

# Le potentiel d'économie d'énergie dans les datacentres



*vers une infrastructure d'hébergement mutualisée éco-responsable à l'Université Joseph Fourier (Grenoble 1)*



## U.S.A.

2006 : 61 milliards de kWh (1,5%)

2008 : 73 milliards de kWh (2%)

2011 : 100 milliards de kWh (2,5%)

*Rapport de l'EPA<sup>1</sup>*

## U.E.

2007 : 56 milliards de kWh

2011 : 77 milliards de kWh

*Rapport de la Commission*

L'activité qui a le taux de croissance le plus élevé

Génère plus de 2% des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'activité humaine. Autant que l'ensemble de la flotte aérienne.

*Gartner Group*

Si cette croissance n'est pas pondérée, elle empêchera l'U.E. d'atteindre son obligation de réduire de 20% ses émissions globales de CO<sub>2</sub> avant 2020<sup>2</sup>.

1 : Agence américaine de Protection de l'Environnement

2 : Traité international de Kyoto visant à réduire les émissions des gaz à effet de serre (GES)

# Il était une fois...

## L'Université Joseph Fourier (Grenoble 1)





**Université des sciences, des technologies et de la santé**

**15 départements de formation**

**plus de 50 laboratoires** (*350 brevets actifs*)

**31 startups créées en 15 ans**

(Biologie, Sciences de la Terre et de l'Univers, Ingénierie et Technologie, Géographie et Sciences du Territoire, Mathématiques et informatiques, Médecine et Pharmacie, Physique et Chimie, Sciences des activités physiques et sportives)

**15.400 étudiants**

**3.000 personnels**

**12 sites**

**130 bâtiments**

**380.000m<sup>2</sup>**



**2007**

Un laboratoire demande à l'Université d'héberger des ressources informatiques représentant une puissance de 10 KW.

Cette demande d'hébergement étant la première du genre, une question se pose :

**Comment font les autres laboratoires ?**



44 locaux climatisés

Une capacité d'hébergement maximale de **590 kW IT**

Un P.U.E.<sup>1</sup> de **2,34 à 2,81** (*1 kWh IT hébergé consomme 2,34 à 2,81 kWh*)

Une consommation énergétique **> 12 094 MWh/an**

Un coût de fonctionnement (*énergie*)

**> 722.000 € TTC/an** (*1/3 de la facture d'électricité de l'université<sup>2</sup>*)

1 : [Power Usage Effectiveness](#) : Indicateur d'efficacité énergétique défini par le consortium [Green Grid](#).  
(total de l'énergie utilisée pour le fonctionnement du datacentre / total de l'énergie consommée par les serveurs)

2 : Facture de l'université en 2010 : 2.012.076 € (en moyenne 0,05€ le kWh en 2010)



- Pas ou peu de mutualisation.
- Pas ou peu de suivi pour la majorité des salles.
- Peu de sécurisation et de fiabilité.
- Des choix de conception et de configuration empêchent d'atteindre la capacité nominale de refroidissement.
  - Équipements inadaptés au refroidissement d'équipements informatiques
  - Flux d'air inefficaces (mélange du froid et du chaud)
- Ces choix entraînent également des surcoûts de fonctionnement.



- Augmentation des besoins : en moyenne +30% (*tous les 2 ans*)
  - Problème de capacité d'hébergement
  - Problème de continuité de service
  - Augmentation de la charge au sol liée à la densification (1T/m<sup>2</sup>)
- Augmentation du coût de l'énergie :
  - Loi NOME<sup>1</sup> : +25% (5 ans)
  - Déréglementation du marché de l'énergie au 01/01/2015
  - Augmentation des coûts de fonctionnement
- Problème réglementaire sur les HCFC utilisés<sup>2</sup> : 01/01/2015
  - *Gaz R22 utilisé dans les modules de climatisation.*
- Diminution des moyens (RGPP)

1 : Loi n°2010-1488 du 7 décembre 2010 - Nouvelle Organisation du Marché de l'Électricité (NOME)

2 : Règlement européen [n°2037/2000](#) – Interdiction des Hydrochlorofluorocarbures (HCFC)

3 : Révision Générale des Politiques Publiques





Les estimations des besoins font apparaître une demande de stockage de données de plus de 5 PétaOctets au sein de l'université et des laboratoires d'ici 4 ans.

Est-il raisonnable d'envisager de gérer de telles capacités sans se préoccuper auparavant des contraintes d'hébergement ?

**Gérer, c'est prévoir.**

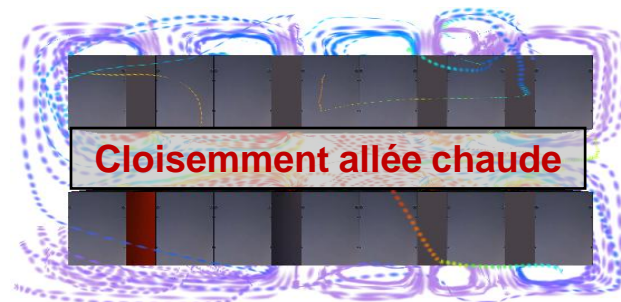
# Nécessité de réviser nos pratiques et organisations





# Des solutions techniques simples pour améliorer l'efficacité des datacentres

- Augmentation des températures de fonctionnement
  - Traditionnellement les seuils se situaient entre 18° et 22°C
  - Plage de fonctionnement des équipements plus large : 27°C (ASHRAE<sup>1</sup> 2008 / 2011)
- Optimisation des flux d'air
  - Séparation des flux d'air chaud et des flux d'air froid
    - Confinement en allée chaude ou/et allée froide
- Utilisation des ressources naturelles (eau, air, ...)
  - Free-Cooling direct ou indirect (*Free-Chilling*)
- Infrastructure modulaire et adaptative (*climatisation/onduleur*)
  - Eviter le surdimensionnement
  - s'adapter aux besoins (à la hausse comme à la baisse)



1 : American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers : organisme américain à but non lucratif reconnu dans le secteur du refroidissement industriel pour être une source d'information impartiale



# Des pistes de réflexion sur l'aspect énergétique

- Les coûts facturés de l'électricité viennent après la construction d'une salle machine et ne sont pris en compte lors de décisions ou de pratiques d'exploitation.
- Les outils de modélisation des coûts électriques des salles machines ne sont pas utilisés lors de la conception d'une salle machine.
- Les coûts de l'électricité ne relèvent pas de la responsabilité de l'exploitant de la salle machine.
- La facture d'électricité de la salle machine est englobée dans une facture globale et n'est pas disponible séparément.

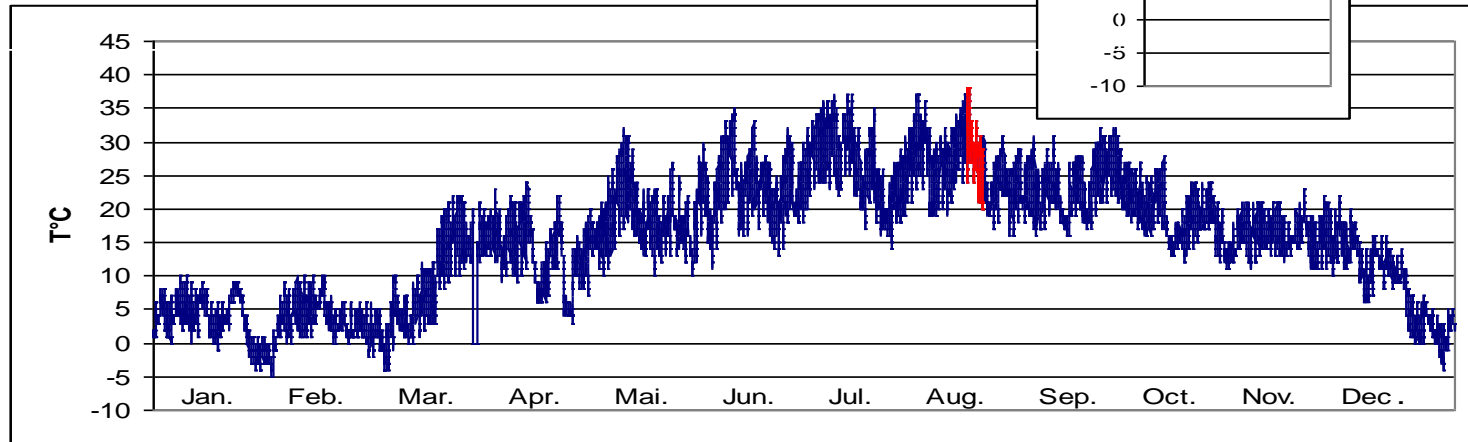
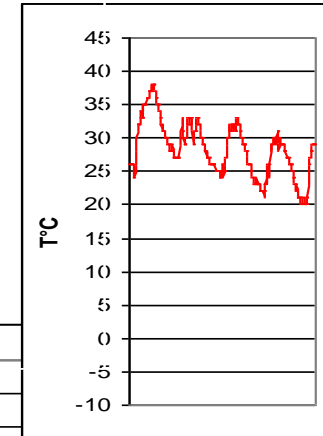
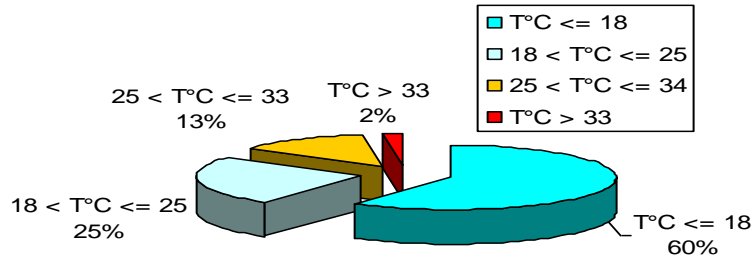
## Nécessité de prendre en compte la consommation énergétique dans les critères de conception

Des décisions simples et pas ou peu onéreuses prises au moment de la conception d'une salle machine peuvent entraîner des économies significatives.

# Quelques démonstrateurs au sein de l'Université



# Contexte météorologique à Grenoble



En 2008, pour subvenir au besoin de climatisation de sa salle informatique le LPSC a mis en place un système original de refroidissement ayant les caractéristiques suivantes:

- Free-cooling à air direct

**85 % du temps quand la température est  $\leq 25^{\circ}\text{C}$**

L'air extérieur est utilisé pour refroidir les serveurs

Il est ensuite rejeté à l'extérieur

- Free-cooling eau/air

**15% du temps quand la température est  $> 25^{\circ}\text{C}$**

L'air extérieur est préalablement refroidi par un simple échangeur eau-air avant d'alimenter les serveurs

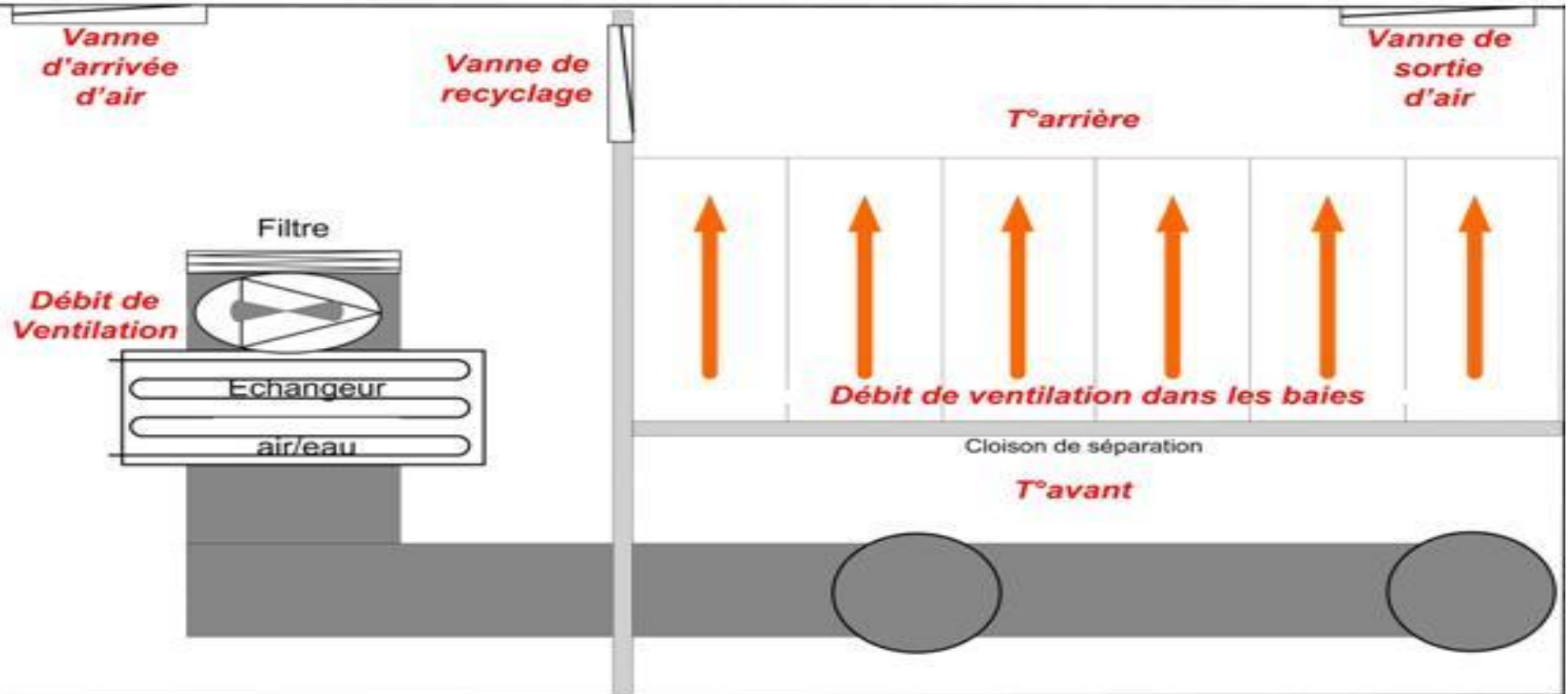
Pour des raisons historiques le laboratoire dispose d'eau industrielle à  $16^{\circ}$  (eau pompée dans la nappe phréatique). Elle est utilisée comme source froide dans un simple échangeur eau-air.

# Projet EcoClim du LPSC

*Confinement en allée froide et free-cooling direct*

2/2

*T°extérieur*





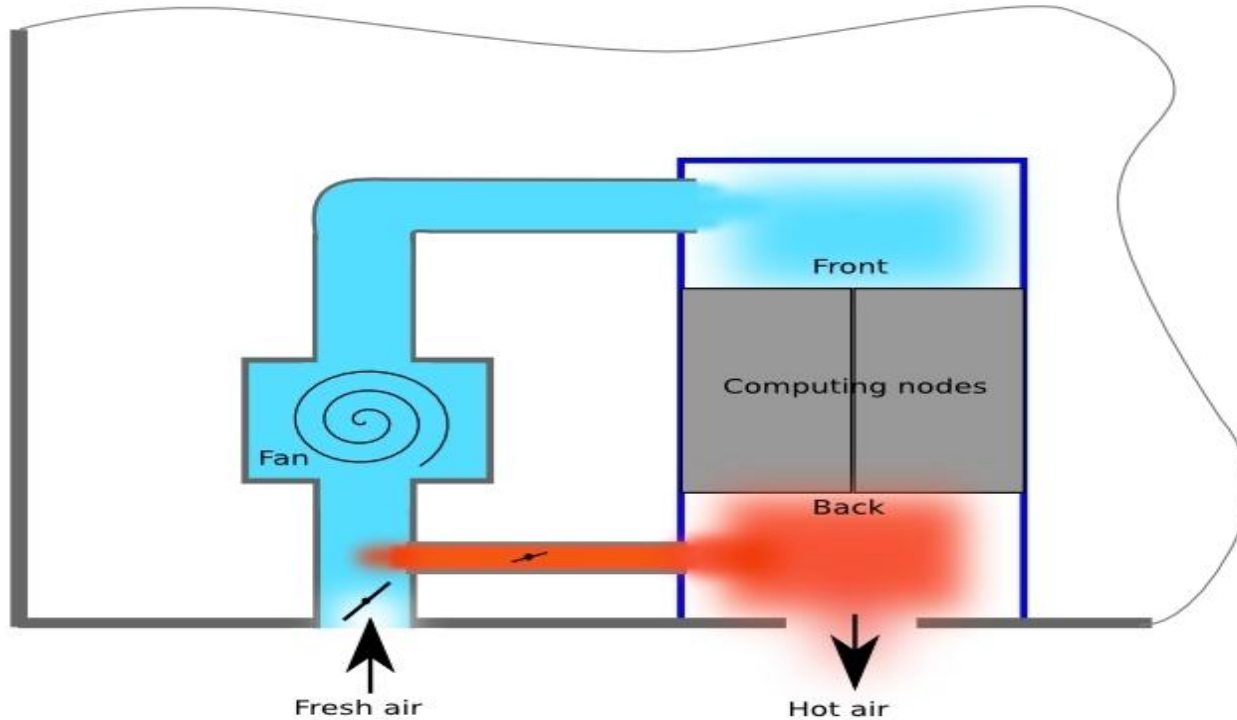
Le projet GoFree utilise la technique du free-cooling à air direct mis en place dans le cadre du projet EcoClim du LPSC.

Ce projet repose sur le postulat que l'épuisement des ressources est une contrainte qui peut être prise en compte.

- Dans le contexte d'une ressource de calcul répartie sur plusieurs sites, la non disponibilité d'une des ressources peut être gérée par un gestionnaire de batchs/jobs<sup>1</sup>.
- D'où l'idée de ne faire fonctionner la ferme GoFree que lorsque le refroidissement par free-cooling utilisant l'air extérieur sans le refroidir est possible.
- Ainsi, si la température extérieure est trop élevée les jobs seront relancés par le gestionnaire de batchs/jobs<sup>1</sup> sur d'autres serveurs ou plus tard sur la ferme GoFree.

1 : Utilisation du gestionnaire de ressource OAR développé par le LIG et CIMENT

<http://www.projet-plume.org/fr/fiche/oar>



# Cermo (60 kW) / Chimie (55 kW) / Biologie (48 kW)

## Cermo 60 kW IT

- 5 baies avec confinement en allée chaude
- 3 unités (N+1) de climatisation insérées entre les baies
- Réseau d'eau glacée intermédiaire (15/20)
- 1 groupe froid de 62 kW et un aéro-refroidisseur de 70 kW
- Onduleur de 40 kVA et groupe électrogène de 110 kVA

## Chimie 55 kW IT

- 5 baies avec confinement en allée chaude
- 3 unités (N+1) de climatisation insérées entre les baies
- Réseau d'eau glacée intermédiaire (15/20)
- 1 groupe froid de 55kW intégrant un aéro-refroidisseur
- Onduleur de 60 kVA (2012)

## Biologie 48 kW IT

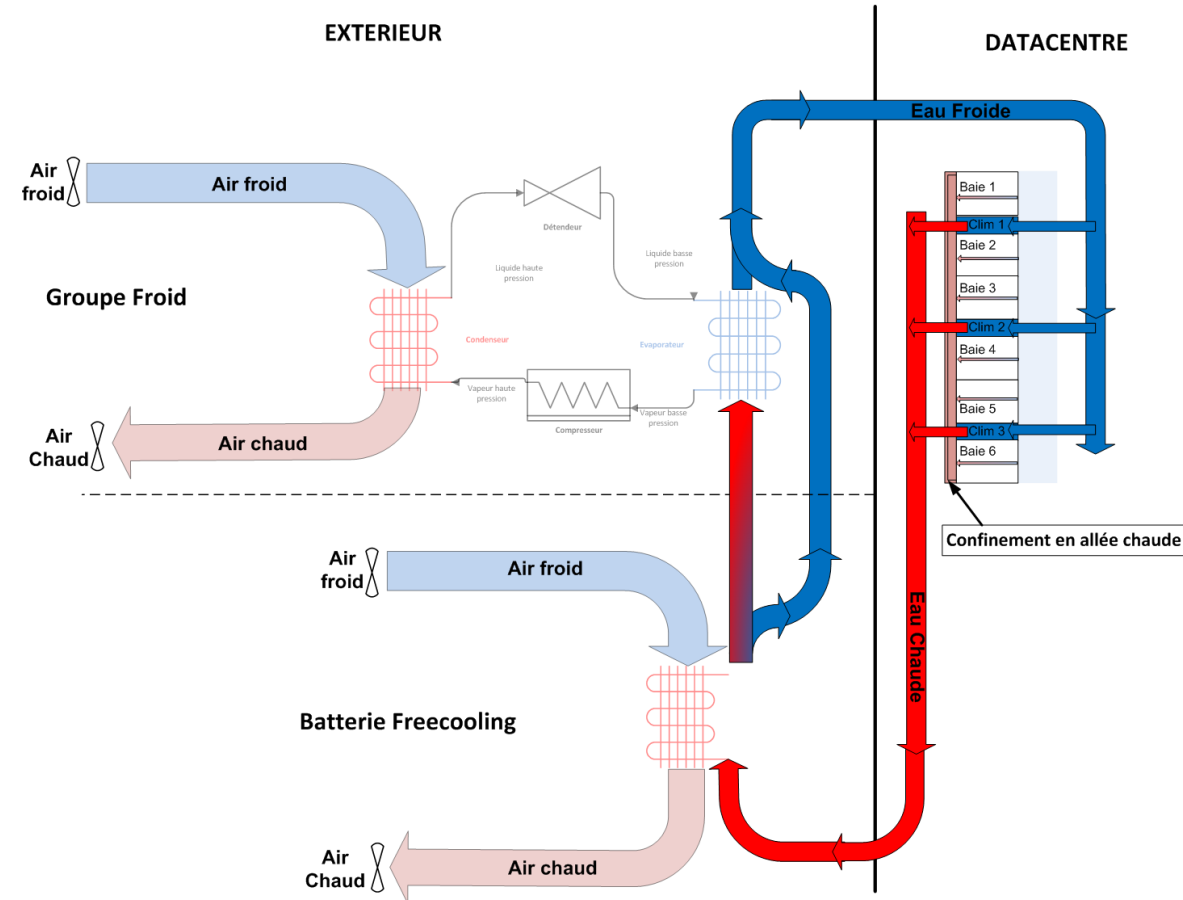
- 8 baies avec confinement en allée chaude
- 3 unités (N+1) de climatisation insérées entre les baies
- Réseau d'eau glacée intermédiaire (15/20)
- 2 groupes froid de 70kW intégrant un aéro-refroidisseur
- Onduleur de 60 kVA et groupe électrogène de 130 kVA

**PUE annuel**  
**2011**  
(25,9 / 18,6)  
**1,39**



# Biologie A / CERMO / Chimie

## Synoptique de la production de froid



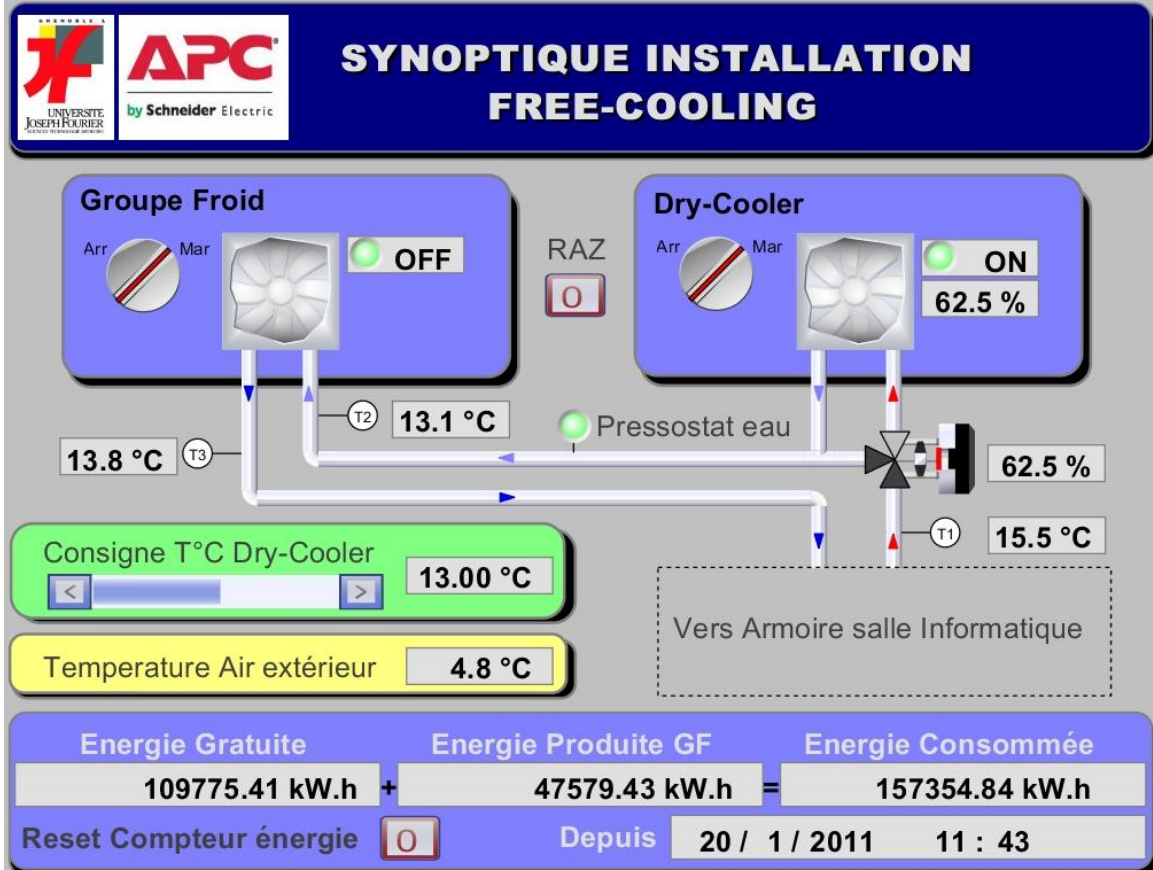
Lorsque la température de l'air extérieur le permet, celui-ci est utilisé par l'aéro-refroidisseur pour refroidir le réseau d'eau glacée.



Lorsque l'air extérieur ne suffit pas, un compresseur prend le relais.

# Solution Industrialisée (Cermo)

## Retour après 1 an de fonctionnement



Du 20/01/2011 au  
29/01/2012

157354 kWh frigorifiques  
générés dont **69%**  
par l'aéro-refroidisseur

# CIMENT : un modèle d'organisation

Plus de 10 années de mutualisation de moyens humains et techniques au sein du mésocentre CIMENT pour un service de Calcul proposé aux chercheurs.

- Des ingénieurs répartis dans les laboratoires (proximité des chercheurs et des usages) .
- Deux ingénieurs dédiés.
- Un comité de pilotage associant des scientifiques et des ingénieurs
- Des chartes pour les utilisateurs, les laboratoires.
- Des moyens matériels, logiciels, financiers (en partie agrégés).

# Une infrastructure d'hébergement mutualisée éco-responsable est possible !

- Par la capitalisation des compétences et expériences de l'Université (*Ciment, LPSC, Biologie A, Cermo, GoFree, EcoInfo...*)
- Par les évolutions technologiques (gain énergétique et administration à distance).
- Par la volonté de plusieurs laboratoires de fédérer les moyens dans une dynamique de changement d'échelle et d'organisation.



# Un projet d'établissement (*mai 2011*)

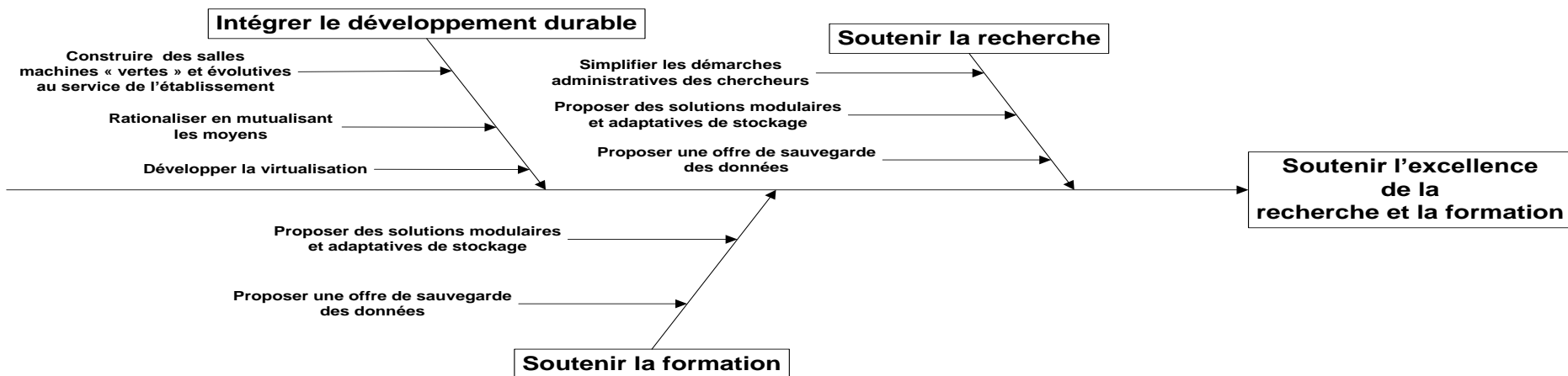
- Mise en place d'une infrastructure d'hébergement mutualisée éco-responsable couvrant tous les besoins de l'établissement et s'adaptant avec agilité aux différents niveaux de service requis.
  - un engagement fort et visible de l'établissement pour la recherche et la formation
  - une réponse aux besoins d'hébergement
  - une démarche patrimoniale (rationalisation des surfaces)
  - une démarche de développement durable (Plan Vert)
- Rédaction d'un document décrivant les projets, leurs organisations, les objectifs à atteindre, les étapes intermédiaires et les moyens nécessaires.
- Axes inscrits dans le quinquennal de l'Université sous la forme d'indicateurs.
- Adhésion de l'UJF en tant que participant au « European Code of Conduct for Data Centres » (*1ere Université de France /3e d'Europe*)





# Soutenir l'excellence

## Diagramme d'Ishikawa (cause et effet)



# Des acteurs indispensables



- La Présidence de l'Université
- Chargé de mission du Système d'Information
- Chargé de mission Développement Durable
- Les laboratoires, les composantes
- Communautés des utilisateurs (Chercheurs, Enseignants, Administratifs)
- Les partenaires (autres établissements, CNRS, INSERM,...)
- Les services supports : informatique, patrimoine, financier, ...
- Les collectivités
- Des externes (Industriels, ADEME, UE,...)



# Quelques mots clés sur l'infrastructure

- **Mutualisée :**  
Héberge tous types de besoins et mutualise les moyens des différents acteurs.
- **Modulaire et réactive :**  
S'adapte aux besoins à la hausse comme à la baisse.
- **Fiable et adaptative :**  
Prend en compte des différents niveaux de services (*messagerie 24/24, accès aux données, calcul scientifique, etc.*).
- **Économe et responsable :**  
Prend en compte des impacts environnementaux dans le cadre d'une démarche de développement durable (*Plan Vert*) en tirant parti des spécificités locales.
- **Rationnelle :**  
Optimise les surfaces, les locaux, les moyens humains et techniques.



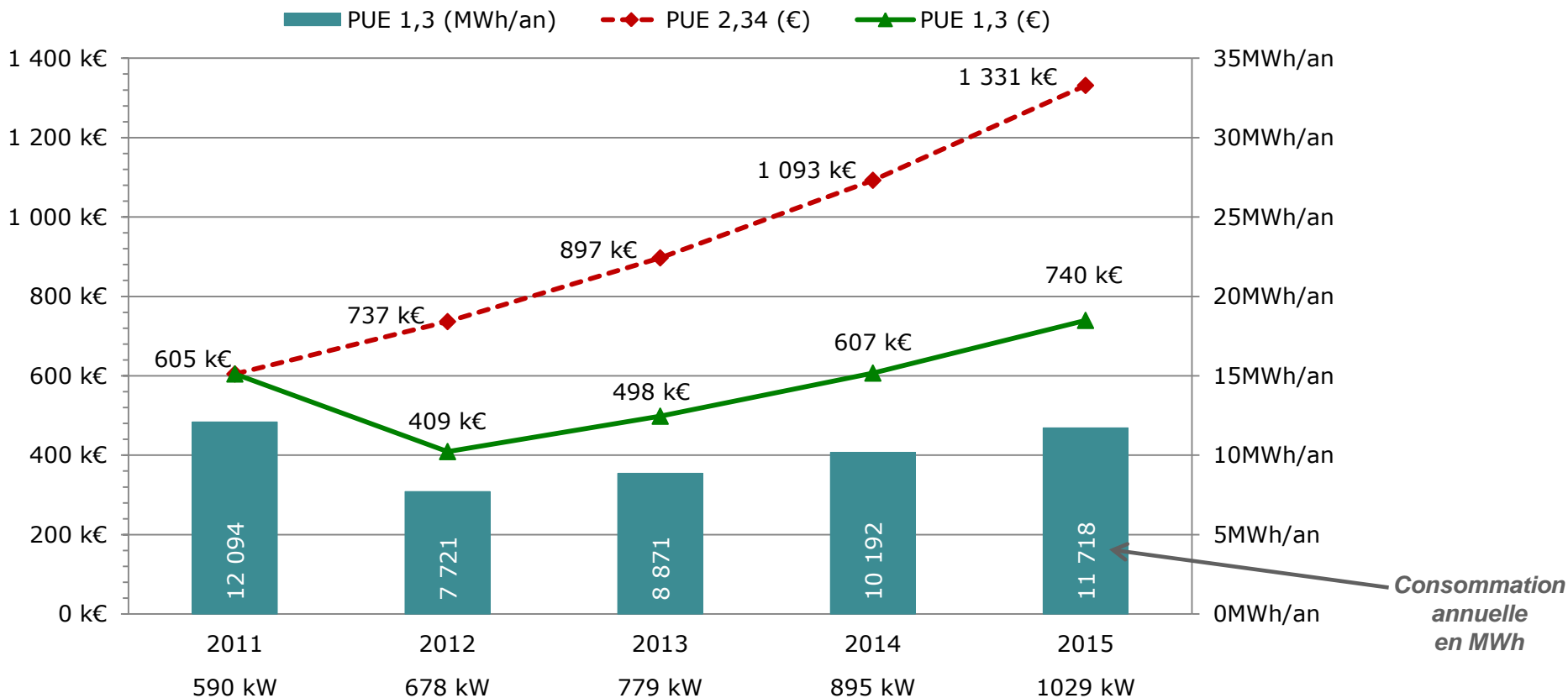
Une infrastructure mutualisée et redondante reposant sur 4 centres d'hébergement :

- PILSI (*Campus*): 260 kW IT (2015)
- Maison Climat Planète (*Campus*): 260 kW IT (2015)
- SIMSU (*Campus*) : 250 kW IT
- LPSC (*Polygone Scientifique*) : 200 à 400 kW IT (2013 ?)

**Cible : 1000 kW IT en 2015 et un PUE inférieur à 1,4**

La redondance devra être construite de façon agile à l'aide de la mutualisation des salles et des moyens de façon à ne pas impacter négativement le PUE.

# Simulation des coûts de fonctionnement



Economies possibles sur 4 ans > 1,4 M€



# Quelques freins à prendre en compte

- Aspects humains :
  - Réduction des ressources humaines (*RGPP<sup>1</sup>*).
  - Coordination de la mutualisation d'ETP de tutelles différentes.
  - Crainte des laboratoires/services de perdre des postes d'ASR.
- Aspects financiers :
  - Les coûts de l'énergie ne sont pas pris en charge par les exploitants/usagers.
  - Visibilité et coordination des financements venant de multiples sources (*tutelles différentes, ANR, Equipex, Labex, etc...*).
- Aspects services :
  - Craintes liées à l'éloignements des équipements (*perte de la proximité*).
  - Craintes que la mutualisation entraîne une moins bonne adaptation des infrastructures aux usages (*dégradation du service, ...*).