBM BGP (Babel),
- 2011 : **2500kW** - accroissement de la capacité en prévision de l'installation de nouvelles générations de supercalculateurs : IBM BGQ (Turing), SGI8600 (Jean Zay).

Projet 2023 :

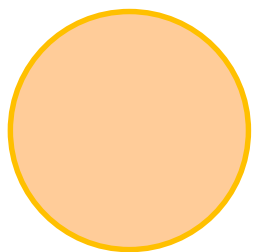
- 2025 - 2026 : **~4100 kW** - pour permettre les évolutions du Centre : nouvelle génération de supercalculateurs, nouveaux projets, nouveaux hébergements.



Evolution récente des supercalculateurs de IDRIS

IBM BLUE GENE / P Babel

- Installé en mars 2008,
- 139 Tflop/s, 20 To mémoire,
- Refroidi par air,
- 300 kWh.



2,15 kWh / Tflop/s

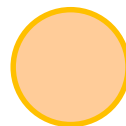


300



IBM BLUE GENE / Q Turing

- Installé en octobre 2012,
- 1,2 Pflop/s, 106 To mémoire,
- Refroidi par eau froide,
- 600 kWh.



0,5 kWh / Tflop/s



600



HPE SGI 8600 Jean Zay

- Installé en septembre 2019,
- extension en 2020 et 2022
- 36,85 Pflop/s : GPU = 87%, CPU = 13%,
- 457 To mémoire,
- Refroidi par eau tiède,
- 2400 kWh.



0,065 kWh / Tflop/s



2400



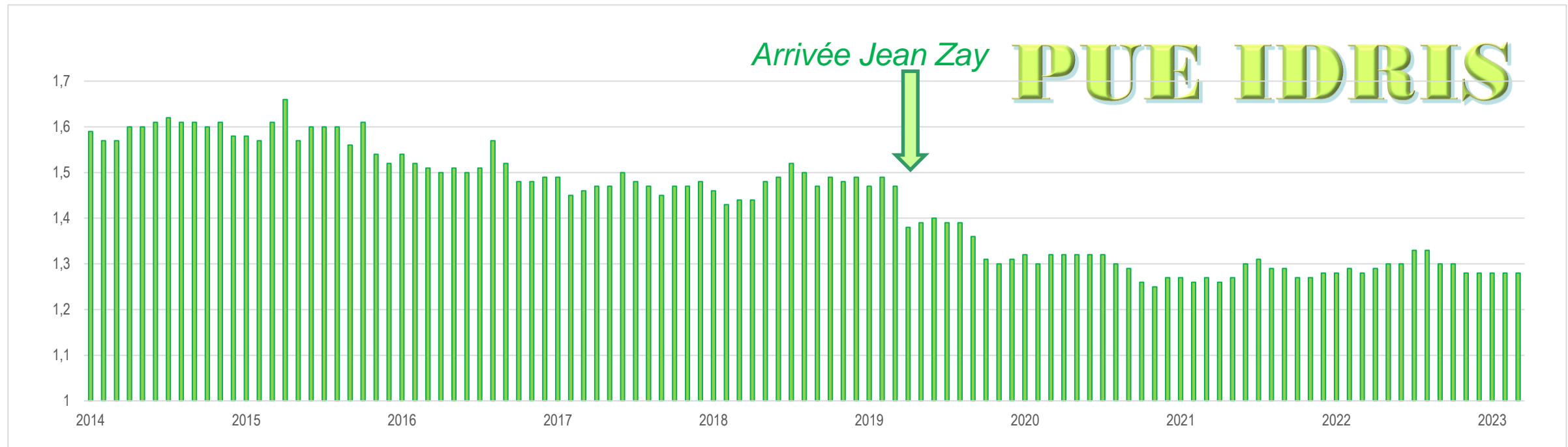
- En 12 ans :
- ✓ la performance par W a été multipliée par 33
 - ✓ la puissance crête a été multipliée par 265
 - ✓ la consommation a été multipliée par 8



Consommation électrique de Jean Zay ; cas concret

novembre 2020

Type refroidissement	kWh / mois Jean Zay	Moyenne kWh	kWh climatisation	kWh onduleurs	kWh Infra	kWh / mois infra	PUE
Eau chaude	826 722,00	1 148,00	97,00	118,00	215,00	154 800.00	1.18
Eau froide	82 999,00	115,00	50,00	11.84	61.84	44 524.80	1.53
Total	909 722,00	1 263,00	147,00	129.84	276.84	199 324.8	1.21





Consommation électrique Cœur CPU et GPU

Novembre 2020

Type de jobs	Nombre de jobs	Nombre d'heures
CPU - heures par cœur	517 543	40 865 843
GPU - heures par GPU	85 043	1 458 729



- 1 heure de calcul sur la partition CPU de Jean Zay (i.e. 1 h.cœur) consomme 11,29 Wh
- 1 heure de calcul sur la partition GPU de Jean Zay (i.e. 1 h.GPU x4) consomme 451,18 Wh
- 1 heure de calcul sur la partition GPU de Jean Zay (i.e. 1 h.GPU x8) consomme 380,08 Wh

Empreinte Carbone – données provisoires (gCO2e)

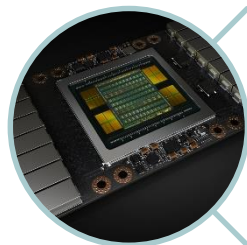
Type	Fabrication	Electricité	Autres	TOTAL gCO2e
Heure / cœur	0,71	0,68	0,02	1,41
Heure / GPU x4	14,01	22,07	0,71	41,79
Heure / GPU x8	12,13	22,8	0,60	35,54





Jean Zay

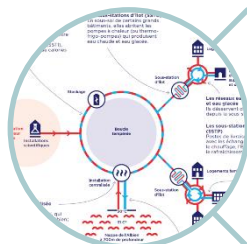
Une architecture éco-responsable parmi les plus efficaces actuellement en production



Accélérateurs GPU => technologie la plus efficace en terme de performance par watt (x4 par rapport à une architecture homogène non accélérée)



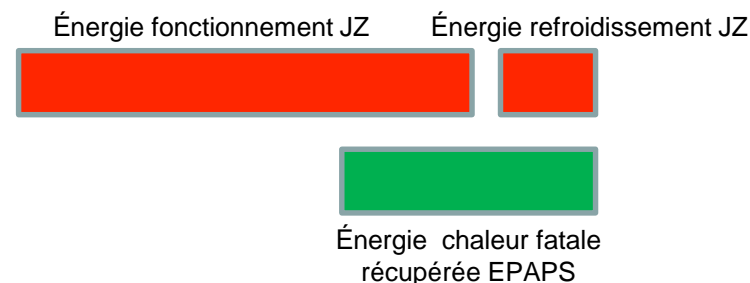
Refroidissement à eau tiède (Direct liquid Cooling –DLC- régime d'entrée à 30°C et de sortie à 36°C)



Récupération de la chaleur produite par Jean Zay pour le réseau de chaleur fatale de l'EPAPS (4000 MWh/an de chaleur de récupération, l'équivalent de la consommation en chaleur de plus de 1 000 logements neufs)

PUE du Jean Zay sans prise en compte de la récupération de chaleur :

$$PUE_{JZ} = 1,21$$



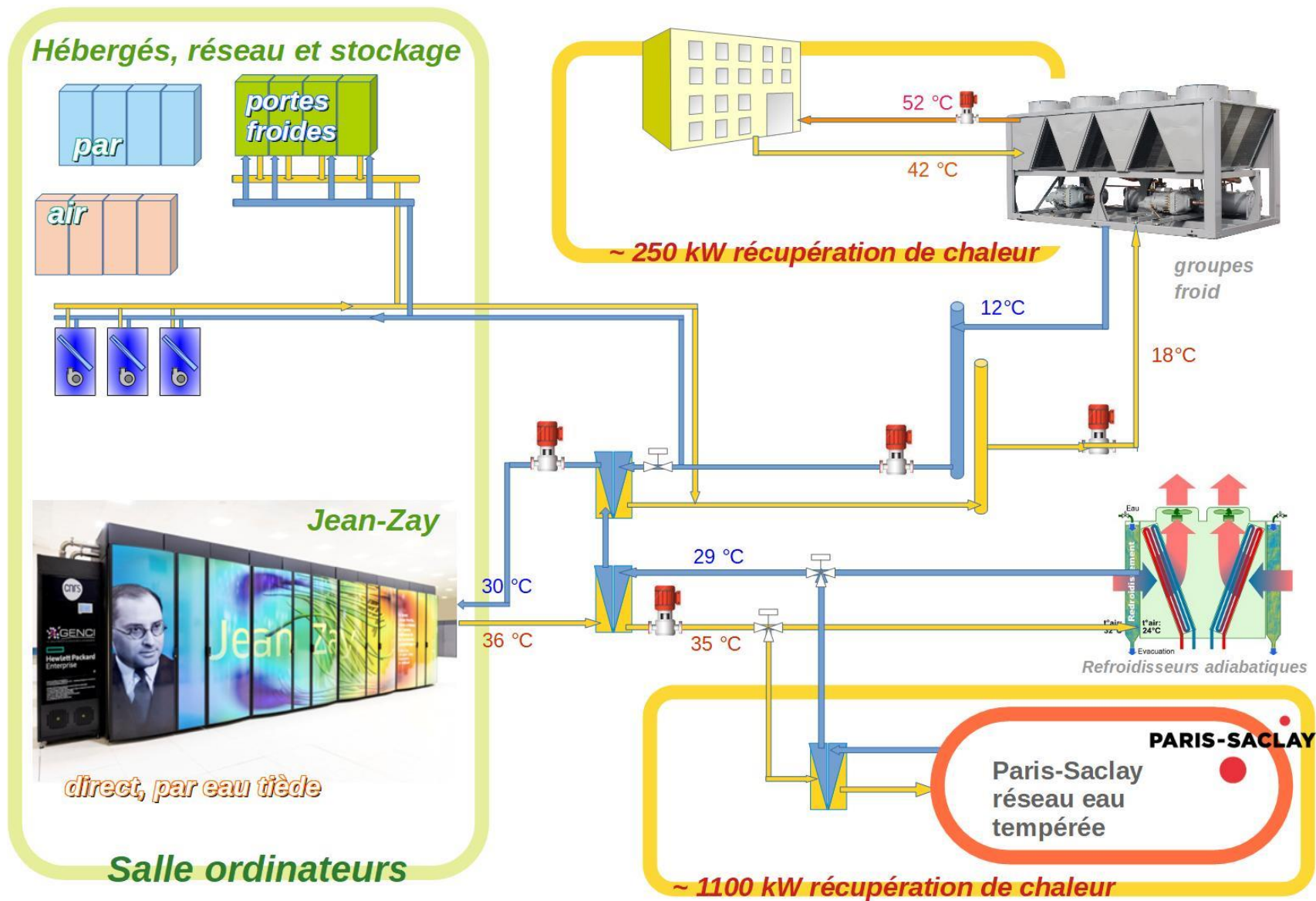
PUE théorique si on prenait en compte la récupération de chaleur :

$$PUE_{JZ} = 0,65$$

Une simulation (HPC) ou un apprentissage (IA) réalisé sur le supercalculateur Jean Zay est gage d'une empreinte carbone limitée



Schéma simple des systèmes de refroidissement

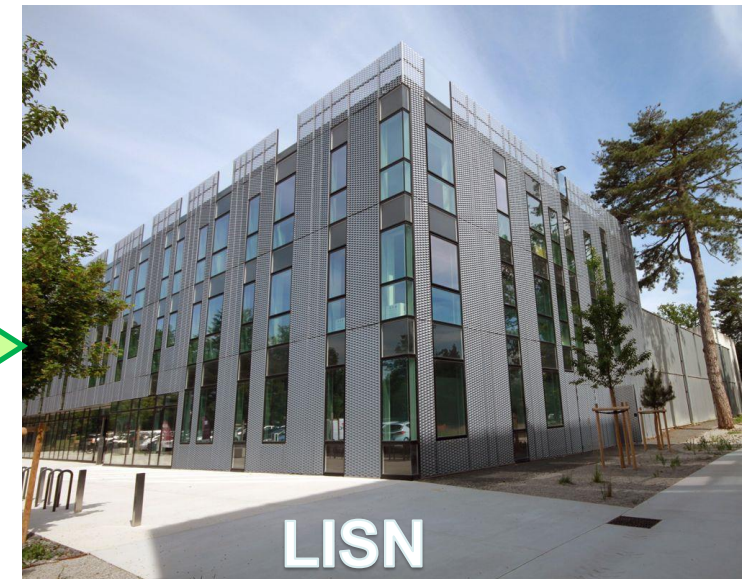
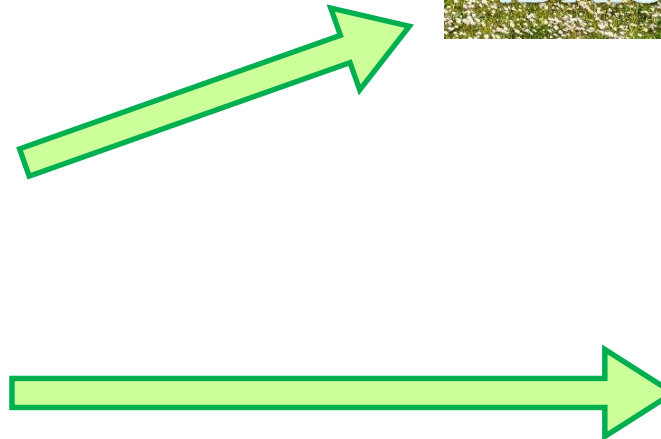




Récupération de chaleur – chauffage bâtiments

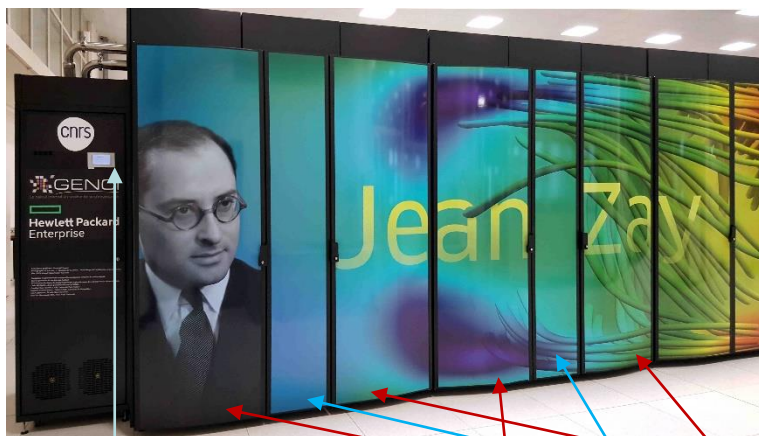
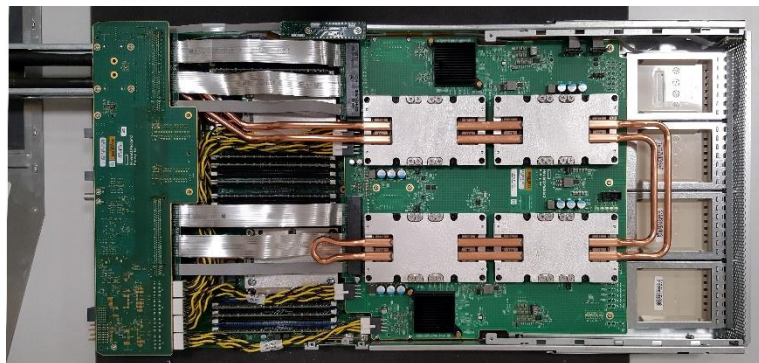
L'infrastructure de climatisation comprend 4 groupes froids (Carrier 30XA) dont 2 équipés de récupérateurs de chaleur,

- Depuis 2011, chauffage du bâtiment IDRIS,
- Depuis 2019, chauffage bâtiment 507 du LISN.





Refroidissement du supercalculateur Jean Zay



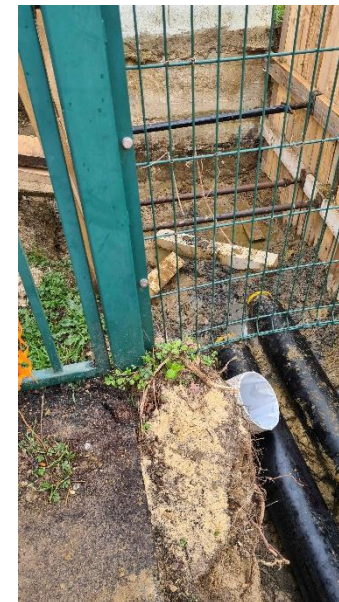
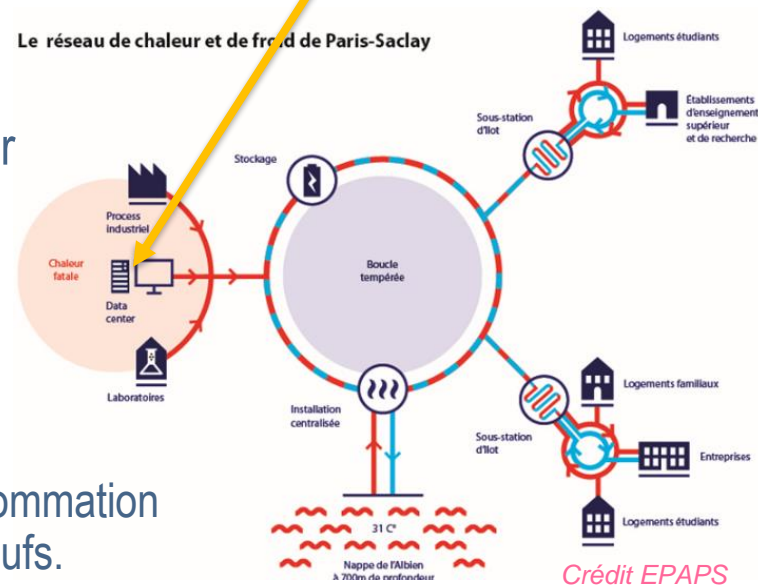
- Eau : partie calcul,
- Air : le reste, stockage réseau,
- Pour le refroidissement par eau :
 - 1 CDU pour deux cellules
 - 1 cellule = 2 racks calcul + 1 CR,
 - Entrée : ~30 °C, max 32 °C,
 - Sortie : de 35 à 41 °C.



• Récupération de chaleur fatale

- 2020 Convention CNRS – EPAPS,
- Travaux en cours,
- 4000 MWh/an, l'équivalent de la consommation de 1 000 logements neufs.

Le réseau de chaleur et de froid de Paris-Saclay



Crédit EPAPS

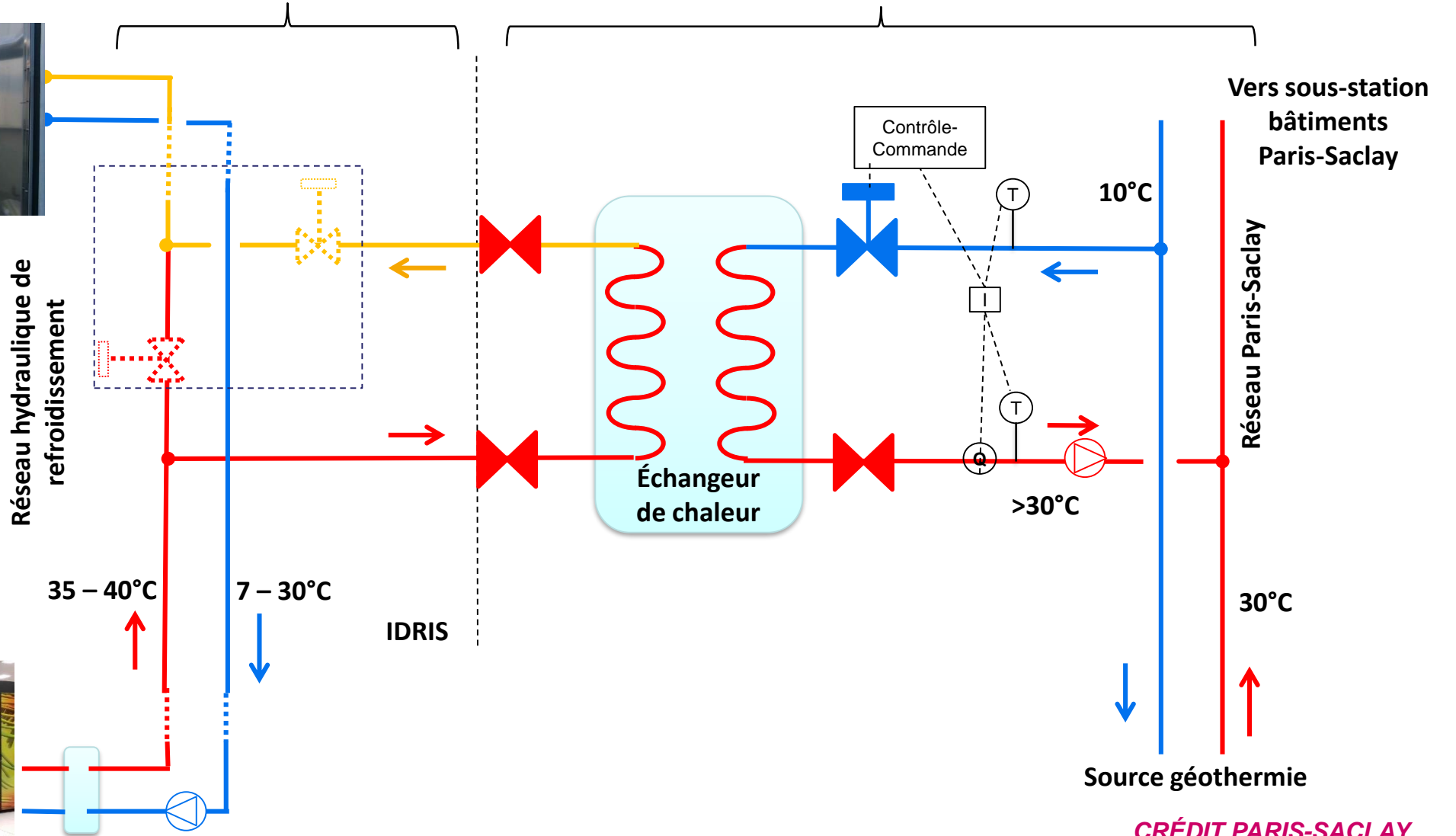
Réseau récupération chaleur fatale Jean Zay

Installations IDRIS

Installations Paris-Saclay



Refroidisseurs Adiabatiques

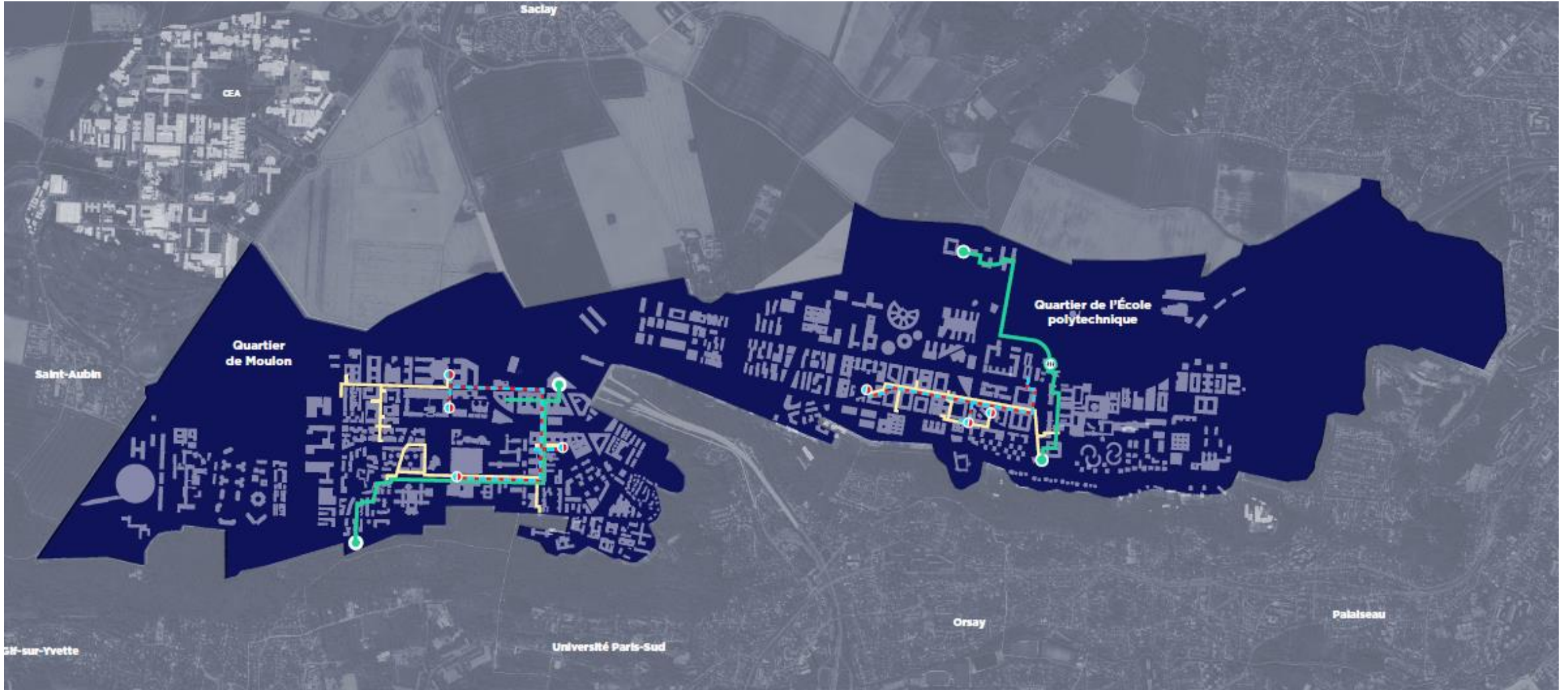


Jean Zay



CRÉDIT PARIS-SACLAY

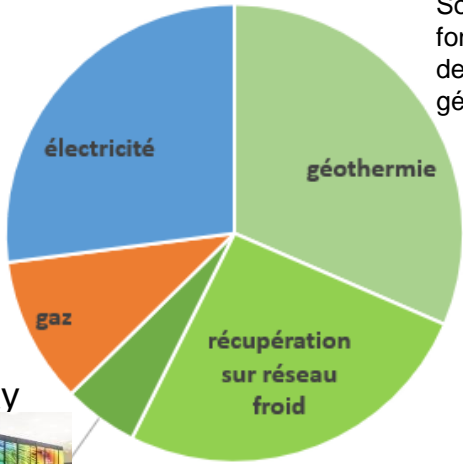
Carte du réseau de chaleur et de froid Paris-Saclay



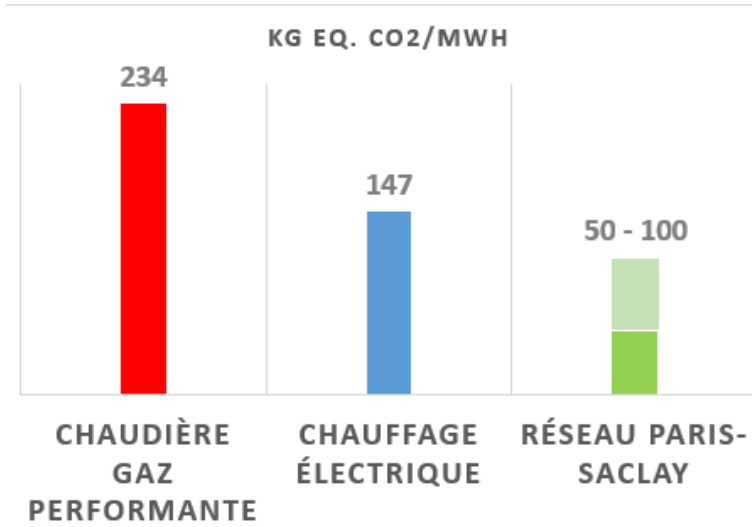
CRÉDIT PARIS-SACLAY

Mix prévisionnel 2023 ZAC Moulon

Sous réserve du fonctionnement de la géothermie



Jean Zay



Réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain



1ère boucle tempérée en France par son envergure

40 GWh
Quantité annuelle de chaleur délivrée par le réseau

10 GWh
Quantité annuelle de froid délivrée par le réseau

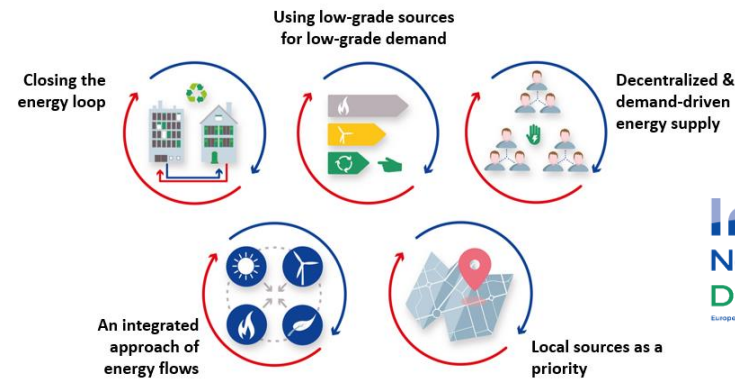


37 MW
Capacité de production de chaleur



10 MW
Capacité de production de froid

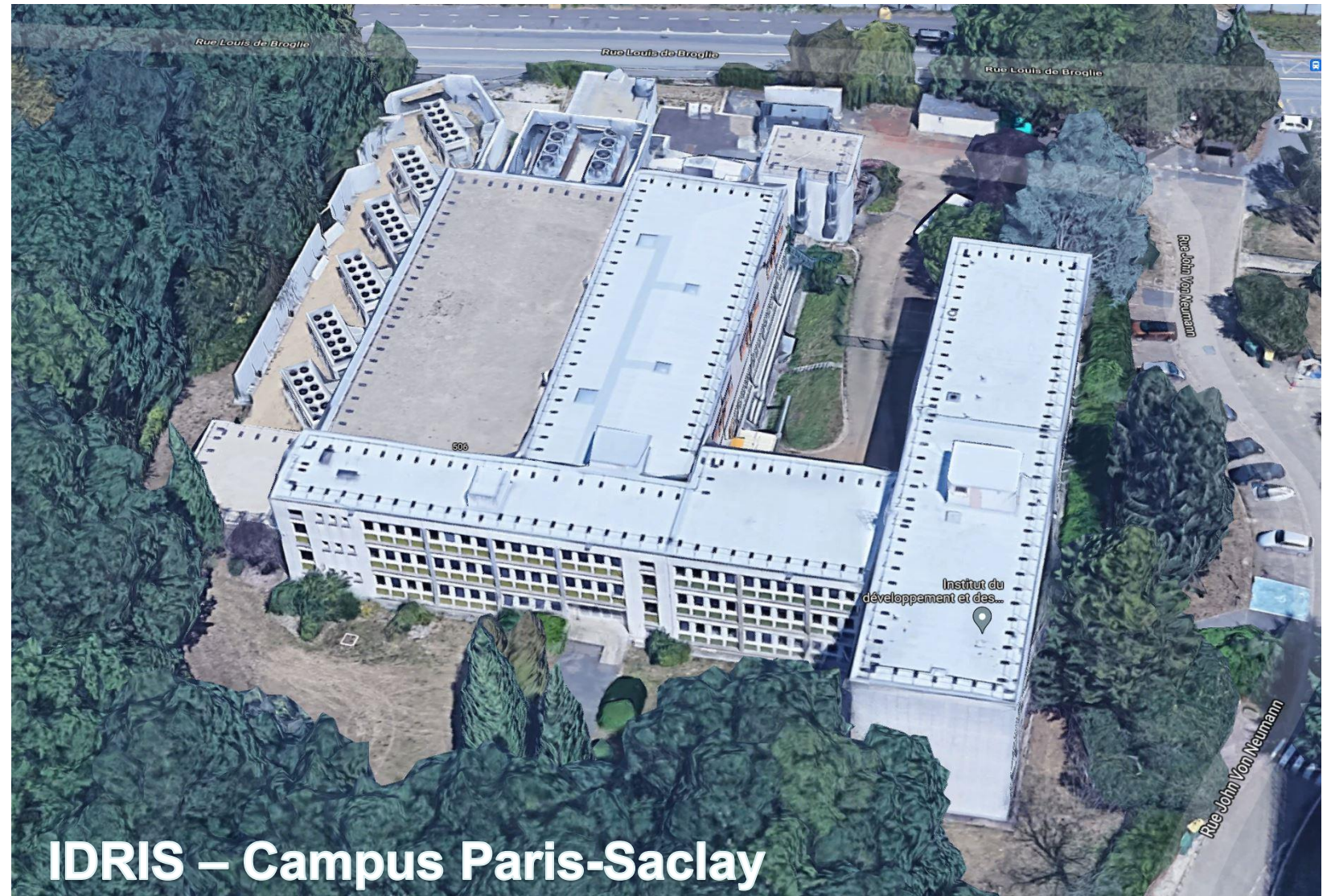
1er réseau énergétique 5G de France



CRÉDIT PARIS-SACLAY

Merci.

Questions ?



IDRIS – Campus Paris-Saclay