Collecte de données et indicateurs

Bernard Boutherin

Optimiser l'efficacité énergétique du datacentre

- Optimiser par rapport à quoi ?
  - Un référentiel de bonnes pratiques CoC
  - Un ou des indicateurs de l'efficience énergétique
    - KPI : Key Performance Indicator
- Optimiser comment ?
  - Collecter des données et mettre en place des indicateurs
  - Mesurer les écarts par rapport au référentiel de bonnes pratiques
  - Mettre en place un processus d'amélioration continue de l'efficacité du processus.

Collecte de données énergétiques

- Constituer le référentiel => rassembler des informations pour mieux connaitre son DC et les bonnes pratiques
- Mettre en place des indicateurs (métrologie)

- Identifier des économies possibles de fonctionnement
- Proposer des actions pour plus d'éco-responsabilité

- Mettre en place un processus d'amélioration continue de l'efficacité énergétique du DC

Démarche qualité

- L'analyse de l'existant est le point de départ d'un processus d'amélioration continue.
- Elle fournit un état de départ de l'existant qui permet d'identifier des points faibles (suivant les référentiels de bonnes pratiques) et de définir des plans d'action : PLAN
- A partir de cette analyse une série d'action pourra être mis en place dans le but d'améliorer les points faibles ou les dysfonctionnements constatés : DO
- Les indicateurs permettront de mesurer les effets de l'action poursuivie : CHECK
- En fonction de ces mesures on pourra affiner le correctif et traiter des éventuels effets rebonds : ACT

Exemple de processus d'amélioration continue de l'efficacité énergétique

- Définition d'un objectif d'amélioration
  => ex. amélioration des rendements du système de refroidissement
- Identifier les indicateurs de performance par rapport à cet objectif
  => ex. PUE
- Mettre en place un (premier) plan d'action
  => ex. cloisonnement / augmentation de la température moyenne / diminution de la ventilation des CRAC
- Identifier les indicateurs de performance par rapport à ce plan
  => ex. températures, débit de ventilation, consommation des CRAC
- Suivi des effets du plan d'action sur les indicateurs
  => ex. vérification de la diminution effective des consommations des CRAC.
  => ex. vérification qu'il n'y a pas d'effet rebond : surconsommation des serveurs
  => ex. impact sur le PUE
- Boucle vers une autre action
  => ex. augmentation de la température d'eau glacée

Collecte de données, brainstorming

- 1ere phase : identifier quelles données collecter
  - Celles dont on dispose probablement
  - Celles qu'il nous faudrait
- 2ème phase : classer ces données suivant les rubriques
  - Données générales
  - Bâtiments et salles informatiques
  - Equipements : systèmes de froid et onduleurs
  - Baies informatiques et matériels IT
  - Données mesurées

Référentiel, données générales

- Concernant la puissance Data Center :
  - Puissance électrique totale
  - Puissance des onduleurs
  - Puissance du groupe électrogène
  - Puissance utilisée et disponible
- Quels sont les niveaux de services demandés au datacenter : indicateurs de SLA ?

Bâtiments et salles informatiques

- Plan d'ensemble
  - site et emplacement des bâtiments autour du Datacenter.
  - Destination, usage des bâtiments.
  - Indiquer l'orientation géographique sur le plan.
- Plan détaillé (à l'échelle) des salles informatiques :
  - emplacement des baies et numérotation sur le plan
  - indiquer par une flèche le sens de circulation de l'air dans chaque baie
  - emplacement des CRAC
  - position des ouvertures (portes et fenêtres)
  - hauteurs sous plafond
  - hauteur du faux-plancher,
  - positionnement des dalles percées sur le plan
  - caractéristiques détaillées des dalles percées (surface, nombre et diamètre des trous).
- Indiquer sur le plan la position des locaux techniques

Référentiel système de froid

- Synoptiques des systèmes de froid :
- Modèle, référence année d'achat et caractéristiques techniques des principaux éléments du système de froid : groupes, CRAC, CTA.
- Schéma détaillé du circuit de production d'eau glacée et des boucles de circulation d'eau. Position des vannes, position des échangeurs (report des positions sur plan)
- Plages de température d'eau glacée acceptables et productibles par le système.
- Hygrométrie : existence d'une régulation ?
- Modèle, référence onduleurs et groupe électrogène
- Descriptif, fonctionnement système de protection incendie et contraintes.

Baies informatiques et matériels IT

- Inventaire des équipements informatiques CMDB
  - Type de machine, OS,
  - Inventaire des équipements critiques
- Tableau Excel indiquant pour chaque baie :
  - Le numéro de baie en correspondance avec le plan ;
  - le type de baie : classique, avec ou sans bandeau latéral, à portes froides ou confinée
  - le remplissage de celle-ci en nombre de serveurs et nombre de U.
  - la présence de fillers pour fermer la baie si elle n'est pas remplie.
  - la consommation électrique de la baie et des serveurs si connue
  - Si disponible pour chaque baie: le modèle, la marque la référence constructeur de chaque serveur, son OS, et la plage de fonctionnement recommandée par le constructeur
- Photos numérotées avec report sur le plan des faces avant et arrière de chaque ensemble de baies.

Mesures et relevés

- Environnementales
  - Relevé de température et hygrométrie sur 1 an aux alentours du site (idéalement 1 point par 15 mn)
- Consommation électrique
  - Consommation électrique mesurée des groupes froids,
  - détaillée groupe par groupe, sur une période longue.
  - Relevé de consommation électrique des CRAC

- Eau glacée
  - Relevé des débits d'eau et indication des points de mesure sur le synoptique du système de production et de circulation d'eau glacée.
  - Relevé des températures d'eau glacée mesurées en différents points (identifiés sur synoptique).
- Températures/Hygrométrie
  - Localisation sur le plan des points de mesures de température
  - Pour chaque point de mesure, fourniture de l'ensemble des relevés disponibles des températures et hygrométries dans les salles.

Mesures et relevés

- Relevé de mesure de consommation électrique des serveurs
  - Si le niveau de détail correspond à celui des baies regrouper ces informations dans le même document.
  - Consommation mesurée des serveurs sur une période longue (12 / 18 mois)
  - Consommation électrique mesurée de chaque baie
  - Fournir des relevés de consommation les plus détaillés possible (par baie, prise de PDU ?)

Fiabilité de la métrologie

- Estimation
  - Ex. électrique, basée sur la puissance nominale des appareils
- Mesure ponctuelle
  - Ex. électrique, pince ampère métrique à l'arrivée
- Mesure périodiques
  - Ex. électrique, mesures quotidiennes à différents moments de la journée
- Compteurs
  - Ex. électrique, enregistre les pics de consommation; mais doit être relevé à intervalles réguliers de façon automatique.

Les indicateurs de performances

- L'ensemble de la métrologie disponible ajoutée à celle préconisée par l'audit permettront de calculer des indicateurs de performance
- Les indicateurs ont pour but de juger de l'efficacité des plans d'actions mis en place.
- A l'échelle la plus globale on trouvera des indicateurs tels que le PUE, le CUE ou la consommation globale qui permettront de juger l'écart par rapport aux objectifs globaux

Collecte de données les protocoles MODBUS

- Issu de la GTC gestion technique du bâtiment
- Il existe des interfaces MODBUS sur TCP/IP (sinon RS 485)
- API Python, module pymodbus
- Pour interroger une sonde en Modbus sur TCP/IP, il faut l'adresse IP de l'équipement et l'adresse Modbus (= un numéro) de la sonde dans laquelle on souhaite lire ou écrire

```
import modbus_tk.defines as cst
import modbus_tk.modbus_tcp as modbus_tcp
master = modbus_tcp.TcpMaster(host="172.24.49.26")
master.set_timeout(10.0)
slave=1
addr_modbus=14369
elec=master.execute(slave,cst.READ_HOLDING_REGISTERS,addr_modbus,2,data_format="
>f")
print str(elec[0])+" KW"
```

Source Campus Best Pratices
https://www.renater.fr/IMG/pdf/bonnes_pratiques_pour_l_infrastructure_d_un_datacentre_eco-responsable_v161214.pdf

Collecte de données les protocoles SNMP

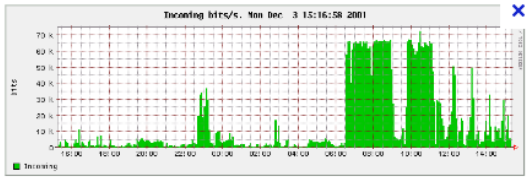
- Initialement pour mesurer des grandeurs informatiques réseau et serveurs
- Utilisable pour
  - Tableaux électriques
  - Groupes froids
  - PDU et racks
- Basé sur les MIB (Management Information Base)
  - La MIB a une structure hiérarchique où chaque information est identifiée de façon unique par un « object identifier »
- Exemple d'OID 1.3.6.1.2.2.2.2.1.2
  - L'OID contient des champs fournisseur et des champs qui définissent le produit et enfin les champs correspondant aux paramètres monitorés
- Attention à demander au fournisseur de fournir la MIB dès l'appel d'offre.

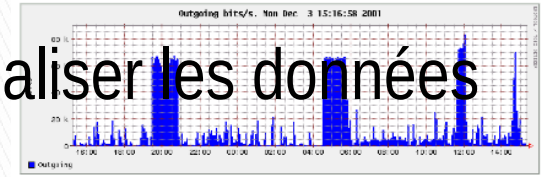
Collecte de données les protocoles, SNMP

- SNMP est le plus souvent pour un usage read-only

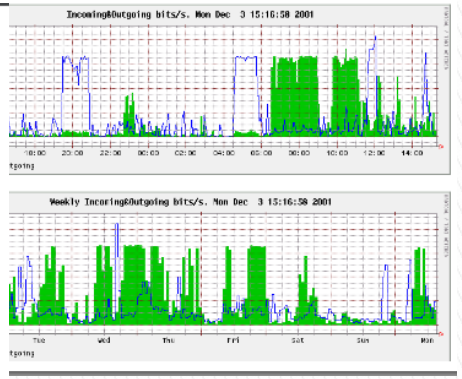
- Commandes UNIX pour accéder au MID SNMP
  - `snmpwalk –v1 –c infraclim 192.168.1.152`
  - `snmpget –v1 –c infraclim 192.168.1.152 1.3.6.1.2.2.2.2.1.2`

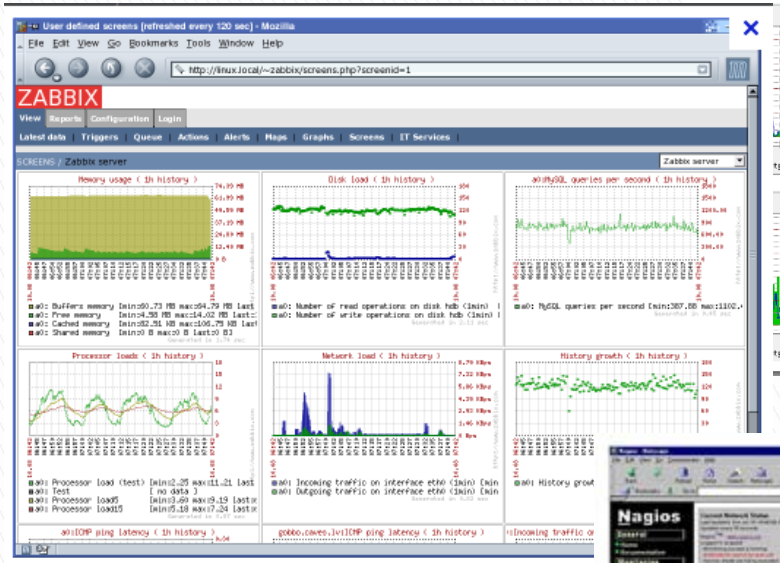
Visualisation des données





- Il existe de nombreux logiciels pour visualiser les données collectées.
  - RRDTools
  - Zabbix
  - Nagios





Indicateurs globaux

- Qu'est-ce qui fait qu'un DC est énergétiquement écoresponsable?
- Un DC n'est pas écoresponsable « tout court » il est écoresponsable au regard des pratiques et des technologies disponibles aujourd'hui.
- Le DC est écoresponsable s'il fait mieux que ses voisins.
- Pour le comparer et se fixer un objectif d'amélioration il faut disposer d'au moins un indicateur global d'efficacité énergétique.
- L'indicateur global permettra aussi d'éviter qu'une action qui vise à améliorer un indicateur n'en détériore un autre : augmentation de la température et sur-ventilation par exemple.

Les indicateurs de performances le PUE

- Définition
  - PUE = Annual facility Energy / Annual IT Energy
- Evolution
  - Wikipédia : En quelques années, la valeur de l'indicateur qui était autour de 2,5 pour un grand nombre de centres descend autour de 1,2 pour les meilleurs en 2010, avec une moyenne de l'industrie autour de 1,7[1,4,5]. Google publie le PUE de ses centres de données, dont la valeur est passée de 1,20 en 2009 à 1,12 en 2014[6].
  - http://www.itrnews.com/articles/115294/groupama-ouvre-data-center-free-cooling.html
  - Ne prend pas en compte la réutilisation de la chaleur produite.

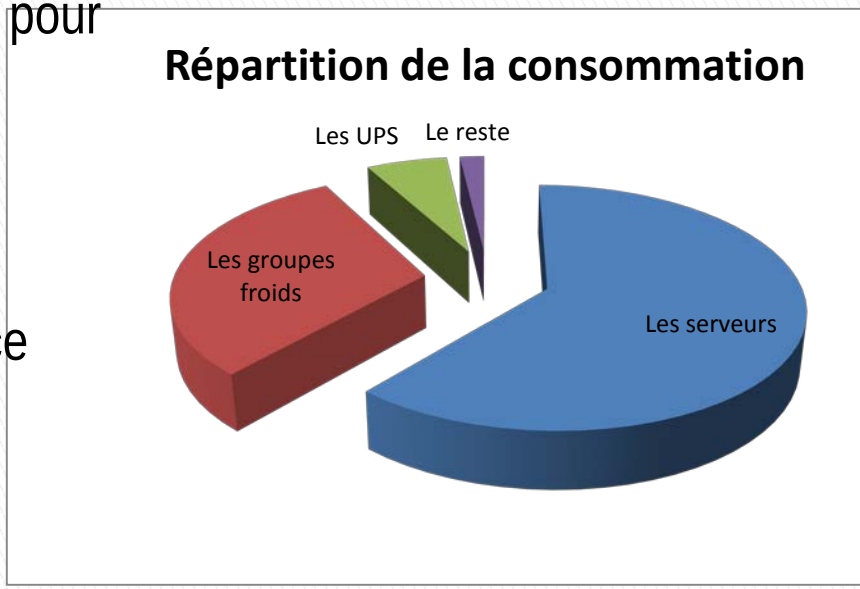
Les limites du PUE

?

Les limites du PUE

- Quelle incidence sur le PUE si
  - Je choisi des serveurs avec une bonne efficience énergétique
  - Je virtualise et j'éteins la moitié des serveurs?
  - Je choisi des alimentations Itanium plutôt que des 80plus.
  - A l'instar de Google je m'installe en Finlande pour récupérer la chaleur produite?

    … et utiliser de l'énergie renouvelable?
  - Je consomme 200m3 d'eau à l'heure pour refroidir?
  - Mon DC est installé au plus près d'une source d'énergie



Les indicateurs globaux de performances DCEM : Datacenter Energy Management

- DCEM est un indicateur global qui défini
  - 4 tailles de DC suivant leur consommation globale DC_G
  - 9 classes de DC suivant leur performance DC_P

	Energy Consumption KPI_{EC}
S	<1GWh (115kW)
M	Entre 1GWh et 4 GWh (460kW)
L	Entre 4 GWh et 20GWh (2,3MW)
XL	> 20GWh

Table 2: Default Classes of DC_P

DC commissioning date	since 2005 (see note)		before 2005 (see note)	
	DC_P		DC_P	
Class	≥	<	≥	<
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.

Source ETSI GS OEU 001

DCEM Calcul de l'indice de performance DC_P

- $$DC_P = \underbrace{KPI_{TE}}_{\text{Task Efficiency}} \times \underbrace{(1 - W_{REUSE} \times KPI_{REUSE})} \times \underbrace{(1 - W_{REN} \times KPI_{REN})}$$

$$KPI_{REN} = \frac{\text{énergie renouvelable}(*)}{\text{énergie totale}}$$

W_{REN} = facteur correctif d'efficacité, base 0,5

$$KPI_{TE} = \frac{\text{Energie dans tous les composants (totale)}}{\text{Energie dans composants calcul, stockage, transport}}$$

$$KPI_{REUSE} = \frac{\text{énergie réutilisée}}{\text{énergie totale}}$$

W_{REUSE} = facteur correctif en fonction de l'efficacité du fluide caloporteur (eau air), base 0,5

(*) "energy from renewable sources" means energy from renewable non-fossil sources, namely wind, solar, aerothermal, geothermal, hydrothermal and ocean energy, hydropower, biomass, landfill gas, sewage treatment plant gas and biogases.

Combinaison d'indicateurs globaux de performances (*global KPI*) dans un radar

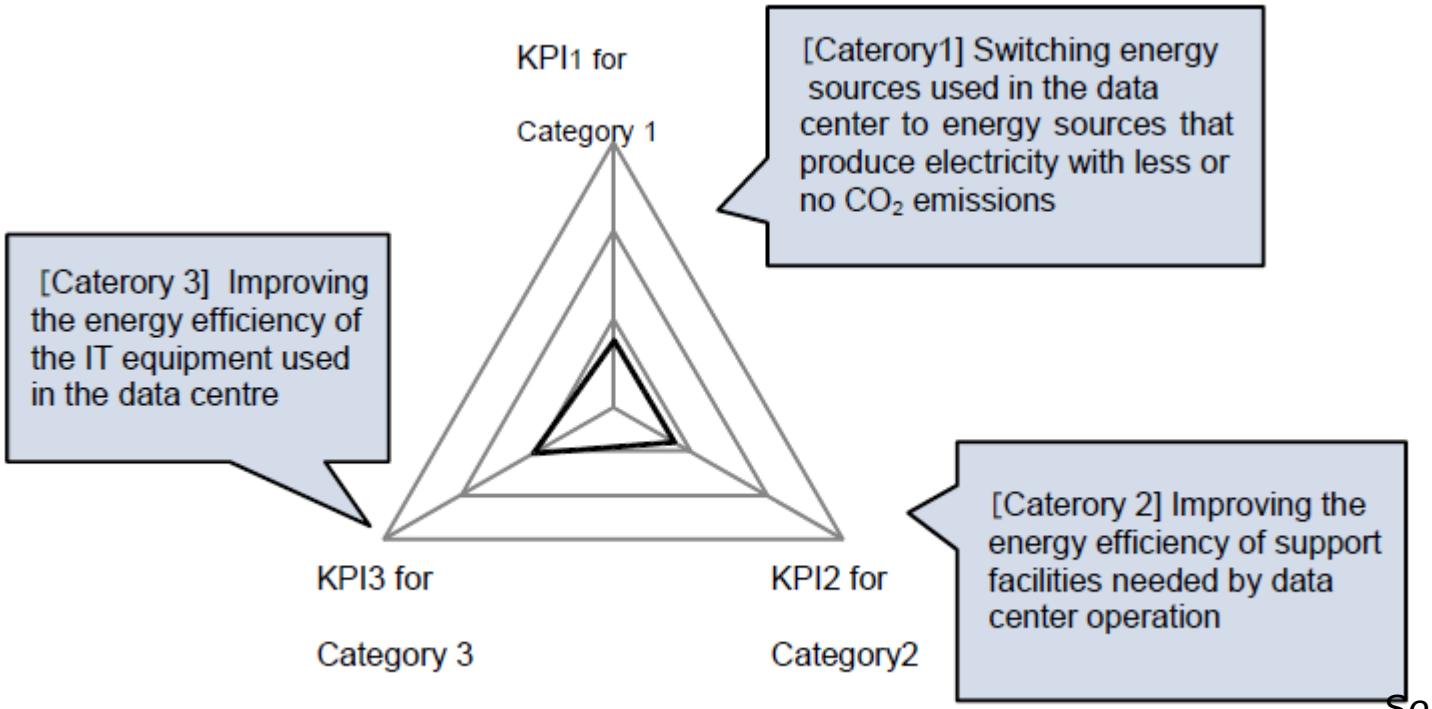


Figure 3: An example of "Holistic Approach with three KPIs"

Source ISO/IEC JTC SC 39

- Les KPI doivent être choisis pour être indépendants et complémentaires
- *MECE Mutually exclusive and collectivly exhaustive*

Référentiel de bonnes pratiques

- L'audit aura comme objectif de comparer l'état actuel du DC aux bonnes pratiques en vigueur
- **L'European Code of Conduct** est une excellente référence pour les bonnes pratiques à mettre en place

Quelques exemples de bonnes pratiques issues du CoC

- Cloisonner, séparer couloir chaud couloir froid, éventuellement confiner les allées chaudes, mettre en place systématiquement des fillers.
- Elargir les conditions d'exploitation, ne plus réguler l'hygrométrie et augmenter la température du couloir froid.
- Faire du freechilling en hiver.
- Utiliser les sources de froid à votre disposition, telles que l'eau de pompage
- Mettre en place du refroidissement à air direct quand c'est possible
- Réutiliser la chaleur produite.
- Augmenter le taux de virtualisation

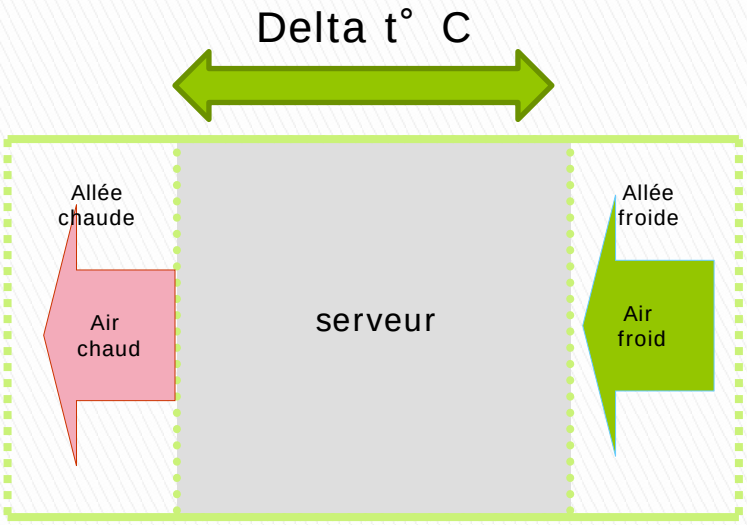
- Pour chacune de ces catégories il faut prévoir des indicateurs

Bonnes pratiques sur une installation existante

- Cloisonner
- Elargir les plages d'utilisation en hygrométrie et température

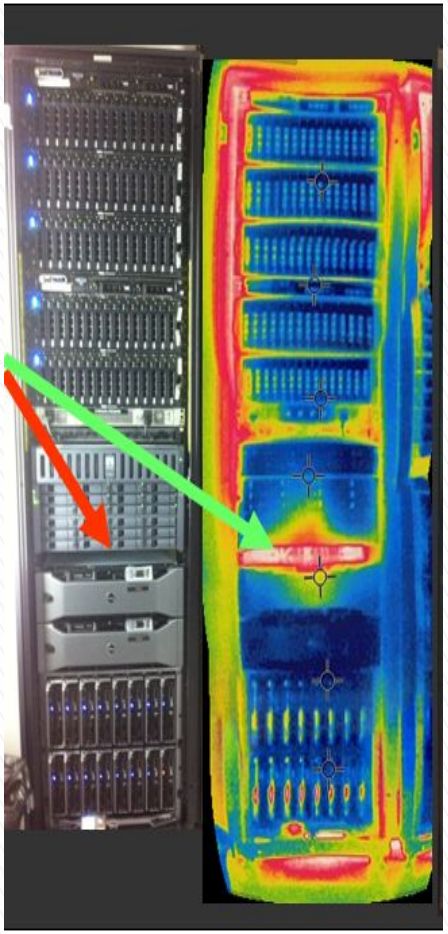
Maitriser les flux grâce au cloisonnement

- Principe
  - Le cloisonnement permet de séparer le couloir chaud et le couloir froid.
  - L'air froid est aspiré en face avant dans le couloir froid
  - L'air chaud est rejeté à l'arrière dans le couloir chaud



Maitriser les flux grâce au cloisonnement

- Interdire tout retour d'air du couloir chaud vers le couloir froid.
  - Fermer par une cloison le dessus et le pourtour des baies.
  - Choisir des baies avec des joues latérales pour éviter les retours d'air entre les baies.
  - Placer des panneaux en face avant pour fermer la baie quand il n'y a pas de machine.
- Objectif
  - Avoir une température homogène dans le couloir froid et éviter les points chauds



Retour sur Investissement du cloisonnement

- Plus de point chaud

⇒ augmenter la température de soufflage des climatiseurs sans faire souffrir les serveurs

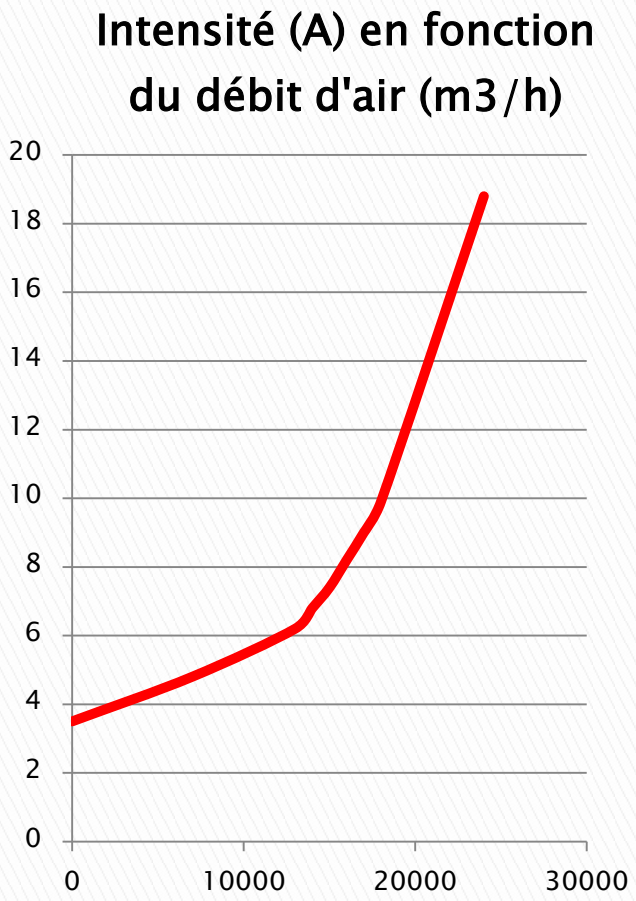
⇒ Intel au Techworld 2012 : +1°C => - 4%

- Flux chaud et froid isolés => DeltaT augmente

⇒ diminuer la ventilation

  - Energie évacuée dans les serveurs
  - Q = M x C x DeltaT => P(W) = 0,34 . D(m3/h) . DeltaT
  - A puissance dissipée identique plus DeltaT augmente plus le débit d'air diminue (moins de cout de ventilation)

⇒ diminution exponentielle du coût de ventilation



Bonnes pratiques pour une nouvelle installation

- Penser modulaire
- Retenir une solution de froid innovante

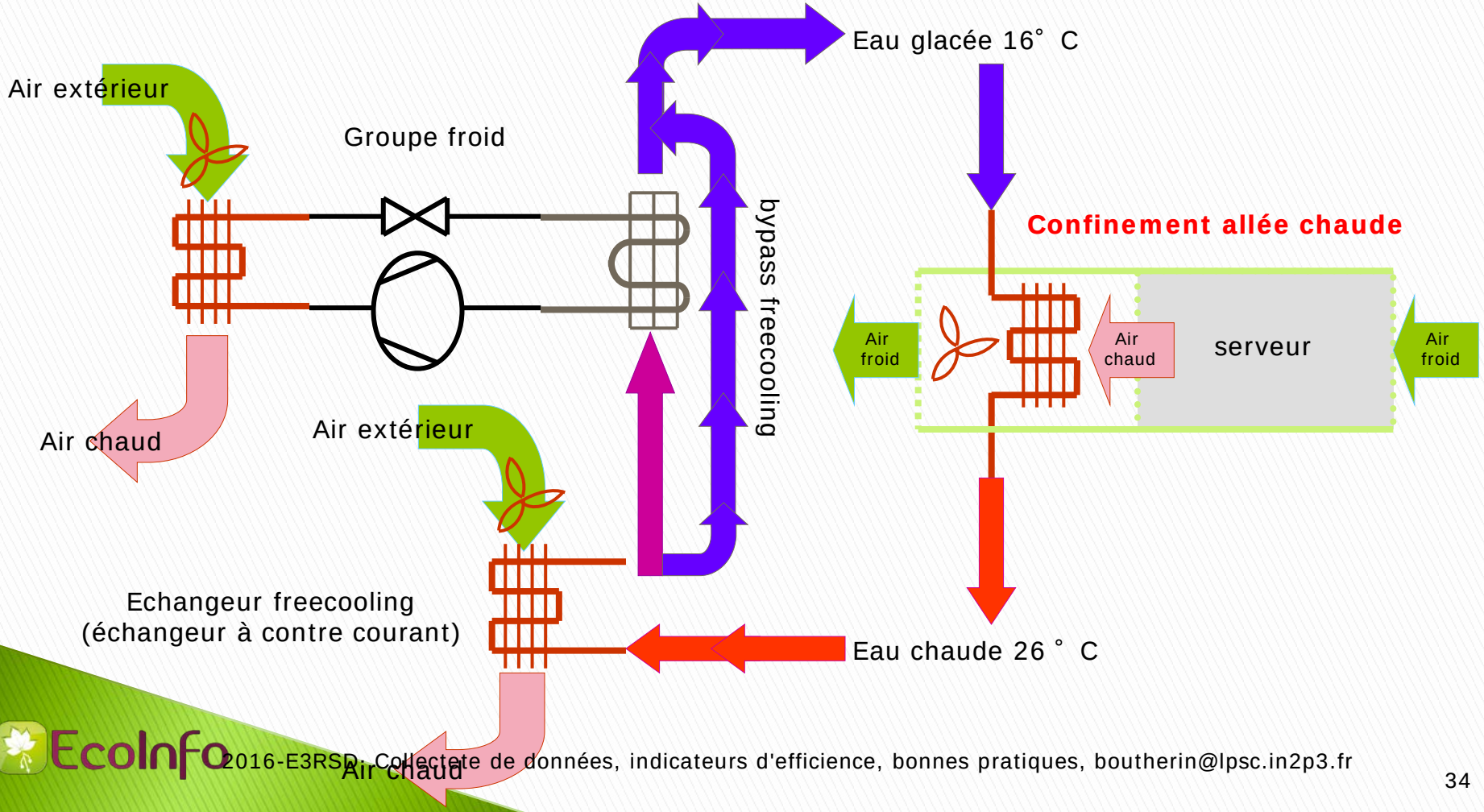
Modularité

- L'efficience des systèmes de froid et UPS est meilleure à puissance nominale
  - Ne pas sur dimensionner l'installation (même si on espère une forte croissance)
    - Un groupe froid calculé pour refroidir 200kW sera médiocre pour refroidir 20kW (PUE>2), idem pour un UPS.

- Préférer une installation modulaire
  - Meilleure efficacité énergétique
  - Permettra de suivre les évolutions
  - Investissements échelonnés
  - Redondance n+1
  - Zonage par niveau de service, adaptation à minima au besoin « rightsizing »
  - Pour les services qui l'exigent (et seulement pour eux)
    - UPS et redondances multiples
    - Températures régulée (batterie d'onduleurs)
    - Hygrométrie et températures maitrisées (supports magnétiques)

Freechilling

- Mode freechilling sur un groupe froid classique
  - Eau glacée comme liquide caloporteur, possibilité de free-cooling en hiver si le régime d'eau glacée est bien choisi.

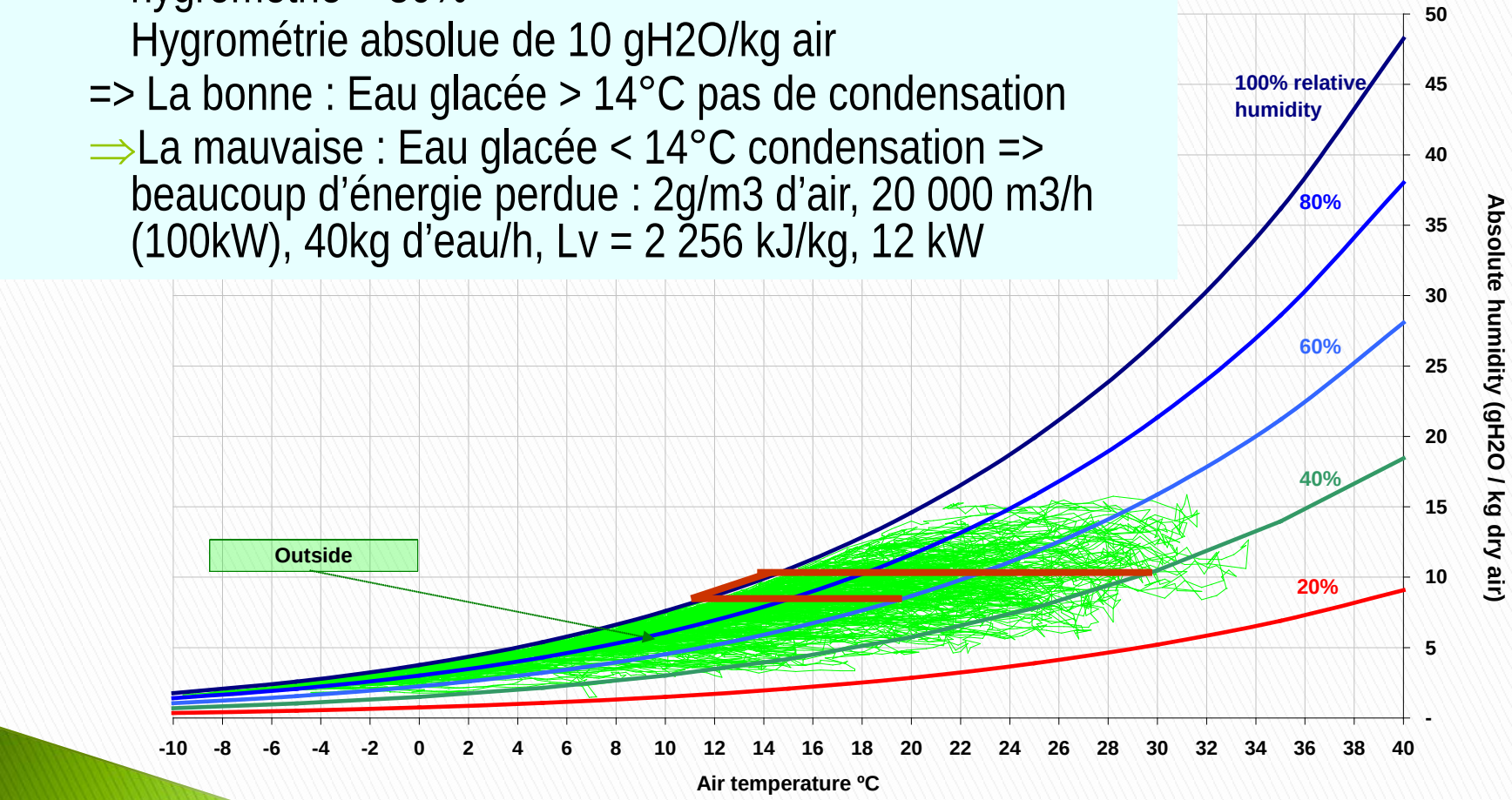


Groupe froid, éviter la condensation

- Bien choisir les régimes d'eau glacée
  - Deux manières d'arriver à une température de 20°C, hygrométrie < 80%
    Hygrométrie absolue de 10 gH2O/kg air

=> La bonne : Eau glacée > 14°C pas de condensation

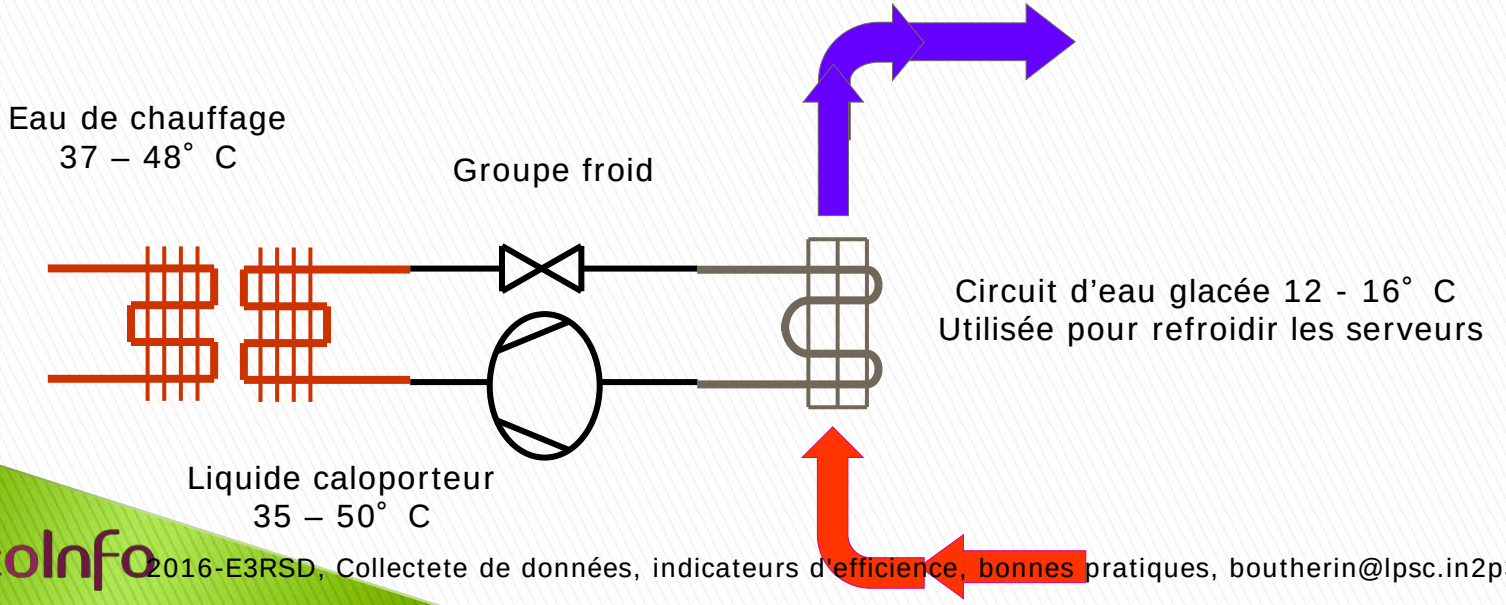
⇒La mauvaise : Eau glacée < 14°C condensation => beaucoup d'énergie perdue : 2g/m3 d'air, 20 000 m3/h (100kW), 40kg d'eau/h, Lv = 2 256 kJ/kg, 12 kW



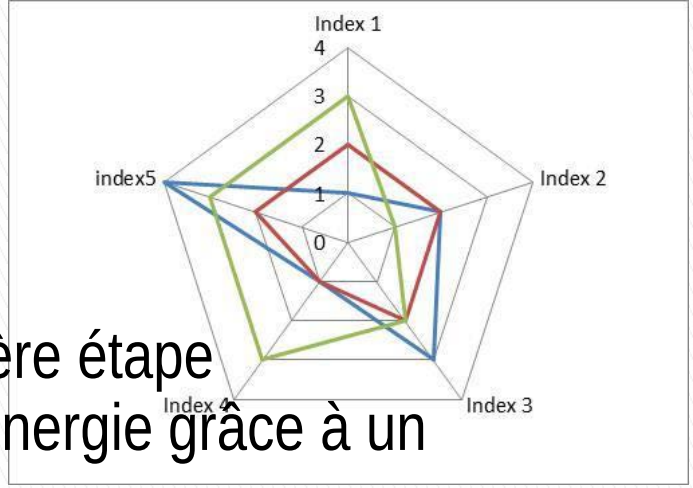
Quid de la récupération de chaleur ?

- Récupération de chaleur au niveau des groupes froids
  - La température du liquide caloporteur est porté à 35° – 50°C suivant les besoins de chauffage

    => le rendement COP du groupe diminue de 20 à 25%
  - Il faut trouver un client qui s'adapte le mieux possible à la production de froid qui est continue (eau chaude sanitaire plutôt que chauffage saisonnier).



En résumer sur la collecte des données



- Un DC n'est pas une boite noire, la première étape écoresponsable est de savoir où passe l'énergie grâce à un monitoring omniprésent
- Rassembler les informations de monitoring pour créer des indicateurs globaux de performance (global KPI)
- Suivre l'évolution de ces indicateurs
- Identifier les points faibles au regard d'un référentiel de bonnes pratiques (CoC)
- Mettre en place des plans d'actions d'amélioration dans le cadre d'une démarche d'amélioration continue
- Monitorer encore pour suivre l'effet de ces actions

The end