



Valorisation énergétique d'un local informatique par *free cooling*  
*Sustainable heat management of a server room through free cooling*

Olivier Fruchier  
Philippe Egéa



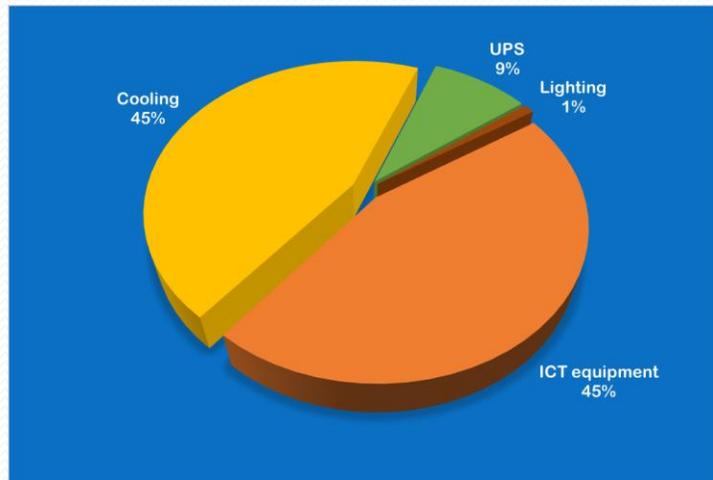
# PLAN

1. Introduction : Pourquoi le *free cooling* ?
2. « Tailles » énergétiques et mesures des performances des data centres
3. La pertinence du *free cooling* dans les data centres de petites tailles dans les laboratoires.
4. Contexte au laboratoire PROMES
5. Etude et réalisation du projet
6. Bilan et perspectives

# Intérêt du *free cooling*

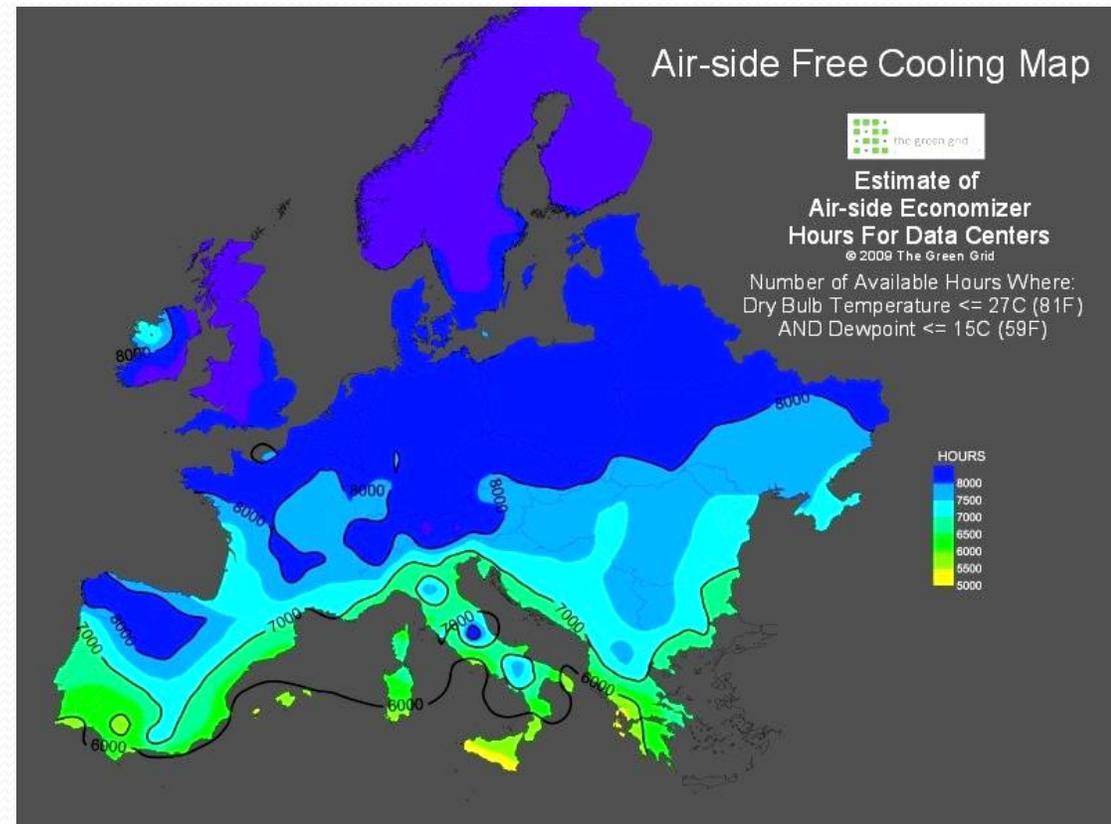
## Définition du *free cooling* :

Locution anglophone signifiant littéralement « rafraîchissement gratuit »



## Répartition des postes consommateurs d'énergie dans un Data Center

Réf. A. Barbier. L'efficacité énergétiques dans les data centres, enr'cert, nov 2016

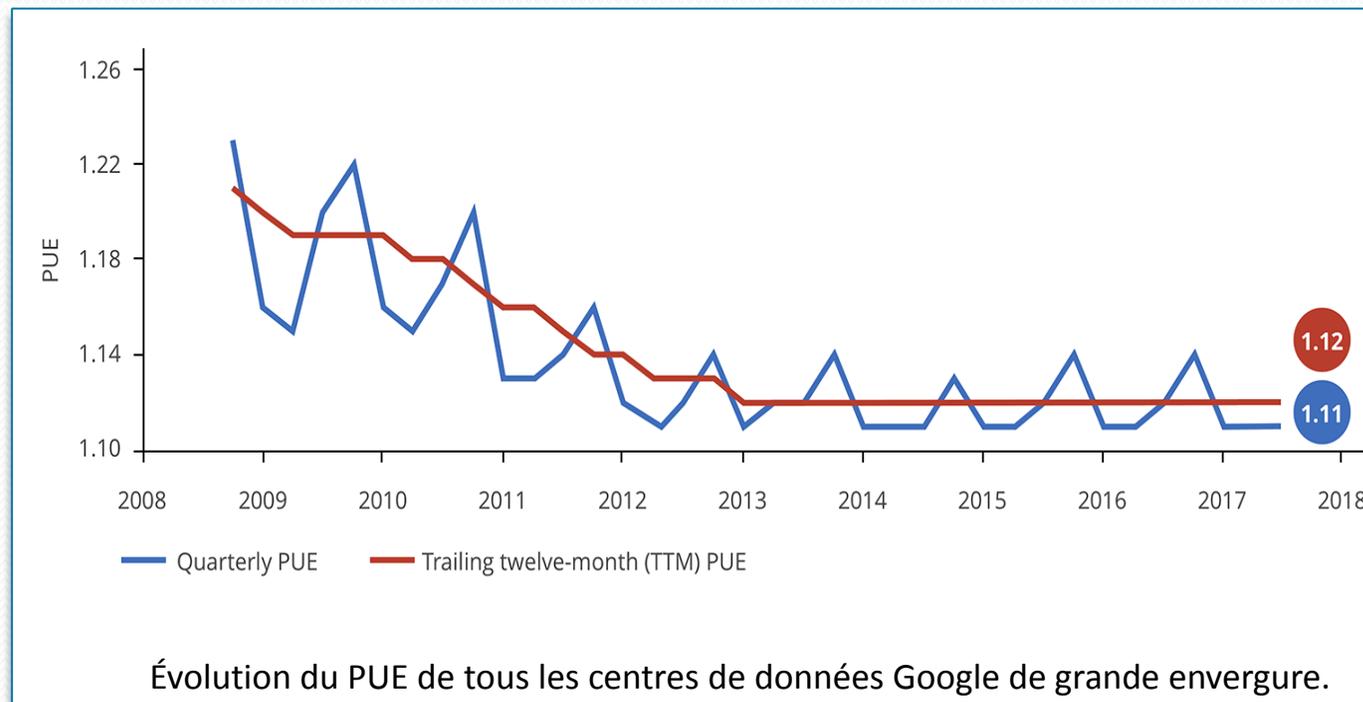
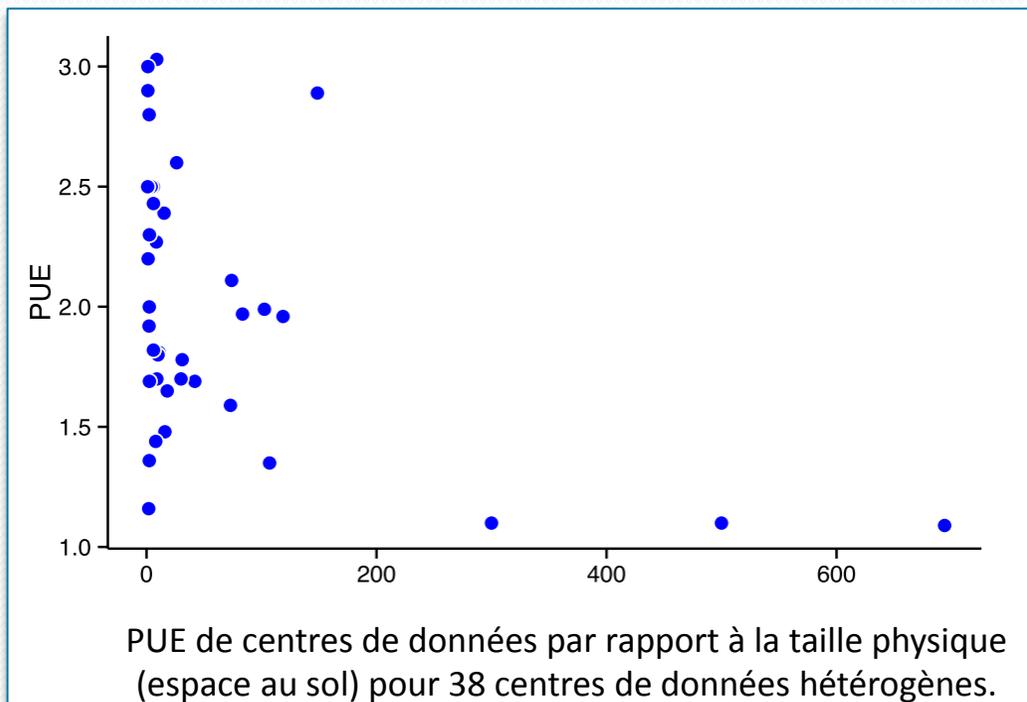


## Gisements de gain

## Le Power Usage Effectiveness (PUE)

$$PUE = \frac{\text{Energie totale consommée par le datacenter}}{\text{Energie utilisée par les équipements informatiques}}$$

- Qualifie l'efficacité énergétique d'un data centre
- Norme internationale AFNOR ISO CEI 30134-2



Données provenant des études d'étalonnage LBNL; un centre de données existant de l'EPA; un centre de données ultramoderne construit à NREL en 2010; et provenant de quatre centres de données de type WSC en 2012.

Nathaniel Horner, Inês Azevedo, Power usage effectiveness in data centers: overloaded and underachieving, In *The Electricity Journal*, Volume 29, Issue 4, 2016, Pages 61-69, ISSN 1040-6190.

<https://www.google.com/about/datacenters/efficiency/internal/>

# Classification des data centres

DC <sub>G</sub>	KPI <sub>EC</sub> range
S	$KPI_{EC} \leq 1 \text{ GWh}$
M	$1 \text{ GWh} < KPI_{EC} \leq 4 \text{ GWh}$
L	$4 \text{ GWh} < KPI_{EC} \leq 20 \text{ GWh}$
XL	$KPI_{EC} > 20 \text{ GWh}$

Classification des data centres en fonction de leur **consommation** énergétique.

DC commissioning date	since 2005 (see note)		before 2005 (see note)	
	$DC_p$		$DC_p$	
Class	$\geq$	$<$	$\geq$	$<$
A		0,70		1,00
B	0,70	1,00	1,00	1,40
C	1,00	1,30	1,40	1,70
D	1,30	1,50	1,70	1,90
E	1,50	1,70	1,90	2,10
F	1,70	1,90	2,10	2,30
G	1,90	2,10	2,30	2,50
H	2,10	2,40	2,50	2,70
I	2,40		2,70	

NOTE: Year of Kyoto Protocol entering into force.

Classification des data centres en fonction de leurs **performances** énergétiques.

# Performance énergétique du Data Centre ( $DC_p$ ) et économies d'énergies

$$DC_p = KPI_{TE} \times (1 - W_{REUSE}^* \times KPI_{REUSE}) \times (1 - W_{REN}^* \times KPI_{REN})$$



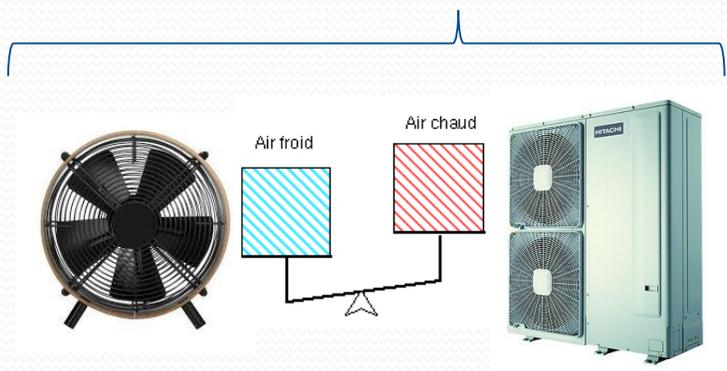
**PUE**



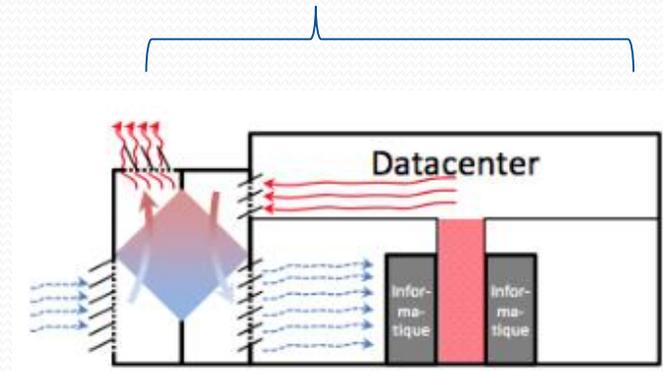
**Energie réutilisée**



**Utilisation d'énergie renouvelable**



Free cooling, compartimentation, meilleur COP ...



Récupération de chaleur pour le bâtiment, par exemple.



Utilisation de PV ou autre EnR.

## 3 voies pour réaliser des économies d'énergies

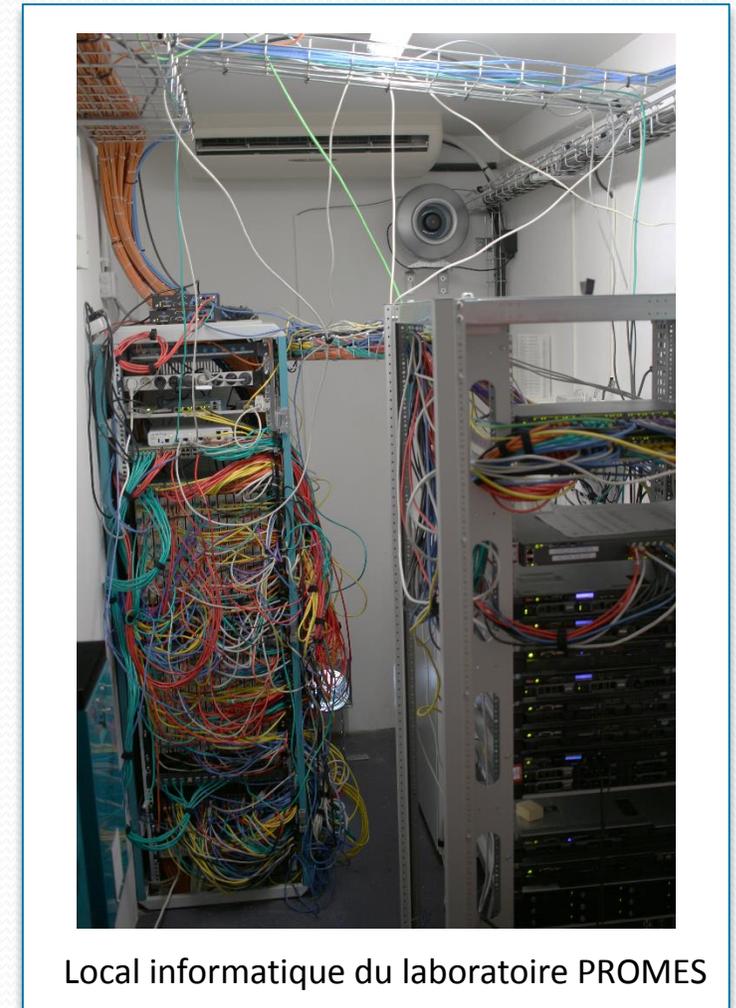
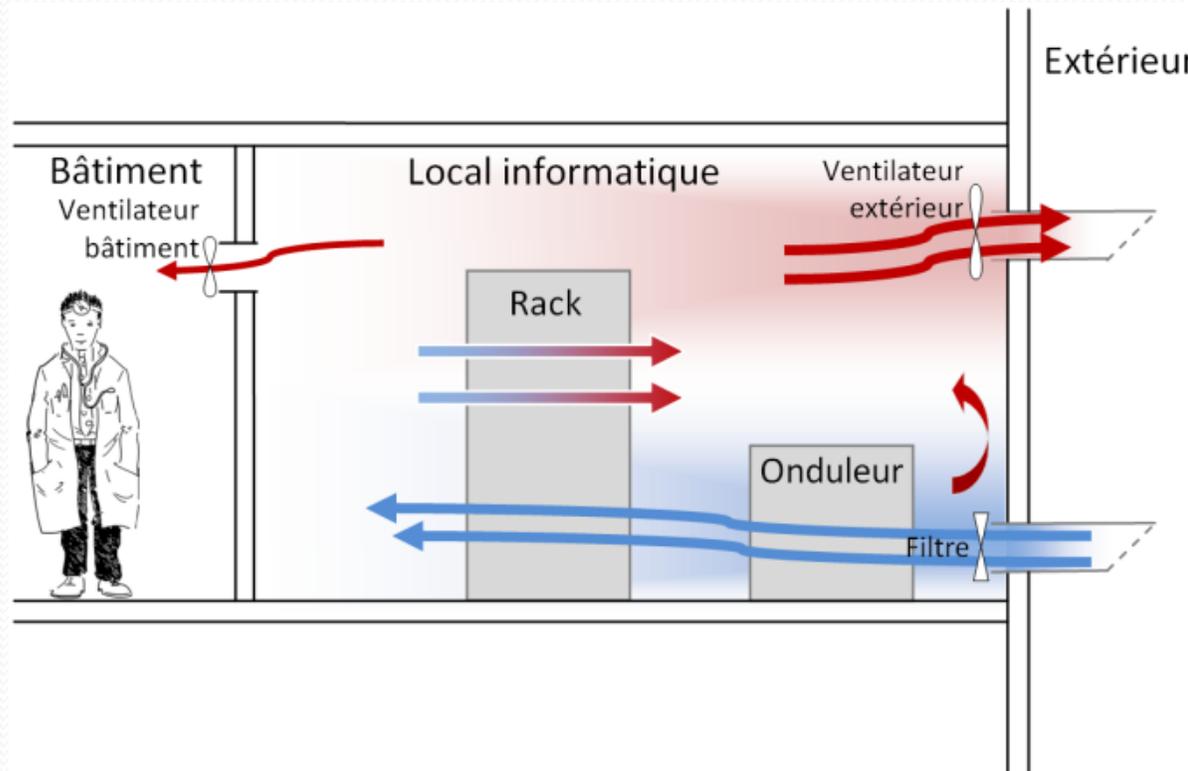
\*  $W_{REUSE}$  et  $W_{REN} \approx 0,5$  par défaut ; facteurs correctifs, dépend de la taille du Data Centre

# La pertinence du free cooling dans les data centres des laboratoires

- A priori, beaucoup de data centres de petites tailles dans les laboratoires
- En attendant la télégestion des data centres XL.
- Adaptés à des locaux de recherche à rafraichir.
- Commodité de gestion pour des serveurs orientés purement recherche nécessitant de très haut débit.

# Le contexte au laboratoire PROMES

- Surface : 10 m<sup>2</sup>
- 10 serveurs DELL type poweredge R410, 1 onduleur de sécurité 30kVA, 6 switches 48 ports, 6 onduleurs photovoltaïques.
- 4 kW de chaleur à évacuer.



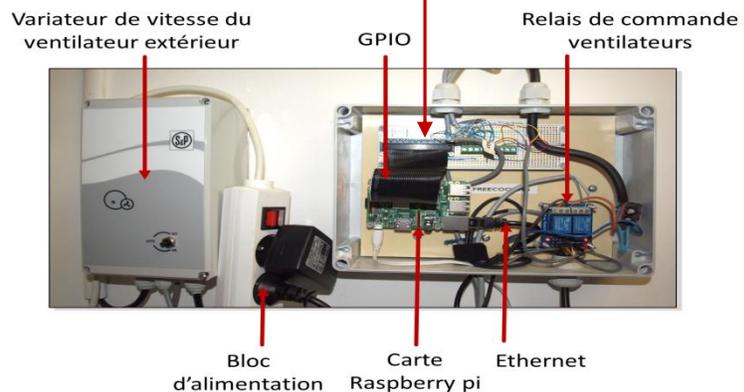
1 climatiseur qui fonctionne en permanence  
 + 1 climatiseur de secours remplacés par du *free cooling*

## Programme python dans Raspberry pi

```

#-----Valeurs Initiales -----
TMAXSECURITE = 28
Dt = 3 # activation du ventilateur exterieur si la
différence de température interieur exterieur est > Dt
DtIntBat = -3 # activation du ventilateur interieur si la
différence de température interieur couloir est > Dt Par
defaut 2 degre d ecart
TlimitMin = 23 # Temperature limite Interieur Min
TlimitExt = 27
TminExt = 20 # Si l'air exterieur est chaud on ne rejette
pas dans le couloir
TmaxBat = 26 # On ne rechauffe pas un batiment deja
chaud
Hmin = 40 # Definition Plage Humidite
Hmax = 70
compteur = 1 #compteur timerventilo
timerventilo = 30 # 15 minutes
consigne = 24 #consigne face avant en degre
vitesse = 500
flipflop=""
LISTEINT = interieur( ) # Relevee de la 1er temperature
oldTINT = LISTEINT[0]
  
```

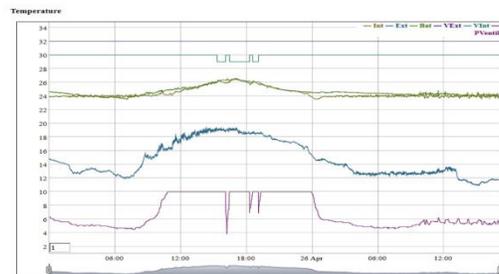
### Électronique embarquée



### Base de données



### Interface WEB



## Contrôle et commande

- Pilotage des ventilateurs (extérieur et bâtiment)
- Enregistrement des températures (extérieur, intérieur et bâtiment)
- Liaison Ethernet
- Alerte e-mail

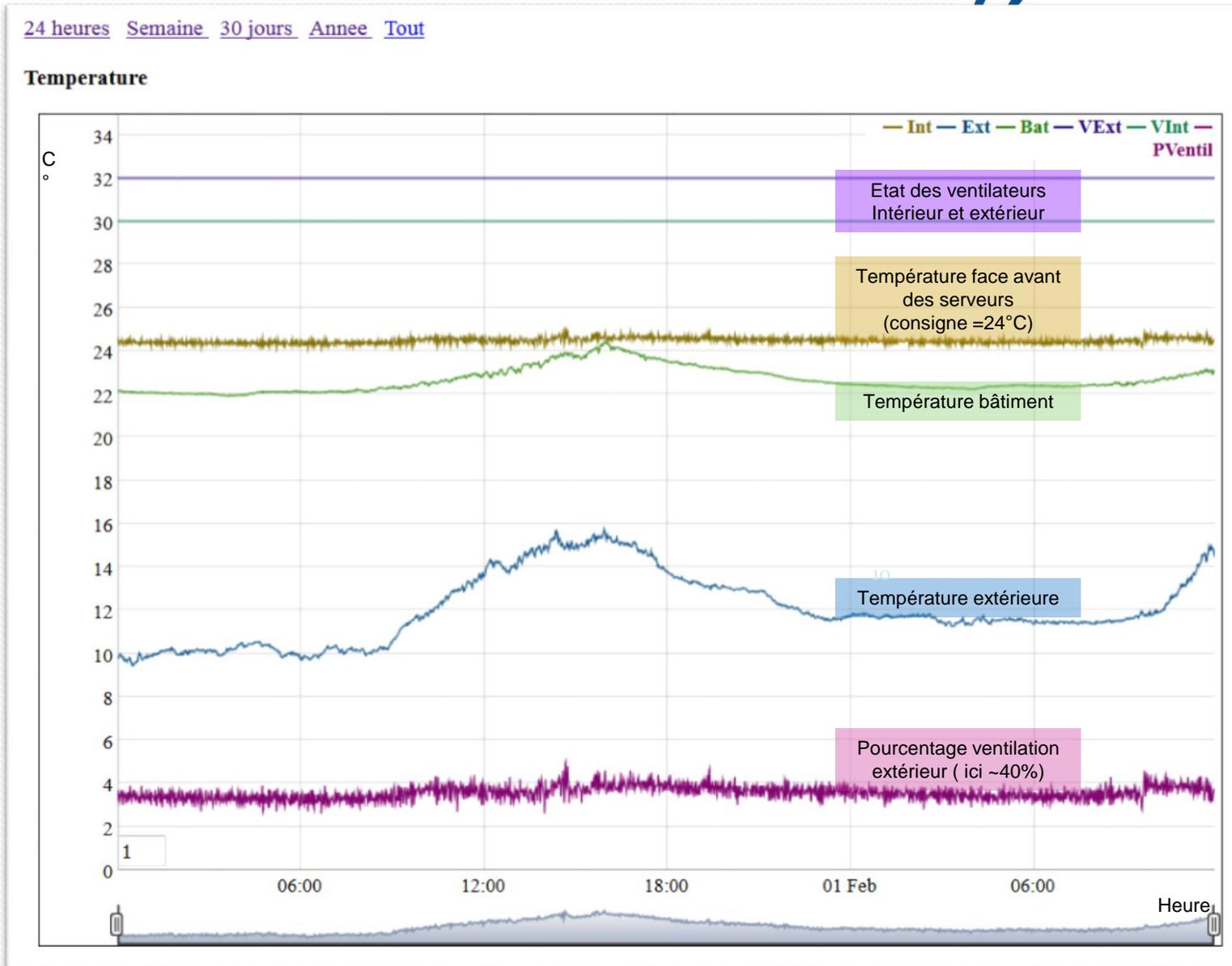
## Base de données

## Affichage WEB

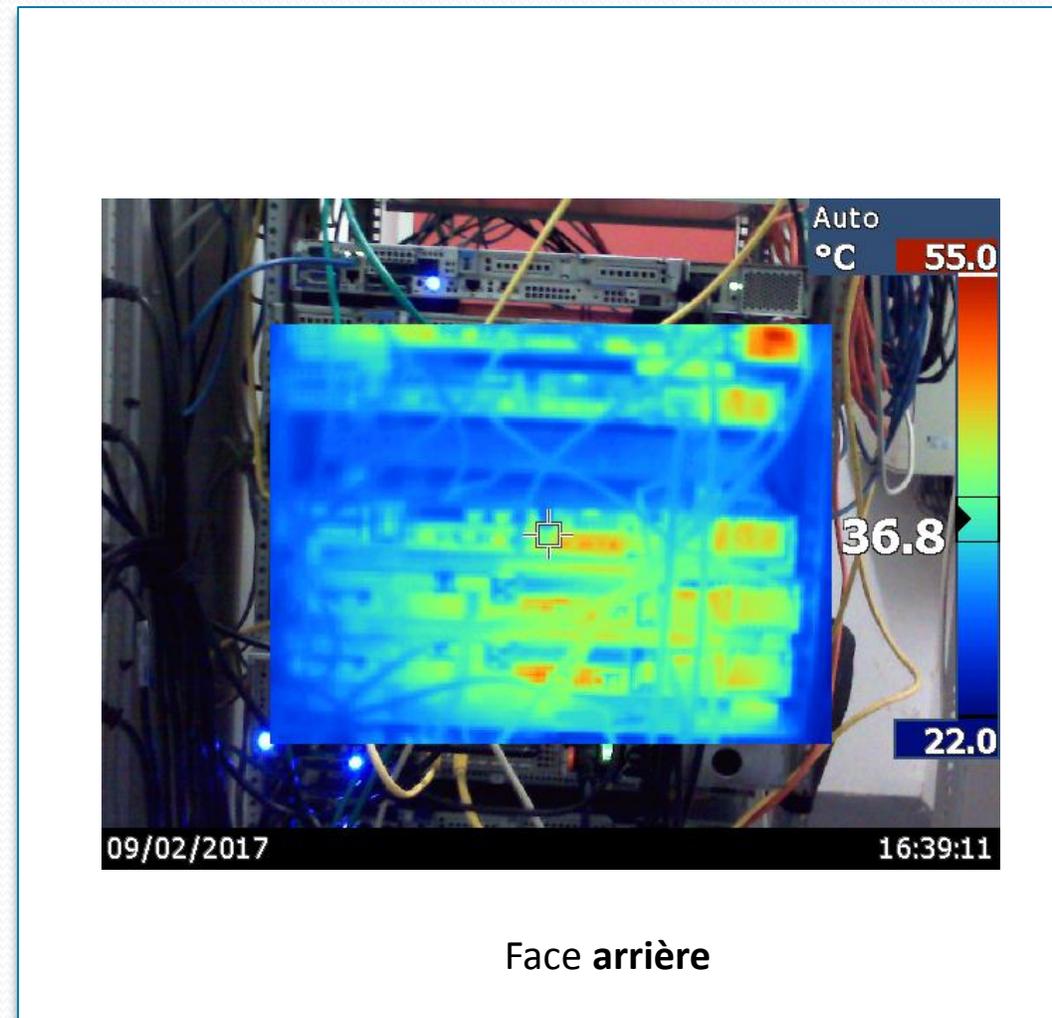
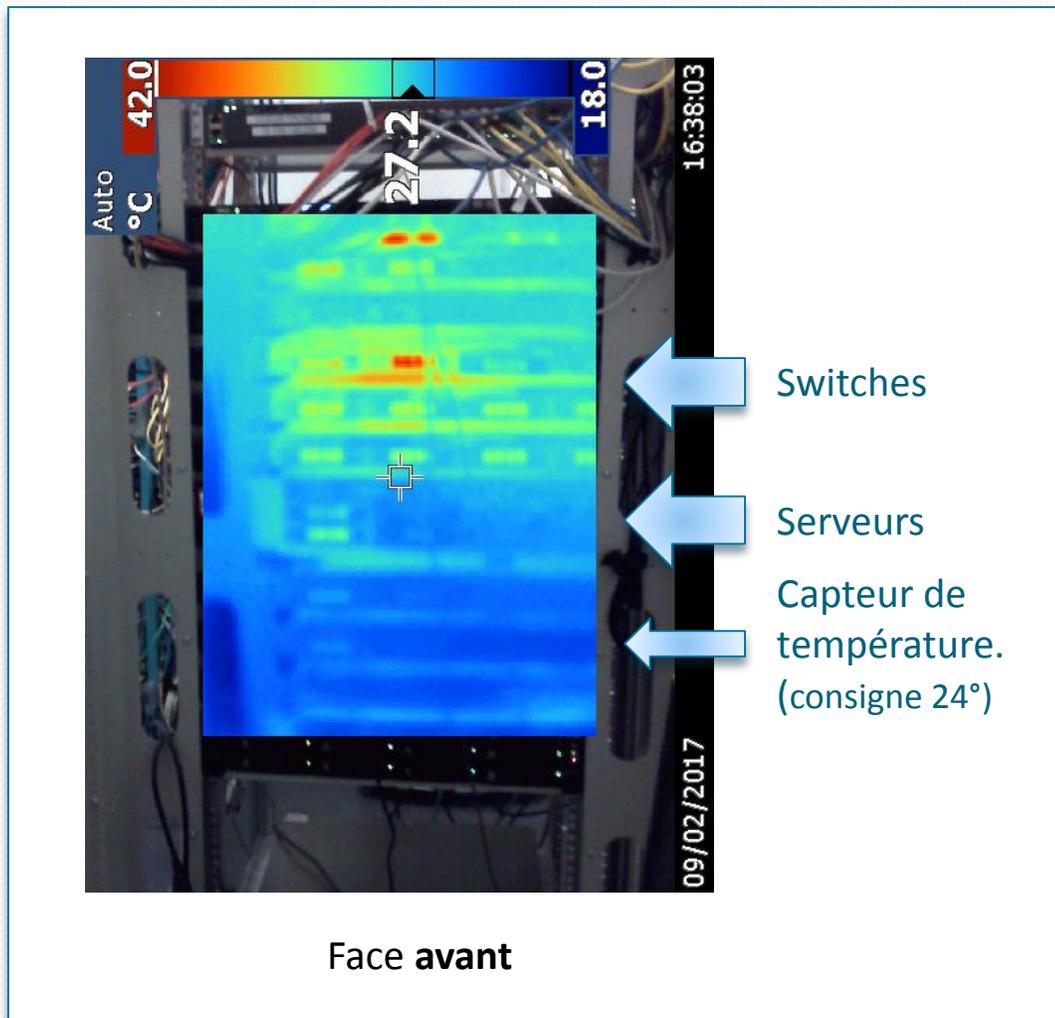
## Valeurs affichés :

- Températures
  - Interne
  - Externe
  - Bâtiment
- État de fonctionnement des ventilateurs
  - Vers extérieur
  - Vers intérieur
- Pressions (intérieur et extérieur)
- Humidités (intérieur et extérieur)
- Production de chaleur récupérée dans le bâtiment

<https://jarvis.univ-perp.fr/freecooling/coolV3.php>

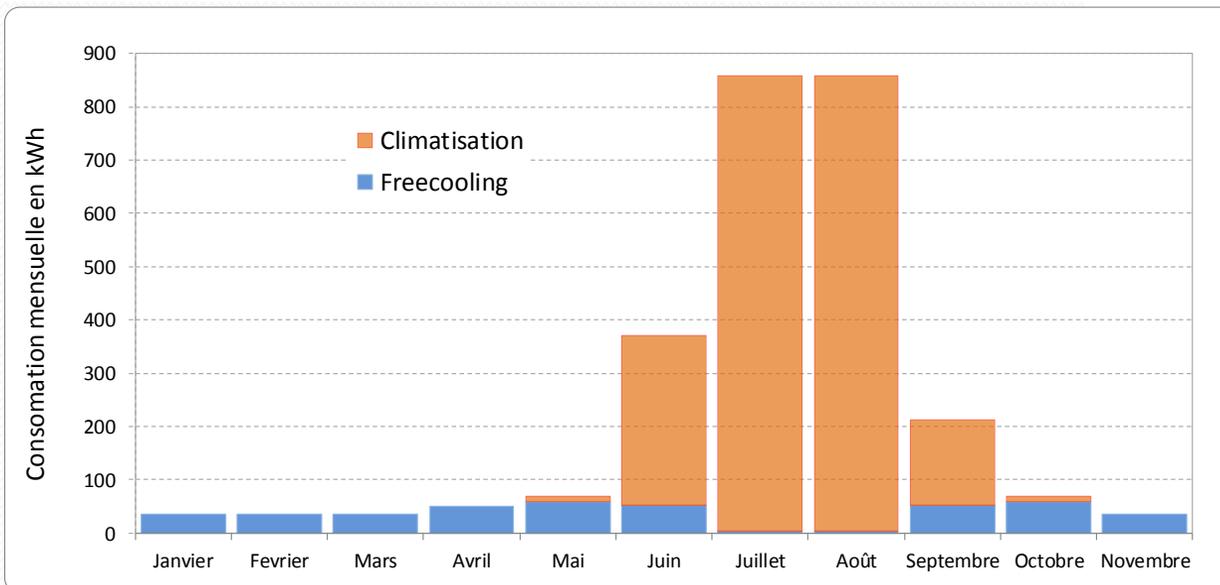


## Images infrarouges de l'armoire des serveurs et des switches (avec *free cooling*)

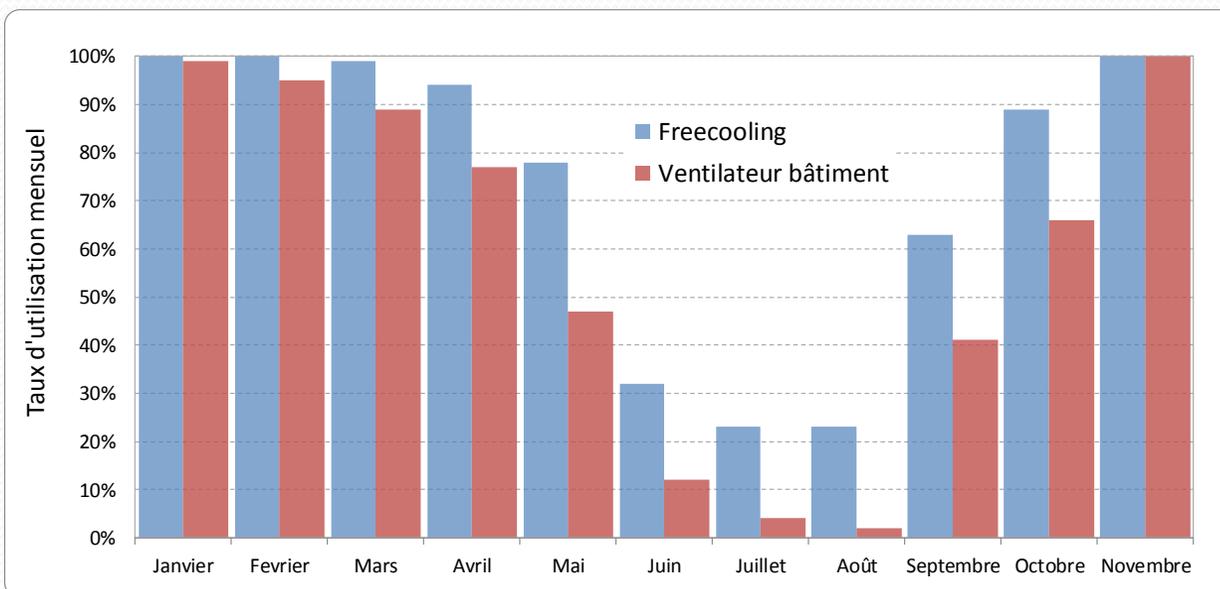


# Consommation et taux d'utilisation du système en 2017

Bilan de la consommation énergétique du *free cooling* et de la climatisation.



Taux d'utilisation du *free cooling* et de la récupération d'énergie dans le bâtiment.



- Passage du PUE de 1,6 à 1,2 et de la classe E à B.
- Économies d'énergie conséquentes estimées à un facteur 5 sur l'année.
- Rafraichir une pièce réseau où les flux d'air ne sont pas totalement maîtrisés.
- Système permettant d'éviter la climatisation au moins les  $\frac{3}{4}$  de l'année et ce sur toute la France métropolitaine.
- Étendre le *free cooling* vers d'autres salles machines de nos laboratoires de recherche et pour les data centres de type *small*.
- Amélioration de la commande du ventilateur par un système d'inférence floue.

DC commissioning date	since 2005 (see note)	
	$DC_p$	
Class	$\geq$	$<$
A		0,70
B	0,70	1,00
C	1,00	1,30
D	1,30	1,50
E	1,50	1,70
F	1,70	1,90
G	1,90	2,10
H	2,10	2,40
I	2,40	

# Free Cooling ?