Formation Bâtiment Durable

Gestion de l'énergie : Responsable Energie

Automne 2023

Diagnostic des installations de ventilation et de climatisation

Jonathan FRONHOFFS

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

Sur base de la présentation conçue par Cenergie

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- Identifier les principaux manquements dans les installations existantes
- Identifier les mesures d'amélioration possibles
- Evaluer l'enjeu énergétique de ces améliorations

TABLE DES MATIÈRES

QUE REGARDER? QUE FAIRE?

VENTILATION

CLIMATISATION

QUE REGARDER ? QUE FAIRE ?

- Au niveau de la ventilation hygiénique
- Au niveau de la climatisation

TABLE DES MATIÈRES

QUE REGARDER? QUE FAIRE?

VENTILATION

- **Check-list**
- **Vue synoptique d’une installation de ventilation hygiénique**
- **Contrôler la maintenance**
- **Contrôler la régulation**
- **Vérifier l’adéquation des débits**
- **Placer un récupérateur de chaleur**
- **Ventiler en fonction de l’occupation réelle**
- **Analyse de cas**

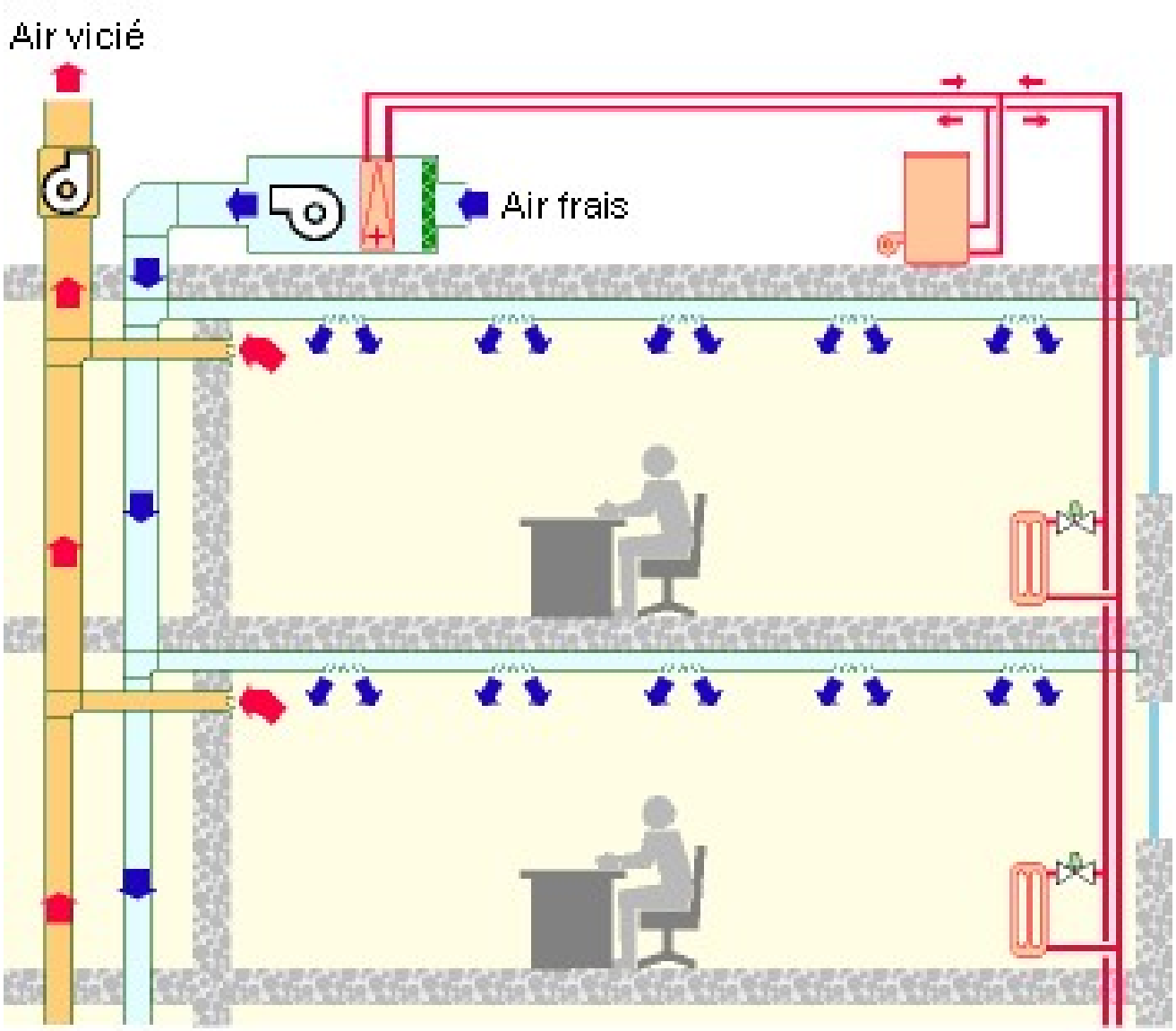
CLIMATISATION

CHECK-LIST

Au niveau de la ventilation hygiénique ?

- Contrôler la maintenance
  - Etat des filtres / prises d'air
  - Etat des courroies
  - Etat des batteries
- Vérifier l'adéquation des débits
- Contrôler la régulation
  - Adéquation des horaires
  - Adéquation de la température de pulsion
  - Limiter l'humidification
- Placer un récupérateur de chaleur ?
- Moduler le débit en fonction de l'occupation réelle ?

VUE SYNOPTIQUE D'UNE INSTALLATION DE VENTILATION HYGIÉNIQUE



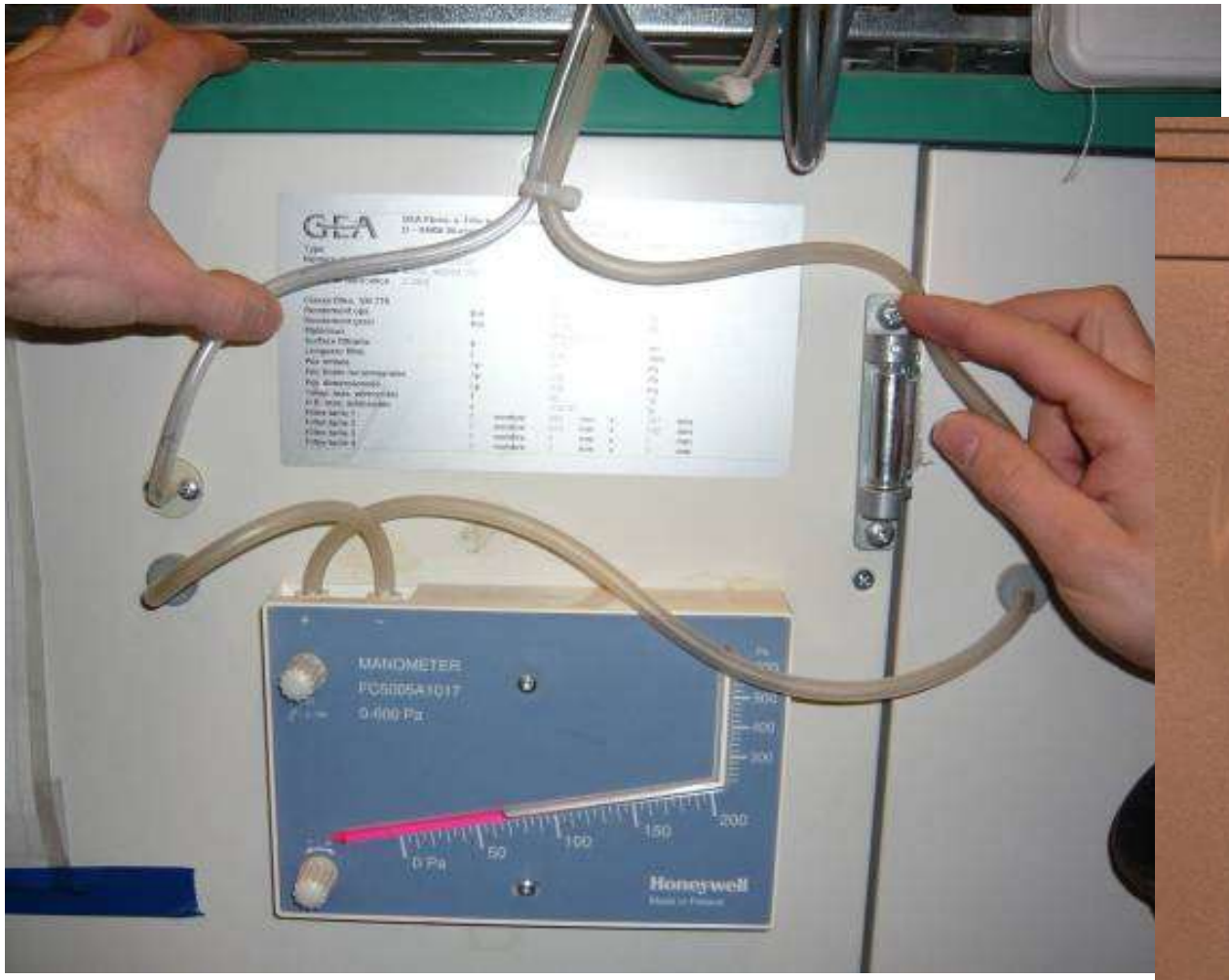
Etat des filtres / grilles de prise d'air neuf

Etat des filtres / grilles de prise d'air neuf

Etat des filtres / grilles de prise d'air neuf

- Colmatage tel qu'il n'y a plus de débit…

Etat des filtres / grilles de prise d'air neuf

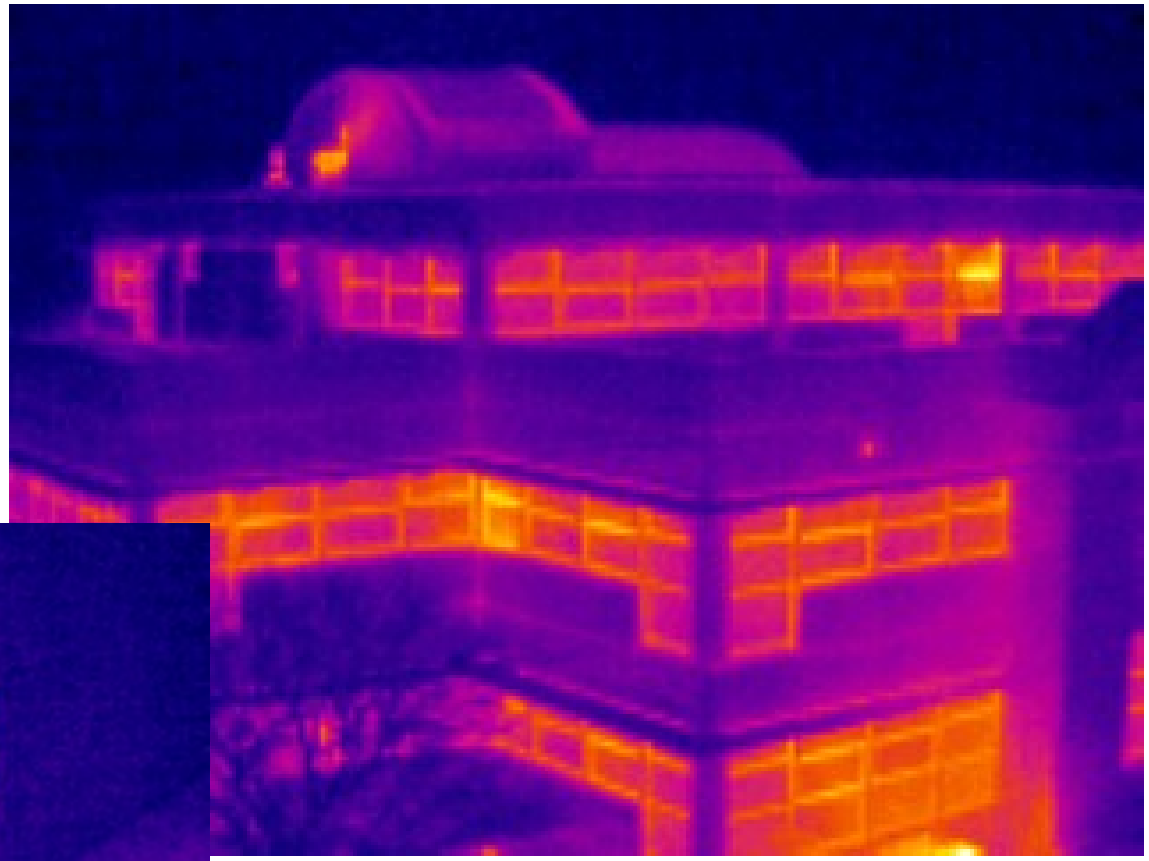


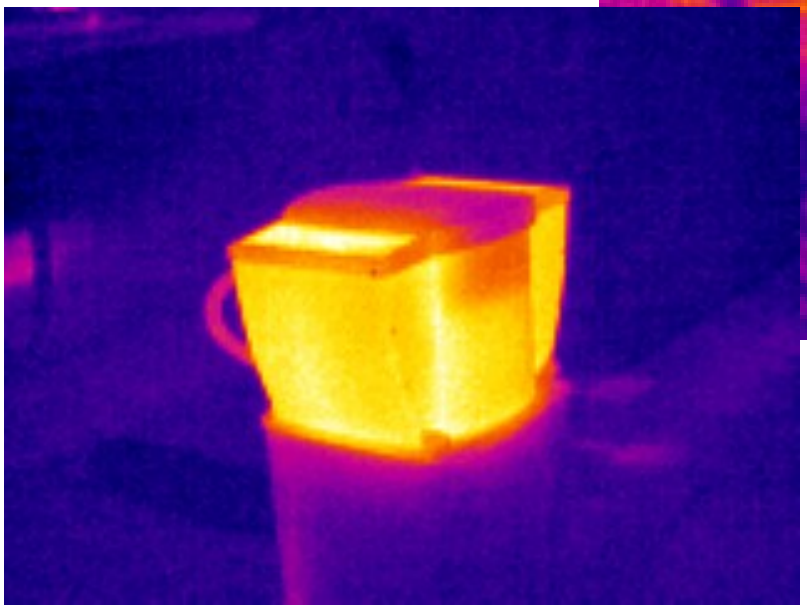
Etat des courroies (tension et usure)

Adéquation des horaires

- Les horaires programmés correspondent-ils à l'occupation réelle ?
- Enjeux énergétiques ?
  - Un groupe de ventilation hygiénique de 3.500 m³/h qui fonctionne 12 heures par jour 5 jours par semaine soit 1.920 h sur la saison de chauffe (12 h/j x 5 j/sem x 32 sem). Horaire d'occupation réel de 7 à 17 heures.
  - La température de pulsion est de 21°C sans récupérateur de chaleur. La température extérieure moyenne l'hiver est de 5°C.
  - Que gagne-t-on en réduisant la plage horaire de 2 heures ?
    3.500 [m³/h] x 320 [h] x 0,34 [Wh/m³.°C] x (21 [°C] – 5 [°C]) / 0,92
    = 6.092 [kWh pci] ou 366 [€] avec 0,06 [€/kWh]
  - A cela il faut ajouter l'économie électrique qui est évaluée à :
    1,5 [kW] x 320 [h] = 480 [kWh] ou 70 [€] avec 0,15 [€/kWh]
  - Soit au global près de 436 [€]

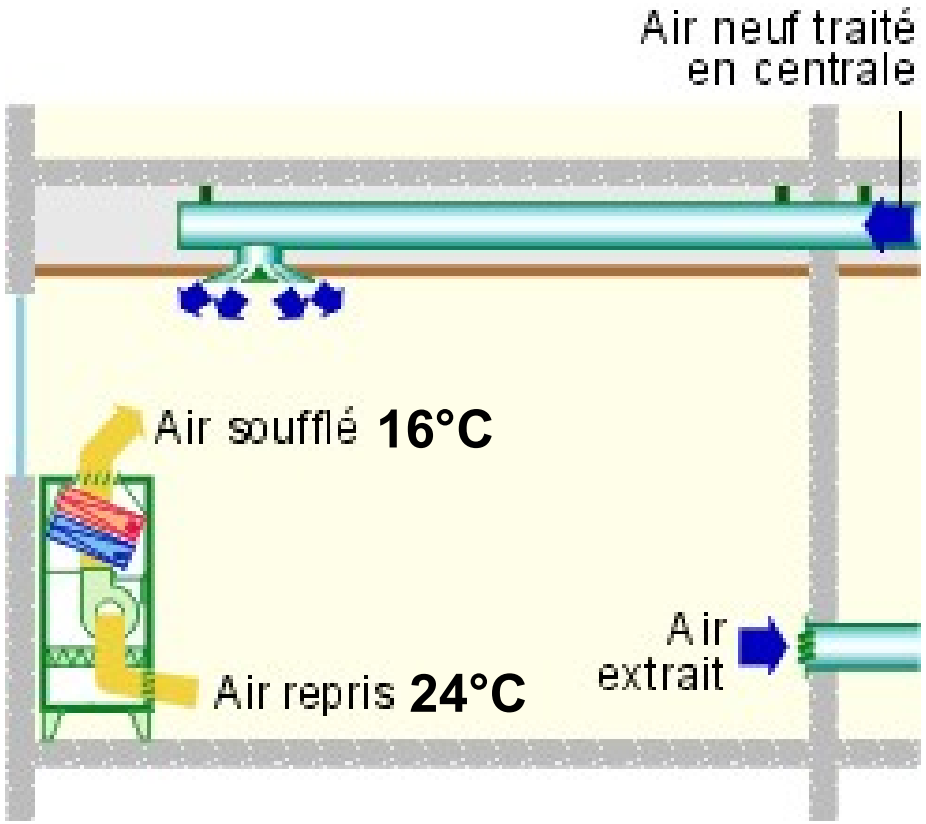
Horloge sur les extracteurs sanitaires ?





Adapter la température de pulsion

- Température de pulsion de l'air hygiénique doit être la plus basse possible afin d'éviter :
  - un risque de surchauffe des locaux en mi-saison
  - une destruction d'énergie en mi-saison si climatisation



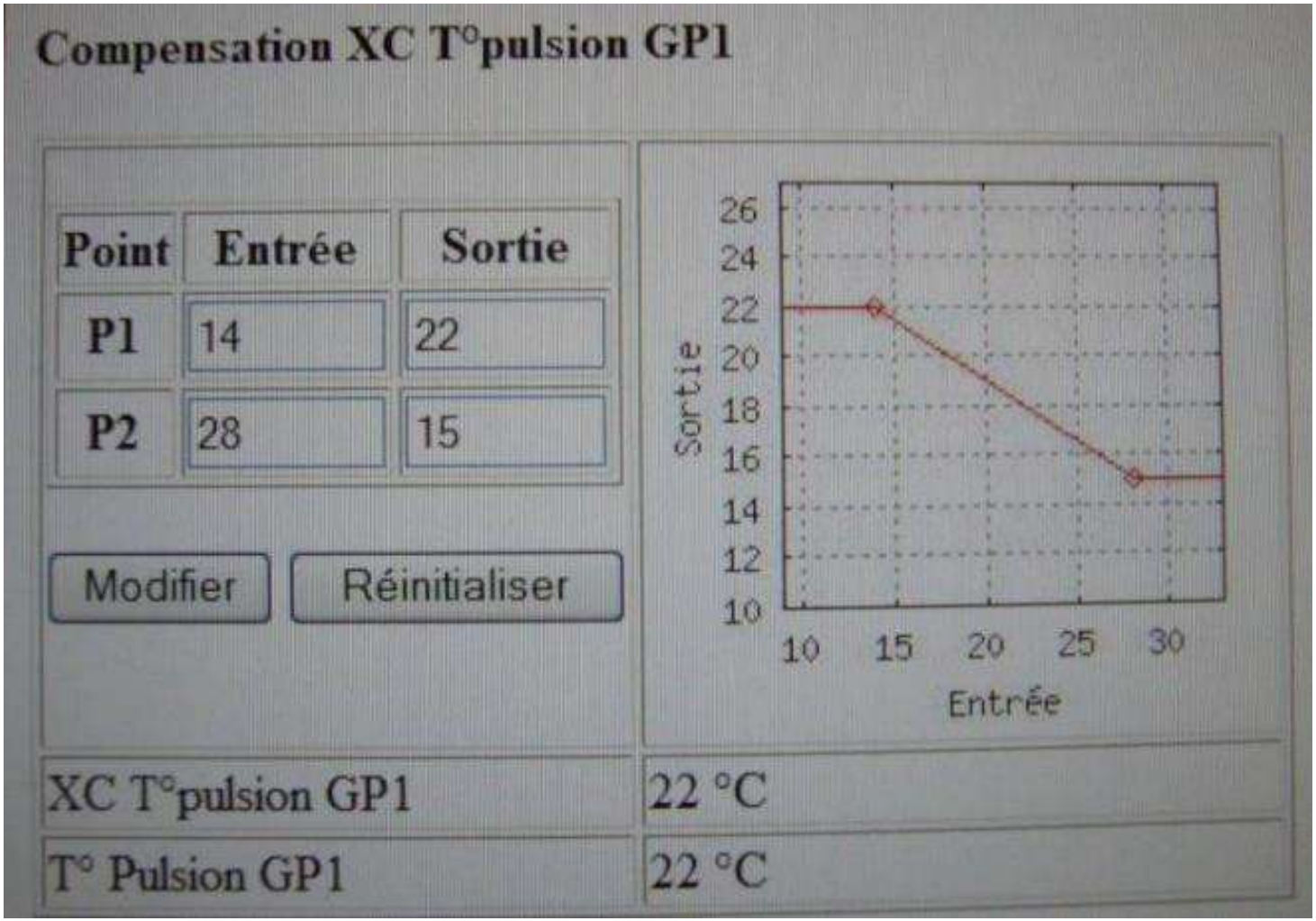
T°air : 20°C !

T°ext : 14°C

En mi-saison, ne pas chauffer l'air neuf en centrale alors que l'on refroidit les locaux …

Adapter la température de pulsion

N Extrait d'un écran d'une GTC d'un bâtiment de bureau



VÉRIFIER L'ADÉQUATION DES DÉBITS

Le débit est-il adapté au taux réel d'occupation ?

- Le ratio de 30 m³/h.personne est-il respecté ?
- Enjeu énergétique ?

- Un groupe de ventilation hygiénique de 3.500 m³/h qui fonctionne 12 heures par jour 5 jours par semaine soit 1.920 h sur la saison de chauffe (12 h/j x 5 j/sem x 32 sem). Soit un débit satisfaisant quelques 115 occupants mais en réalité ils sont 75 occupants.

- Que gagne-t-on en réduisant le débit ?
  (40 x 30) [m³/h] x 1.920 [h] x 0,34 [Wh/m³.°C] x (21 [°C] – 5 [°C]) / 0,92
  = 13.623 [kWh pci] ou 817 [€] avec 0,06 [€/kWh]

VÉRIFIER L'ADÉQUATION DES DÉBITS

Comment réduire le débit ?

- Jouer avec le rapport des poulies ?
- Variation de fréquence ?

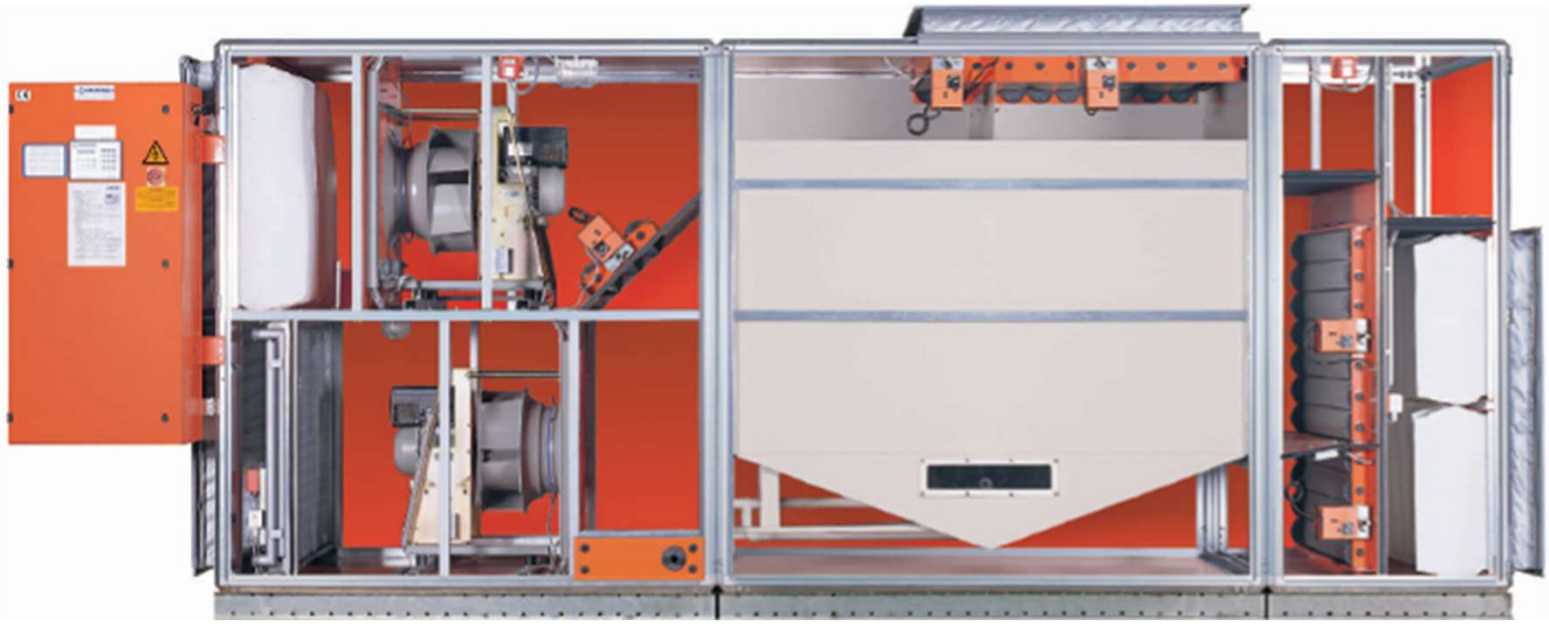
Ce qu'il faut retenir :

Gagner 1.000 m³/h → économie de 1.000 l de mazout **ou** 1.000 m³ de gaz par saison de chauffe

Pour un régime 5 j/sem et 10 h/j

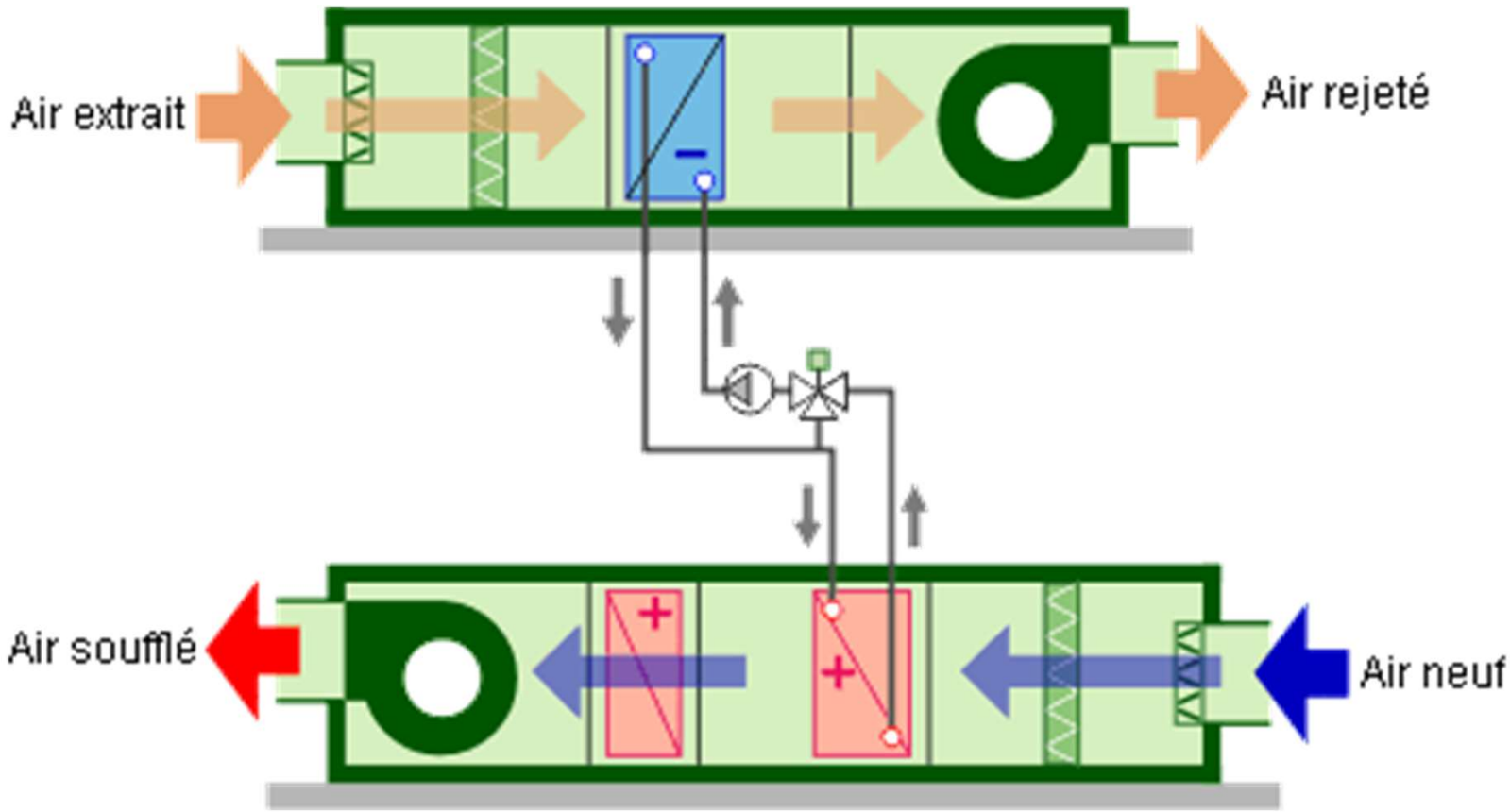
PLACER UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR

- Intégration peu évidente sur un groupe de traitement d'air (GTA) existant - Analyse au cas par cas
- En cas de remplacement complet du GTA, option à retenir car rentable en moins de 5 ans si :
  - débit d'air > 10.000 m³/h en fonctionnement 10 h/jour
  - débit d'air > 4.000 m³/h en fonctionnement 24h/24



PLACER UN RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR

- Si la pulsion n'est pas juxtaposée à l'extraction, des solutions sont néanmoins possibles
  → Récupérateur à eau glycolée

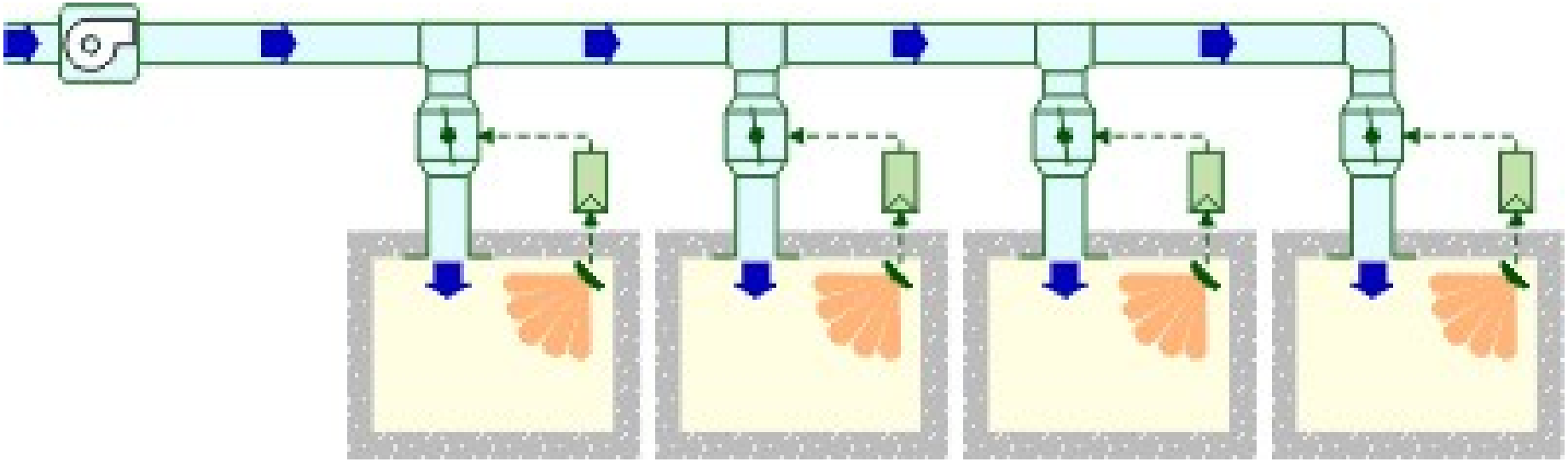


VENTILER EN FONCTION DE L'OCCUPATION RÉELLE

N Ventiler en fonction de l'occupation réelle

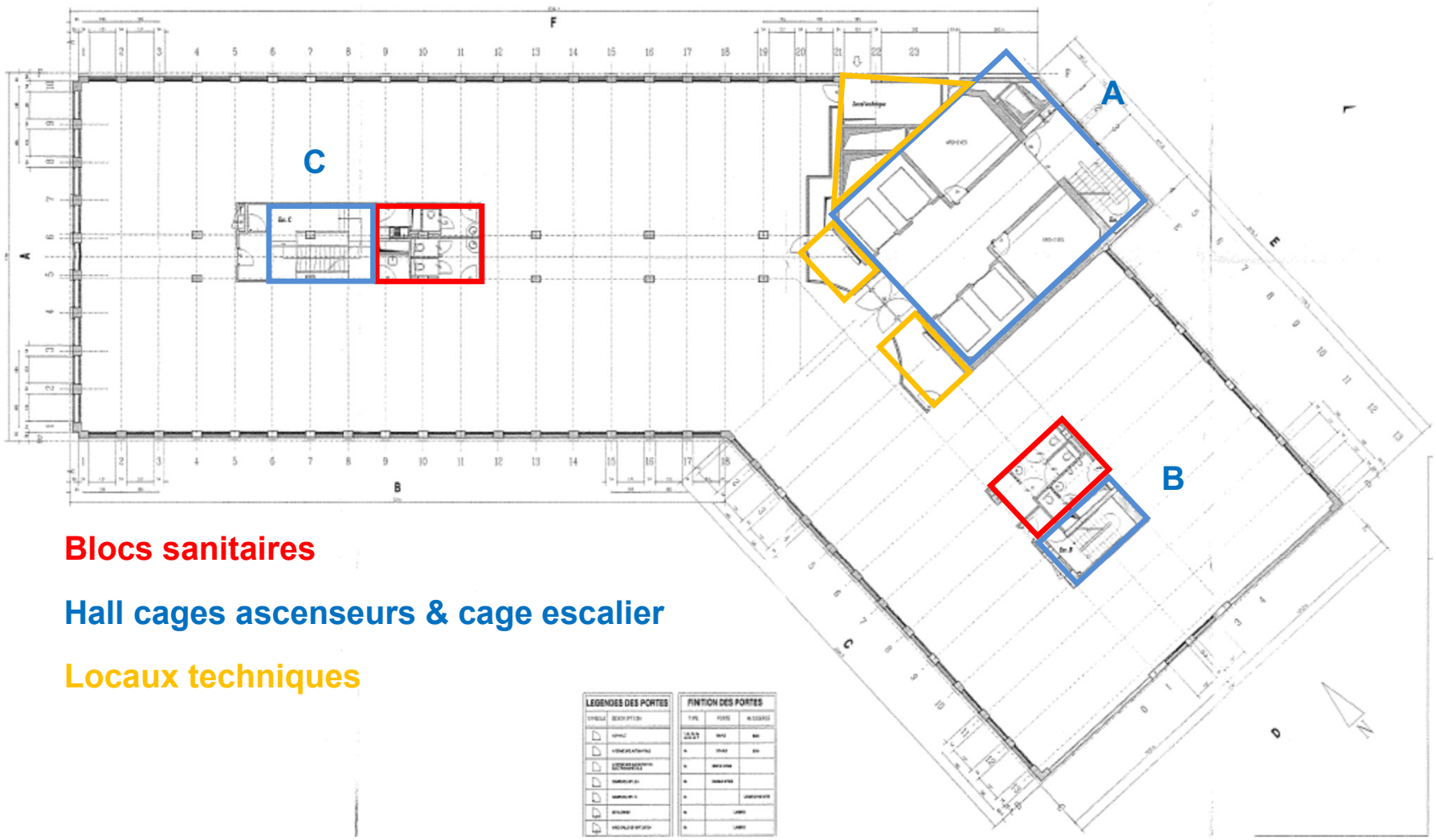
- Via sonde CO2, via détection de présence
- Quid si plusieurs locaux desservis par un même groupe de ventilation ?

⇨ Nécessitera des adaptations aérauliques et de régulation, tels que variation de fréquence sur les moteurs de pulsion et extraction, placement de registres d'air motorisés



ANALYSE DE CAS

- Plateau de bureaux de 900 m² utiles – 50 postes de travail
- Groupe de traitement d'air de 4.500 m³/h tout air neuf

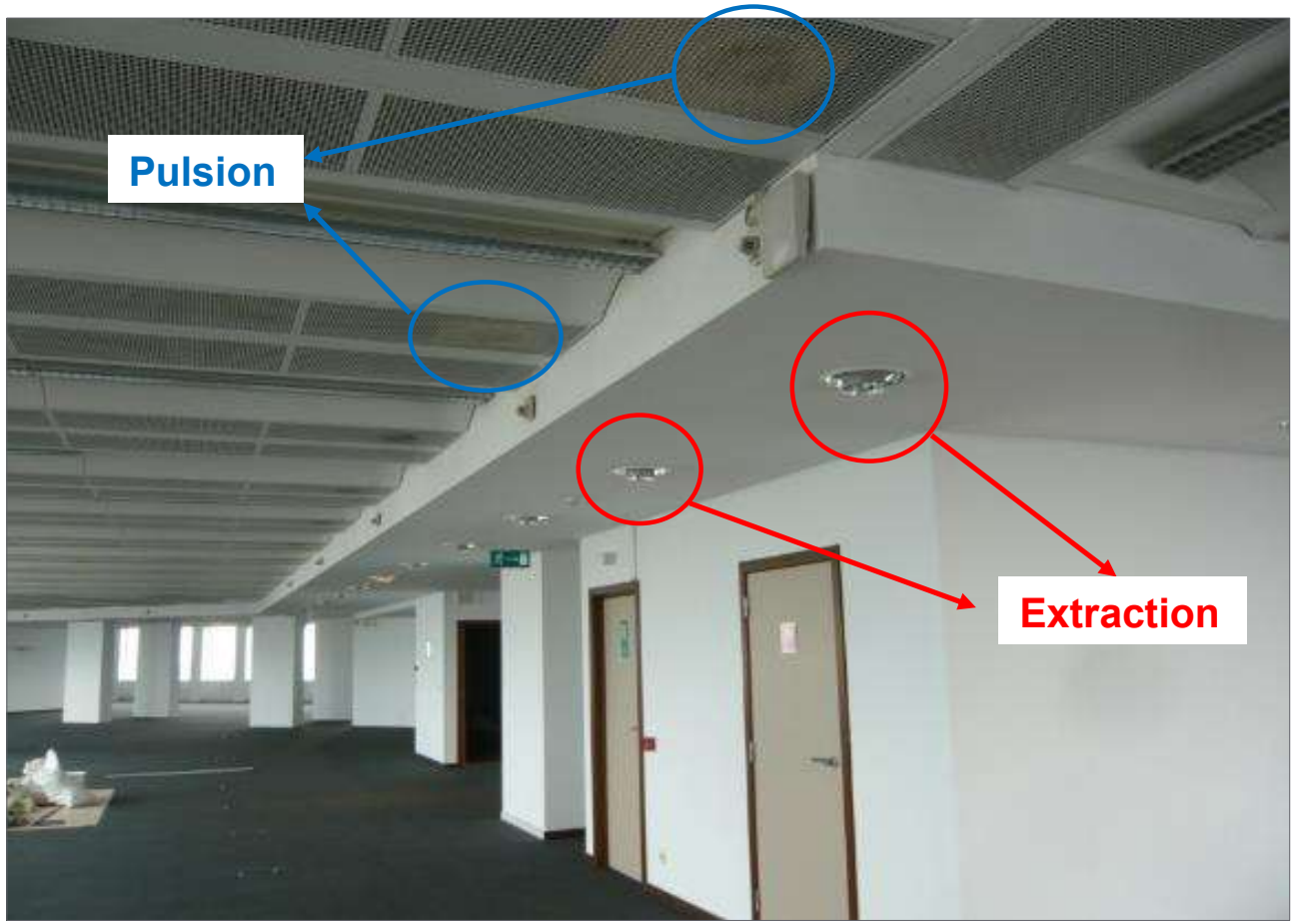


Blocs sanitaires

Hall cages ascenseurs & cage escalier

Locaux techniques

N Organisation pulsion et extraction plateau de bureaux



ANALYSE DE CAS

- Quid du débit d’air ?
  - Par rapport à une occupation nominale
  - Par rapport à l’occupation réelle
- Quelles améliorations possibles ?

TABLE DES MATIÈRES

QUE REGARDER? QUE FAIRE?

VENTILATION

CLIMATISATION

- **Check-list**
- **Augmenter la température d'eau glacée ?**
- **Favoriser une faible température de condensation**
- **Performance de la production de froid**
- **Quand est-ce que les machines frigorifiques tournent ?**
- **Destruction d'énergie**
- **Y a-t-il destruction d'énergie localement ?**
- **Contrôle de la climatisation**
- **Le free-cooling mécanique est-il envisageable ?**
- **Le free-chilling est-il envisageable ?**

CHECK-LIST

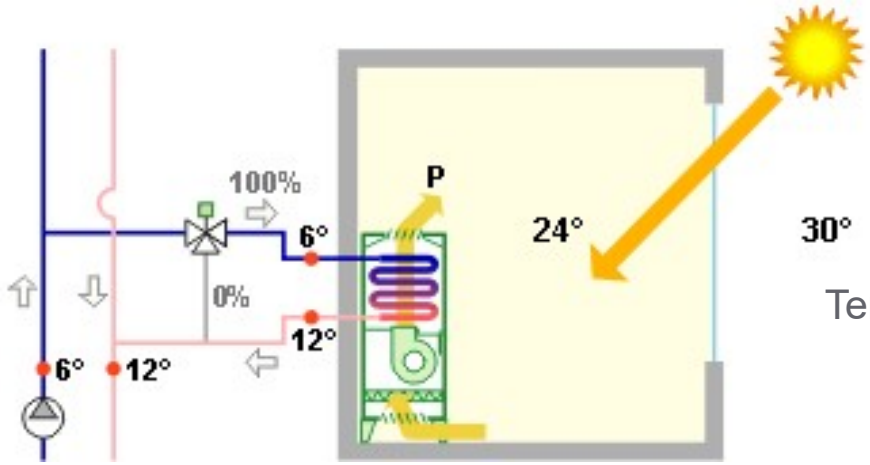
Au niveau de la climatisation ?

- Améliorer la performance de la machine frigorifique
  - Est-il possible d'augmenter la température d'eau glacée ?
  - Le condenseur est-il propre et bien aéré ?
- Y a-t-il un risque de destruction d'énergie ?
- La distribution d'eau glacée est-elle permanente ?
- Le groupe de froid est-il en service en hiver ?
- Le free-cooling est-il envisageable (et utile) ?
- Le free-chilling est-il envisageable ?

AUGMENTER LA TEMPÉRATURE D'EAU GLACÉE ?

N De manière permanente ou en fonction de la saison

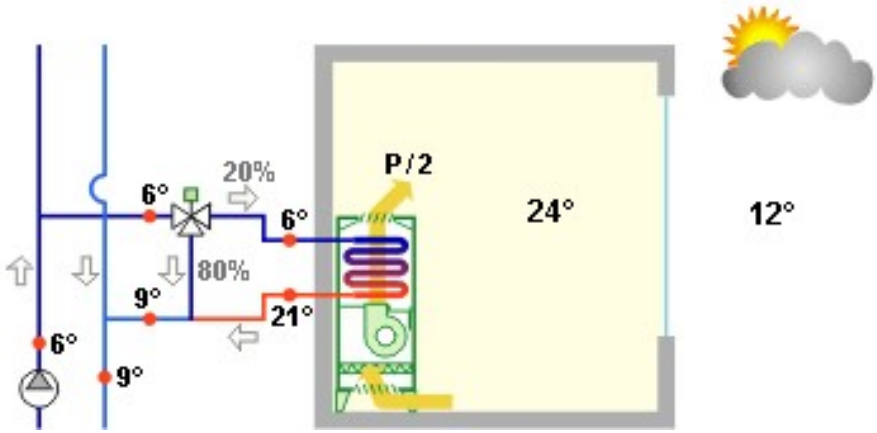
Dimensionnement nominal plein été



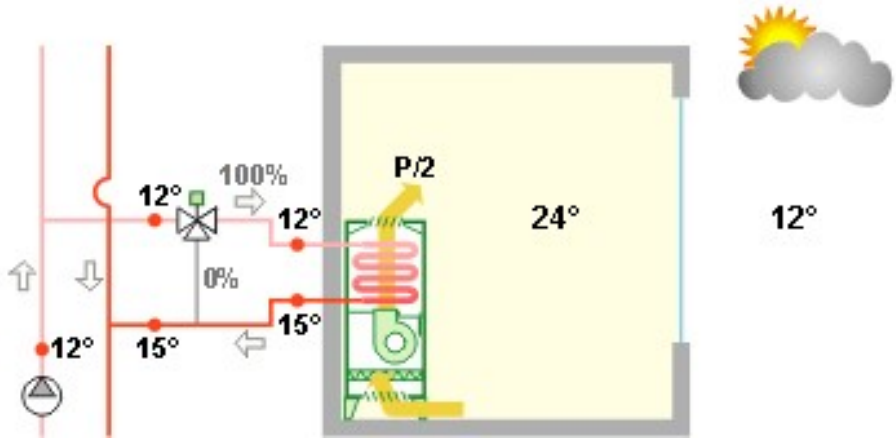
Température moyenne de l'échangeur de 9°C

Et en mi-saison ?...

Solution 1



Solution 2

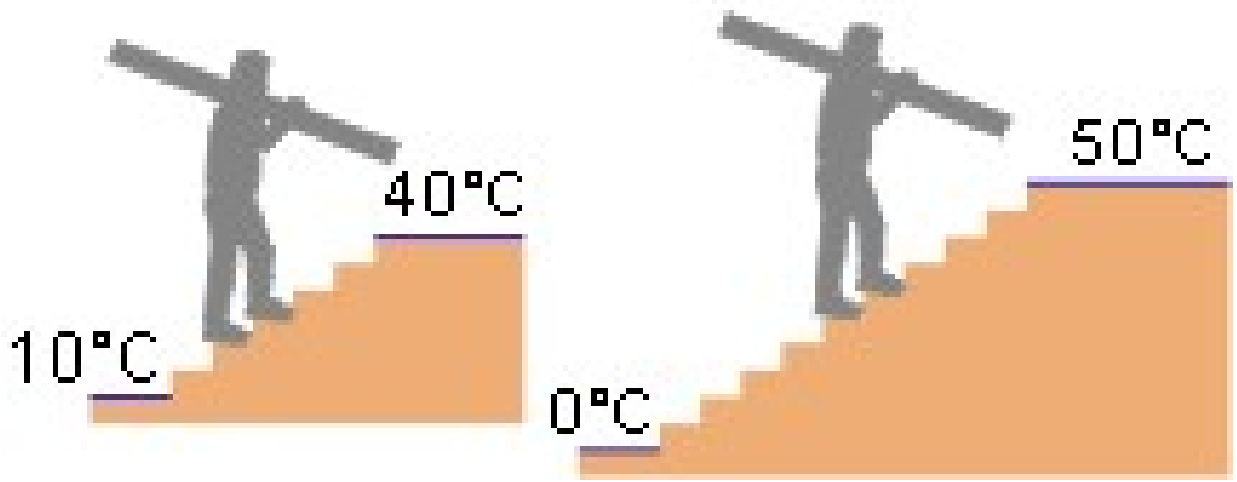


⇨ **départ de l'eau froide : 6° en été, 9° en mi-saison, 12° en hiver**

AUGMENTER LA TEMPÉRATURE D'EAU GLACÉE ?

N Intérêt de l'opération ?

- Augmenter la performance de la machine frigorifique

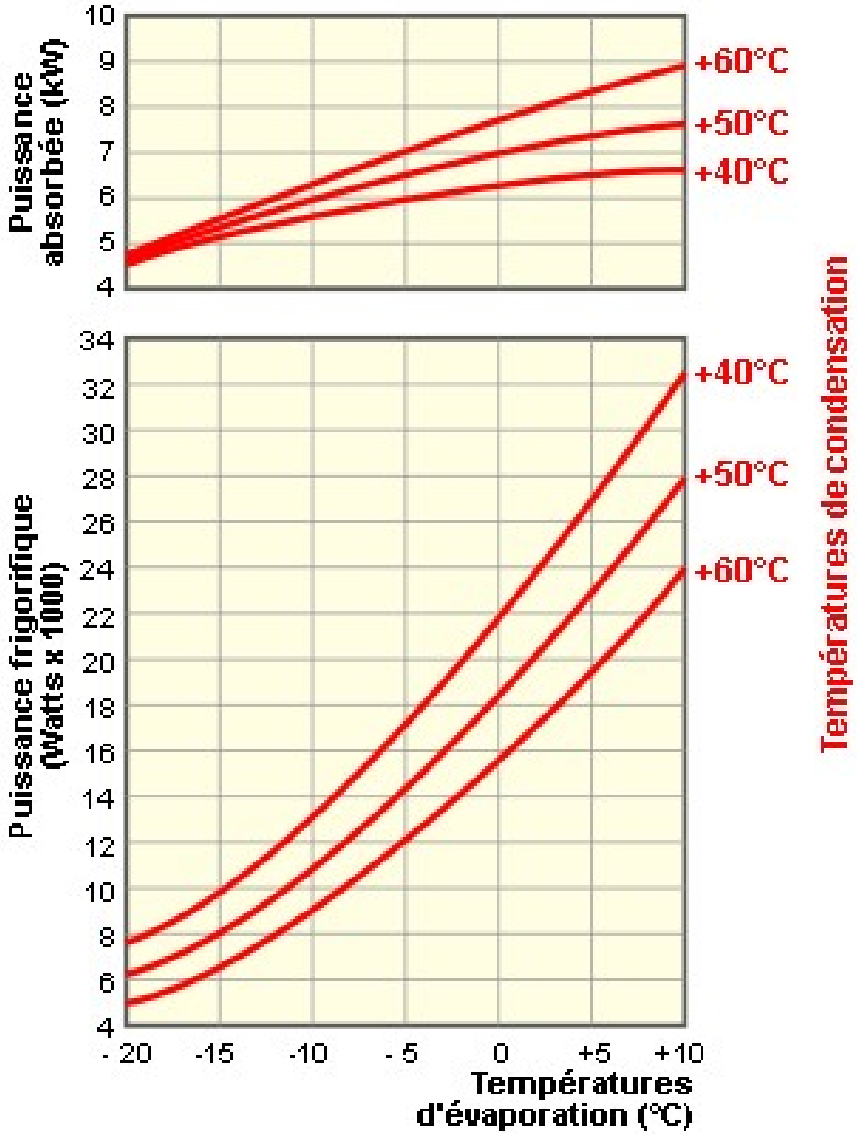


1°C en plus à l'évaporateur, c'est 3 % de consommation en moins
1°C en moins au condenseur, c'est 3 % de consommation en moins

FAVORISER UNE FAIBLE TEMPÉRATURE DE CONDENSATION

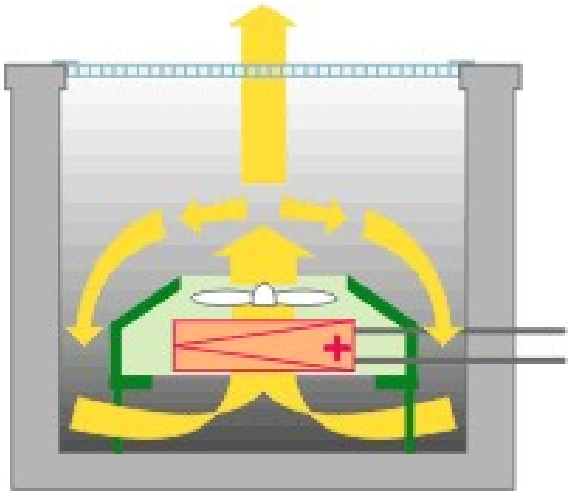
Extrait d'un catalogue de fabricant :

1°C en moins au condenseur, c'est 3 % de consommation électrique en moins



FAVORISER UNE FAIBLE TEMPÉRATURE DE CONDENSATION

- Eviter la recirculation de l'air autour de la tour de refroidissement
- Vérifier l'état de propreté du condenseur

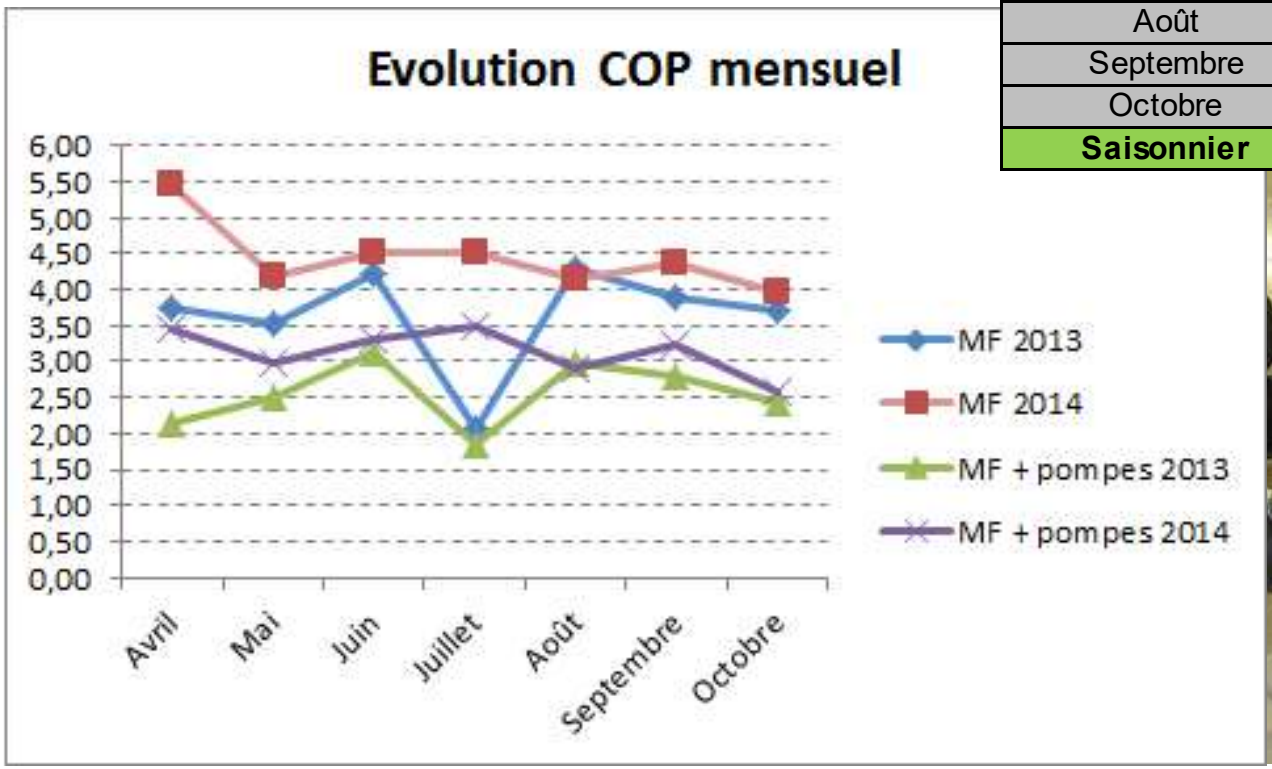


PERFORMANCE DE LA PRODUCTION DE FROID

N Mesure du COP de la production de froid

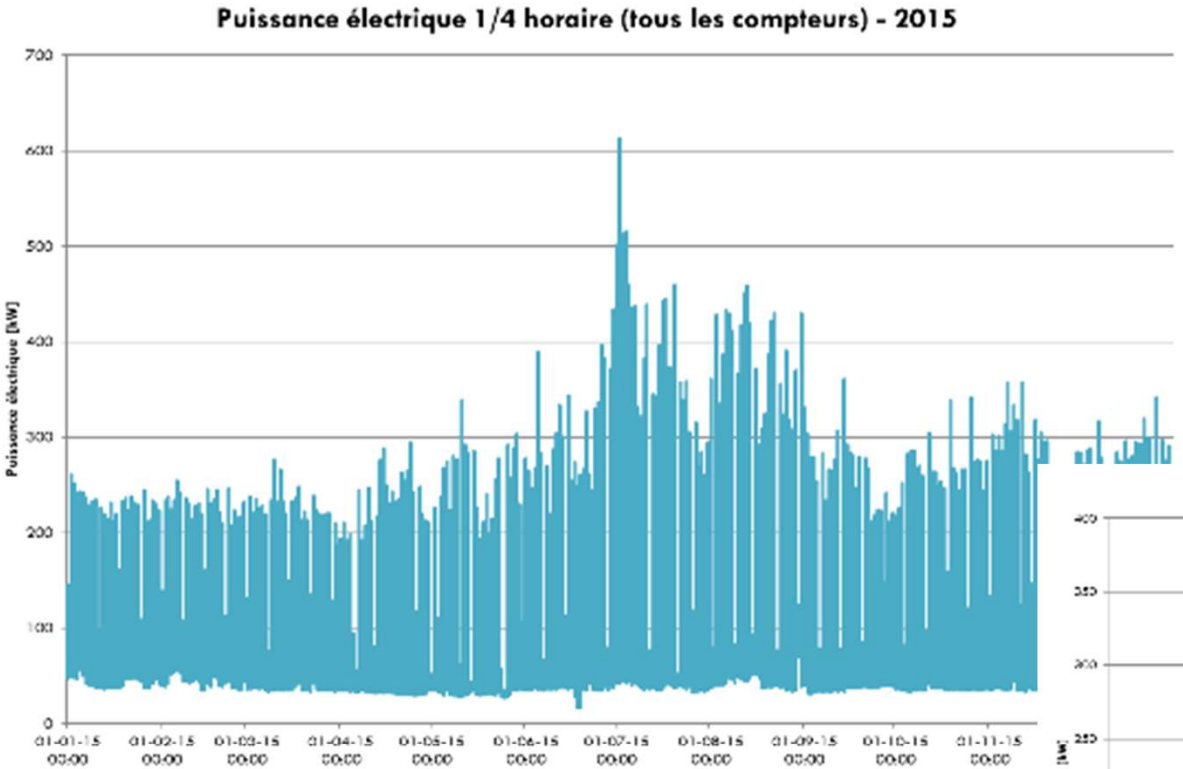
- Compteur électrique sur la machine frigo et les pompes
- Compteur de chaleur

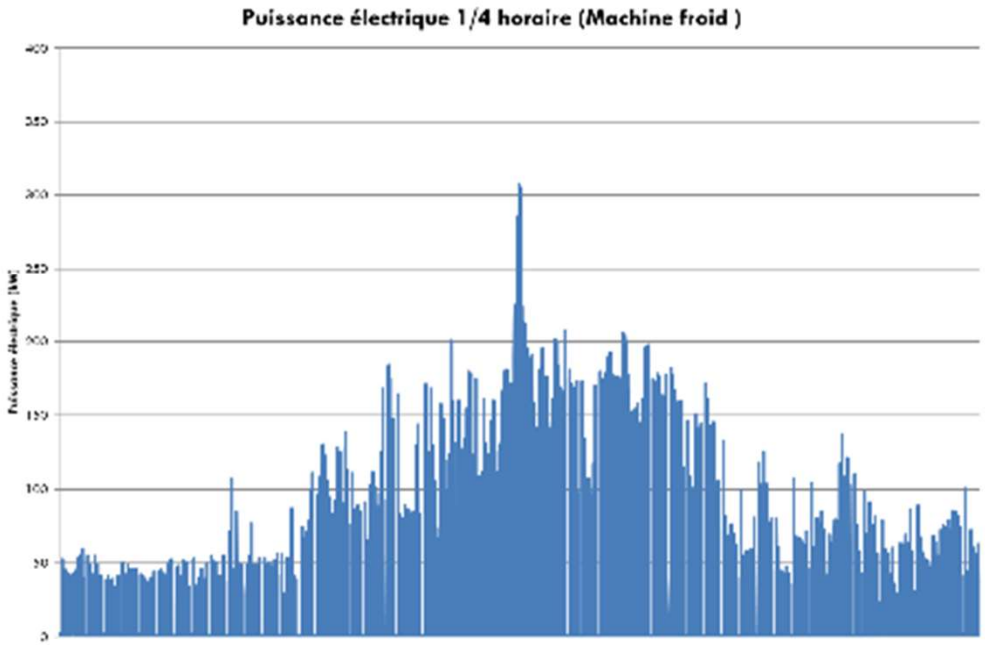
COP MF + pompes	2013	2014
Avril	2,14	3,46
Mai	2,51	2,96
Juin	3,13	3,31
Juillet	1,86	3,51
Août	2,97	2,92
Septembre	2,80	3,25
Octobre	2,42	2,57
Saisonnier	**2,58**	**3,16**



QUAND EST-CE QUE LES MACHINES FRIGORIFIQUES TOURNENT ?

N Analyse du profil électrique quart-horaire

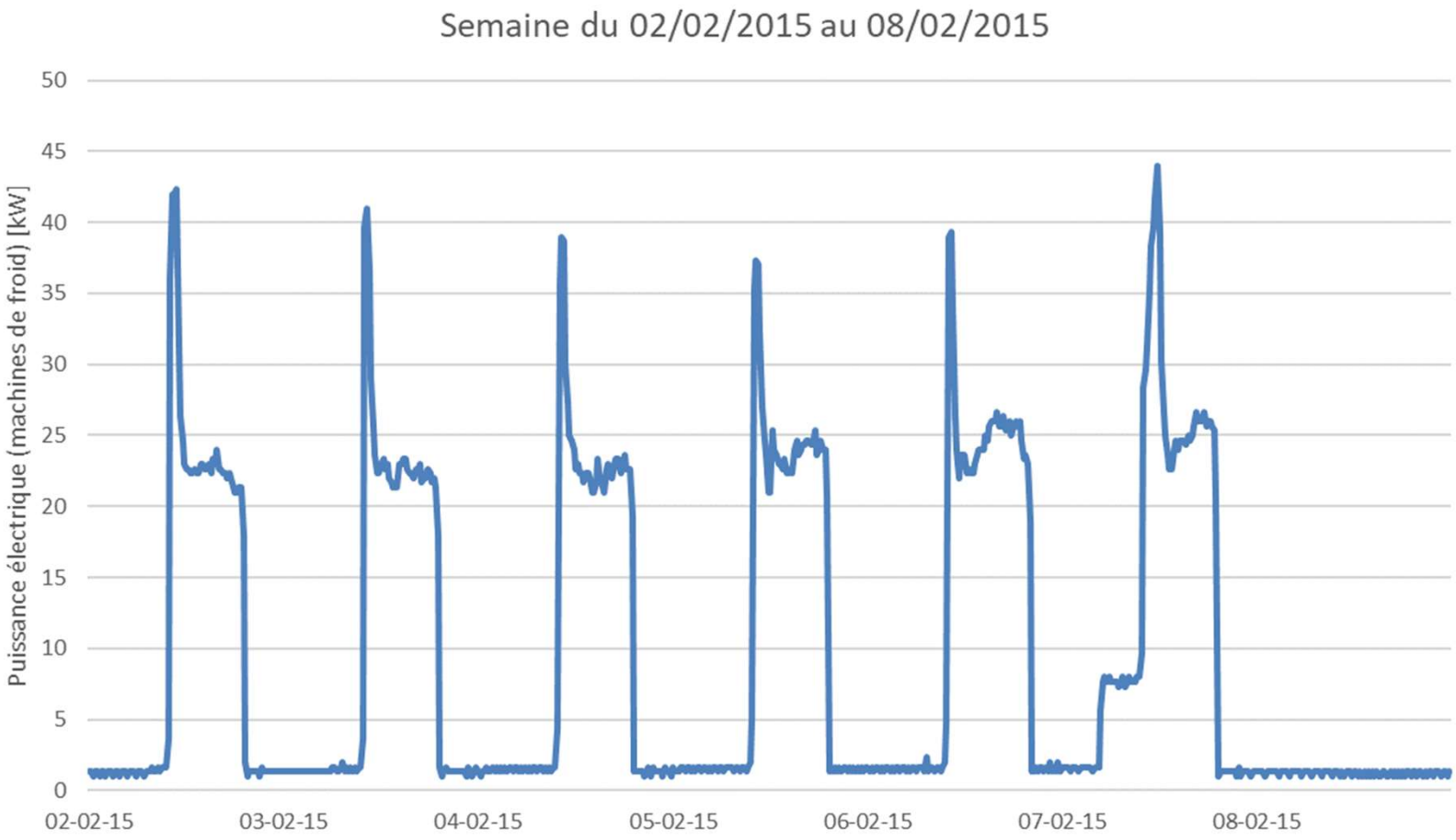




QUAND EST-CE QUE LES MACHINES FRIGORIFIQUES TOURNENT ?

N Analyse du profil électrique quart-horaire

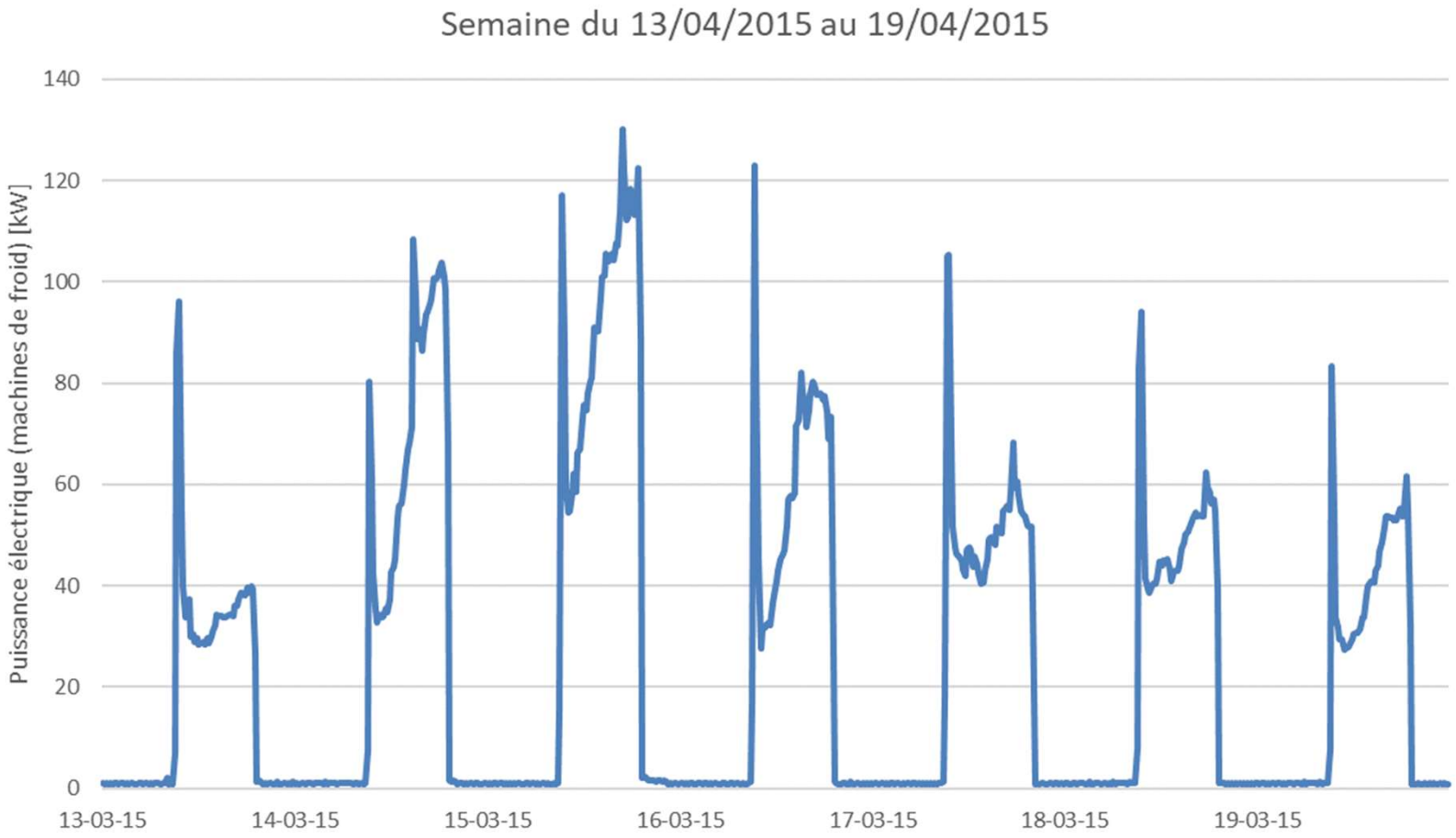
- En période hivernale



QUAND EST-CE QUE LES MACHINES FRIGORIFIQUES TOURNENT ?

N Analyse du profil électrique quart-horaire

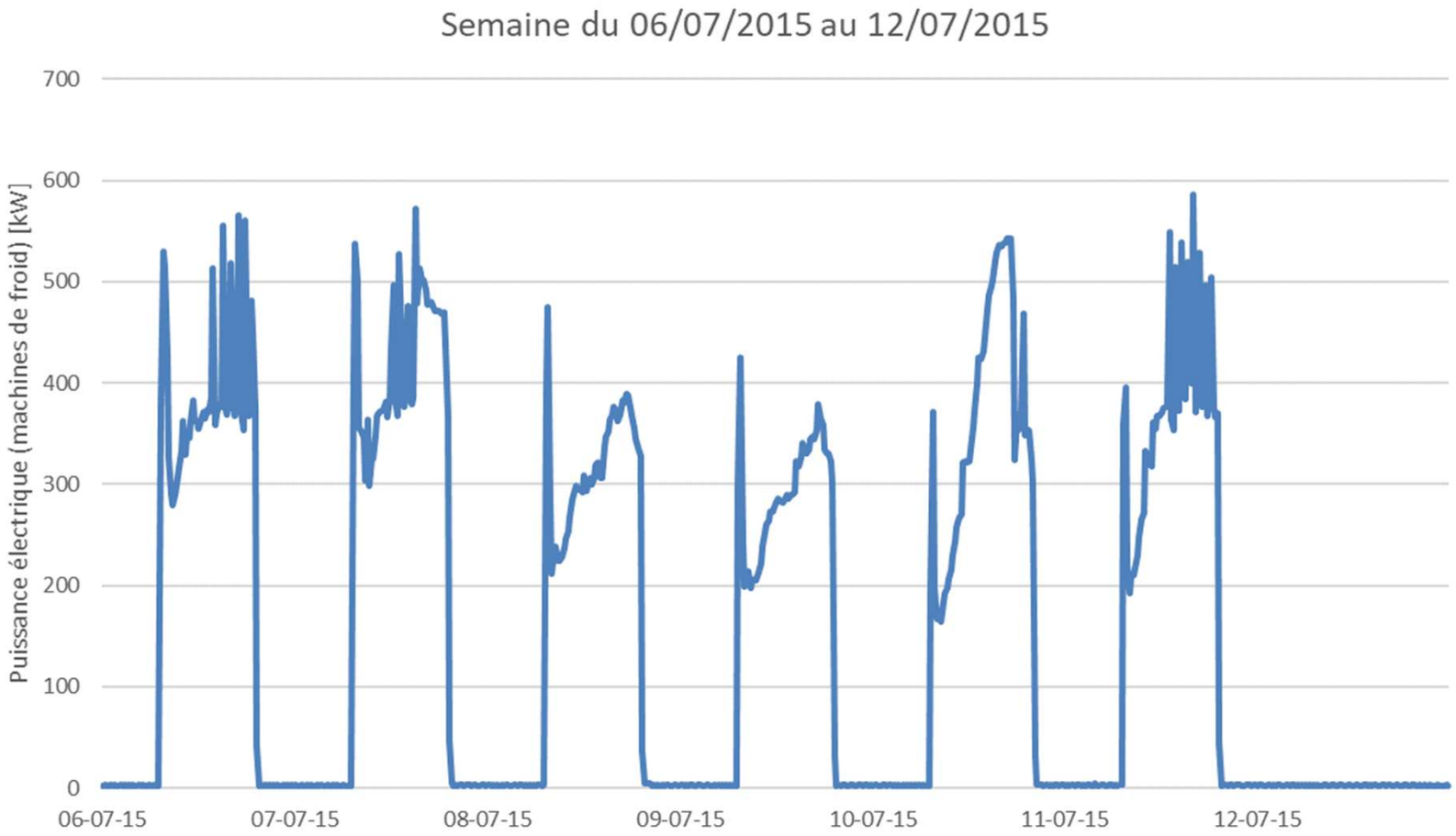
- En mi-saison



QUAND EST-CE QUE LES MACHINES FRIGORIFIQUES TOURNENT ?

N Analyse du profil électrique quart-horaire

- En période estivale

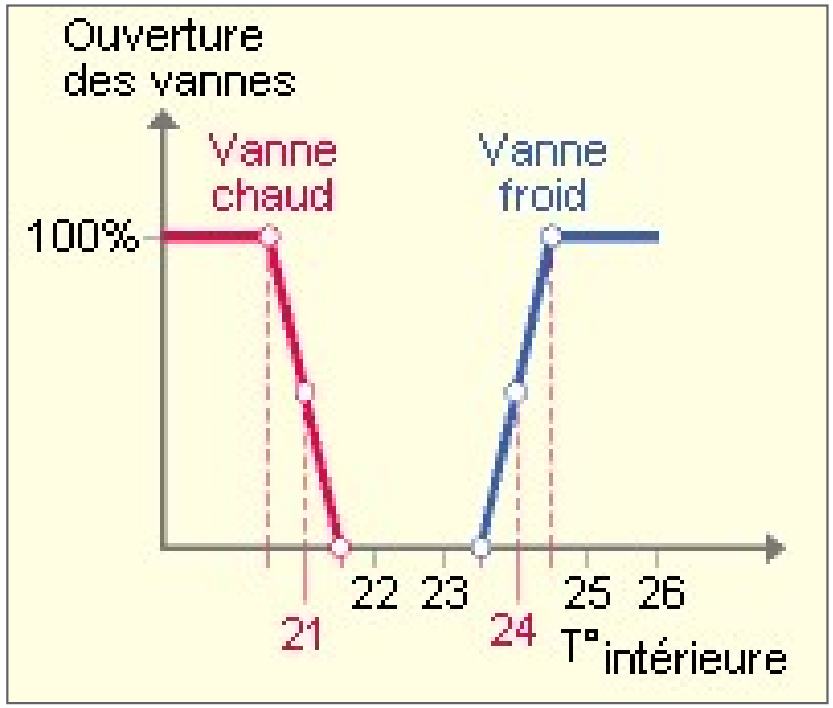


Y A-T-IL DESTRUCTION D'ÉNERGIE LOCALEMENT ?

N Existence d'une zone neutre entre chauffage et refroidissement ?

Localement : garder une consigne flottante entre chauffage et refroidissement

…pour éviter toute destruction d'énergie entre chaud et froid.



Au niveau central : bloquer l'enclenchement du groupe de froid en dessous de …13°C…15°C extérieur.

A vérifier : - radiateur et climatiseur ?

- radiateur et pulsion VAV ?
- ventilos "maîtres-esclaves" ?

CONTRÔLE DE LA CLIMATISATION – EXEMPLE 1

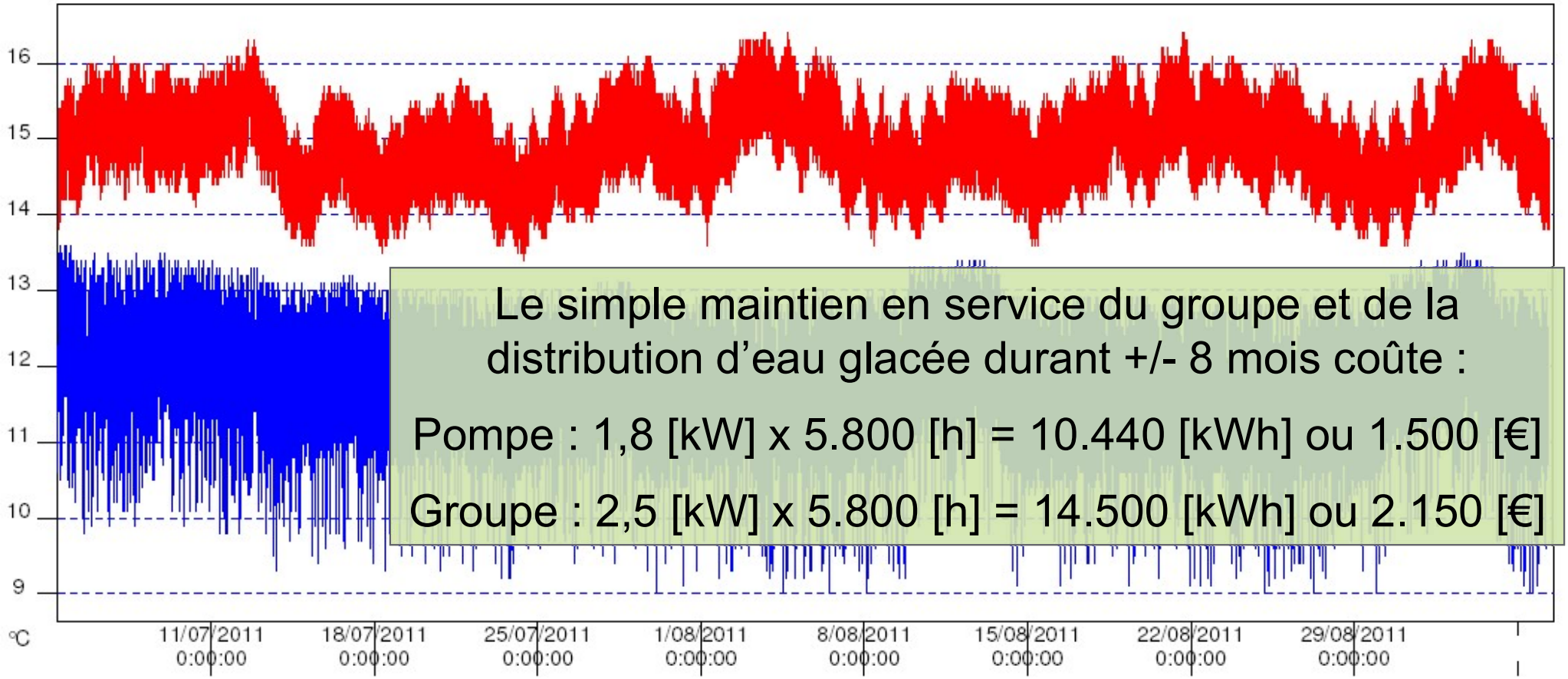
Immeuble de bureaux construit en 1990

- Superficie utile de 2.450 m²
  - Groupe frigorifique de 140 kW en service toute l'année …

CONTRÔLE DE LA CLIMATISATION - EXEMPLE 1

Campagne de mesures estivale sur la boucle d'eau glacée

- Quid du régime d'eau glacée ?
  - Horaire de fonctionnement ?



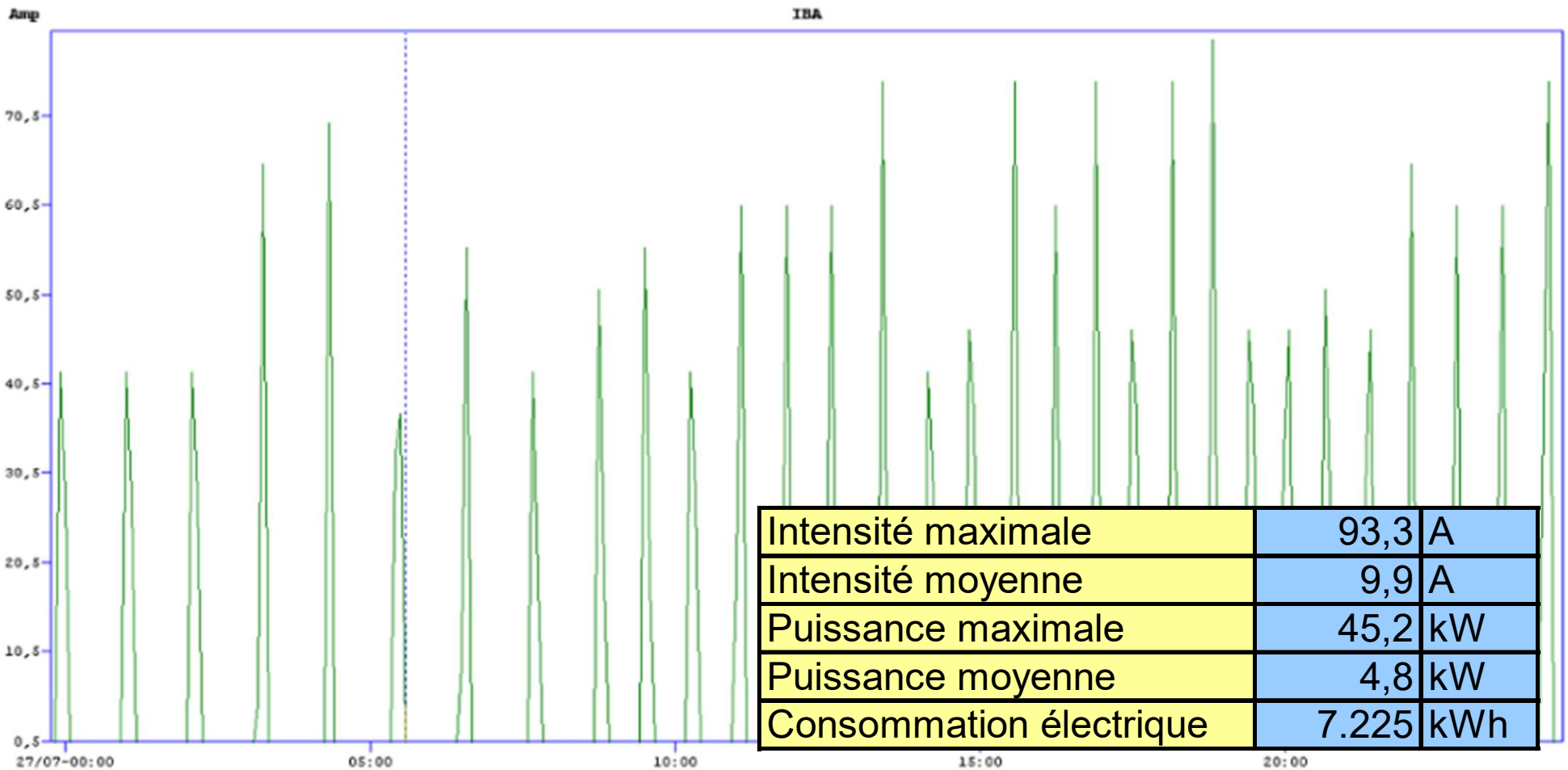
Le simple maintien en service du groupe et de la distribution d'eau glacée durant +/- 8 mois coûte :

Pompe : 1,8 [kW] x 5.800 [h] = 10.440 [kWh] ou 1.500 [€]

Groupe : 2,5 [kW] x 5.800 [h] = 14.500 [kWh] ou 2.150 [€]

CONTRÔLE DE LA CLIMATISATION - EXEMPLE 1

Campagne de mesures estivale sur l'intensité électrique absorbée via pose de pinces ampèremétriques

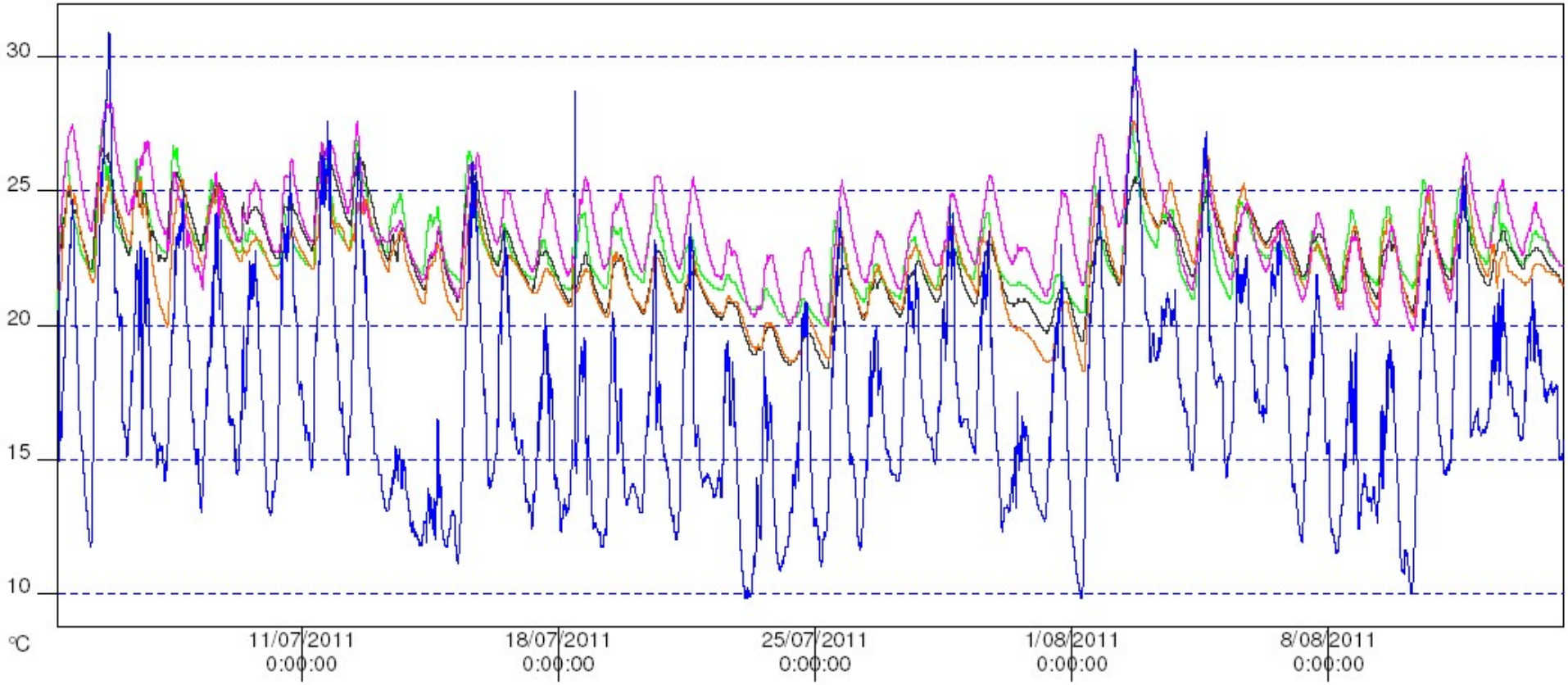


Intensité maximale	93,3	A
Intensité moyenne	9,9	A
Puissance maximale	45,2	kW
Puissance moyenne	4,8	kW
Consommation électrique	7.225	kWh

CONTRÔLE DE LA CLIMATISATION - EXEMPLE

Campagne de mesures estivale

- Quid de la température ambiante dans les bureaux ?
- La climatisation a-t-elle été fortement sollicitée ?

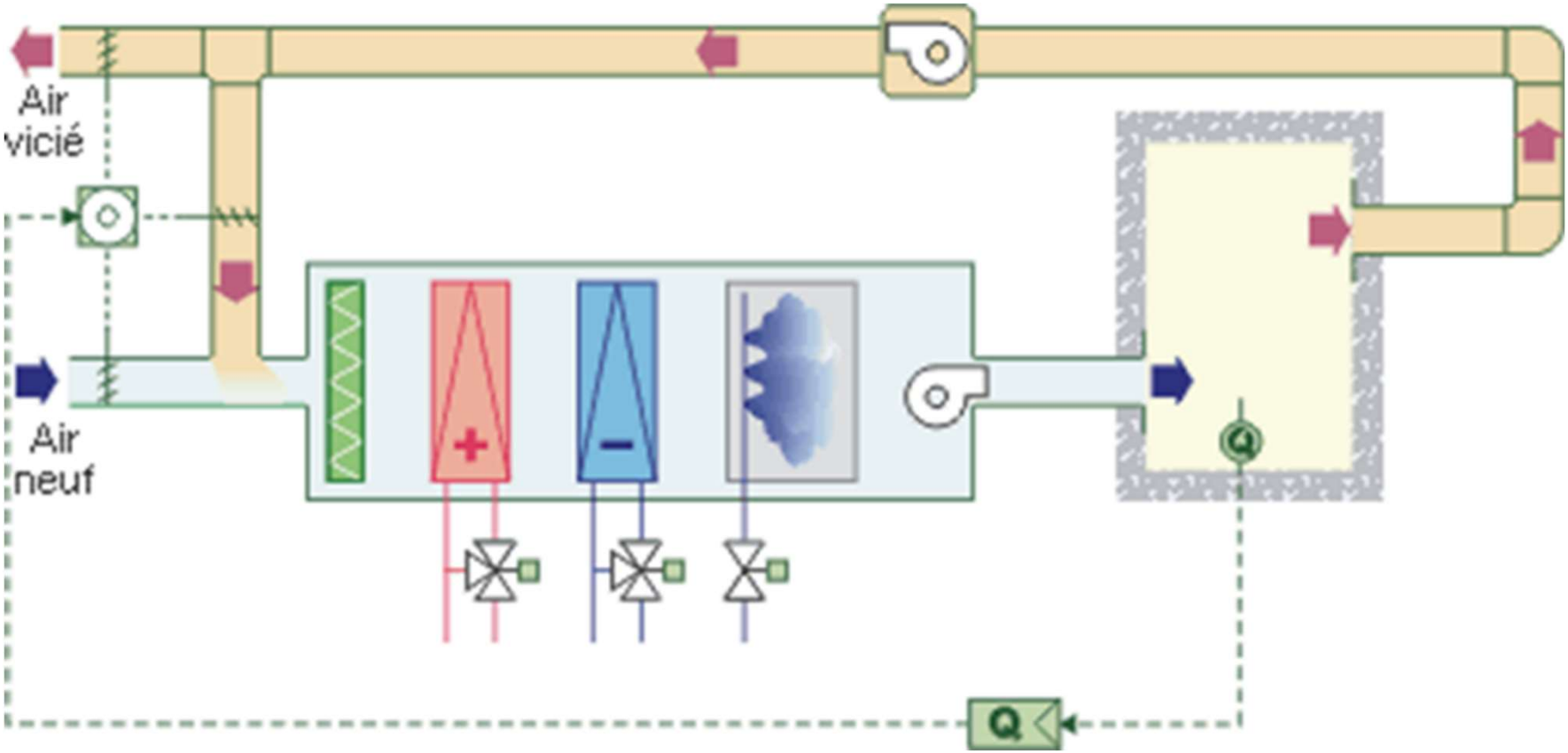


Quid du contrôle local ?

N Quid si un occupant oublie de couper la clim dans son bureau ?

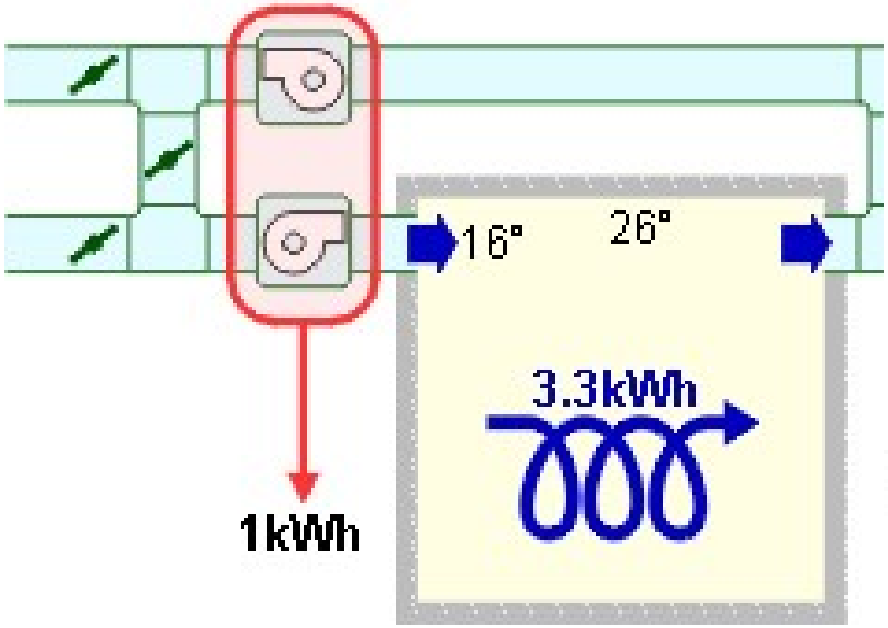
LE FREE-COOLING MÉCANIQUE EST-IL ENVISAGEABLE ?

Un passage à 100% d'air neuf est possible la nuit mais …

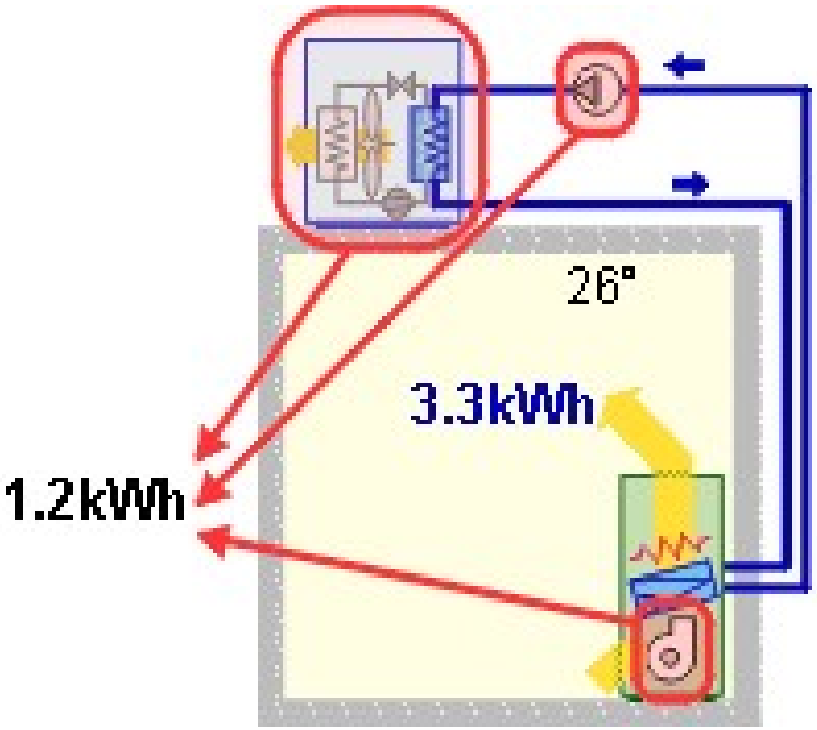


LE FREE-COOLING MÉCANIQUE EST-IL ENVISAGEABLE ?

… mais n'actionner le free-cooling de nuit que si le DT° dépasse 8°C
Pour calculer le ΔT :
4.500 [m³/h] x 0,34 [Wh/m³.°C] x ΔT [°C]) = 4,1 [kW] x 2,75 [COP]



Apporter la même quantité de froid par la ventilation avec un rendement énergétique au minimum équivalent au groupe de froid nécessite un ΔT > 8°C

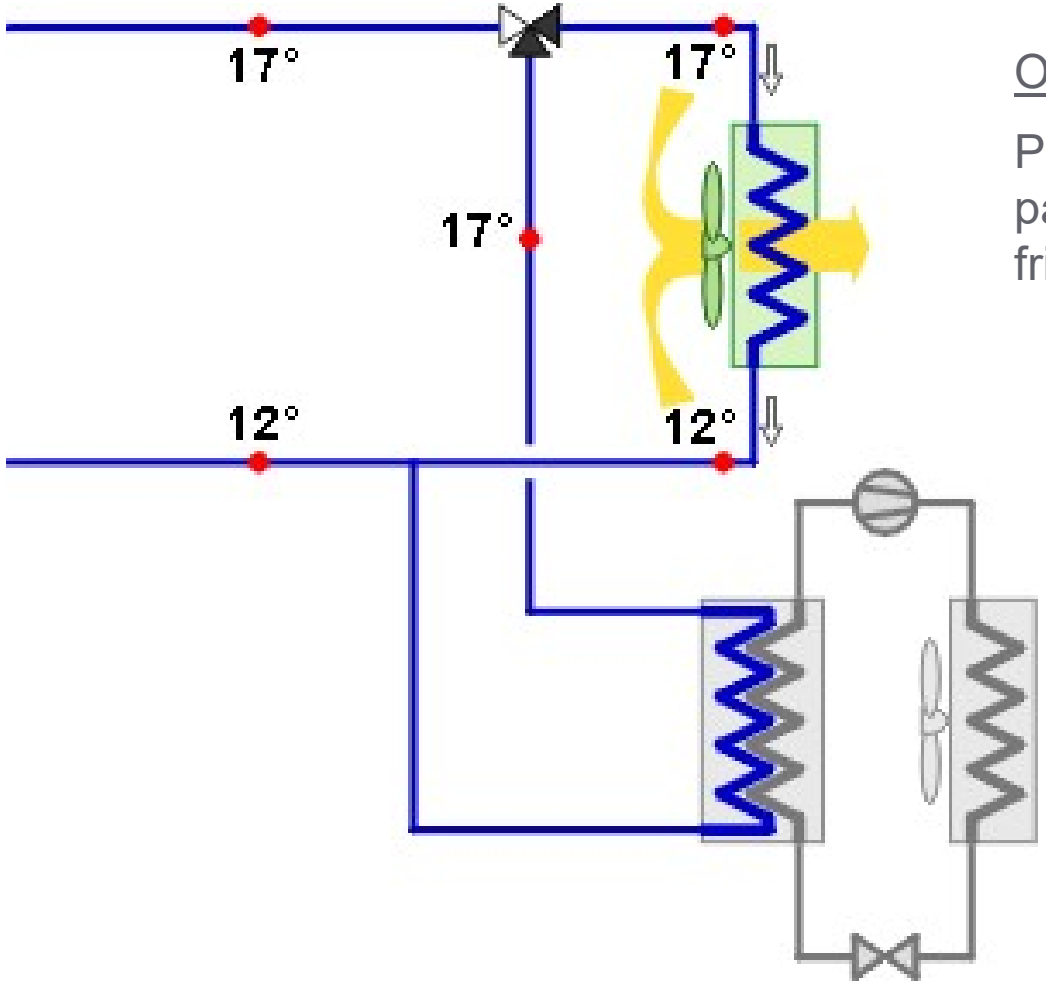


Pour produire 3,3 kWh de froid, on consomme 1,2 kWh électrique avec un COP de 2,75

Mais attention à l'accessibilité de la masse thermique!

LE FREE-CHILLING EST-IL ENVISAGEABLE ?

N Si fonctionnement de la machine frigorifique en hiver

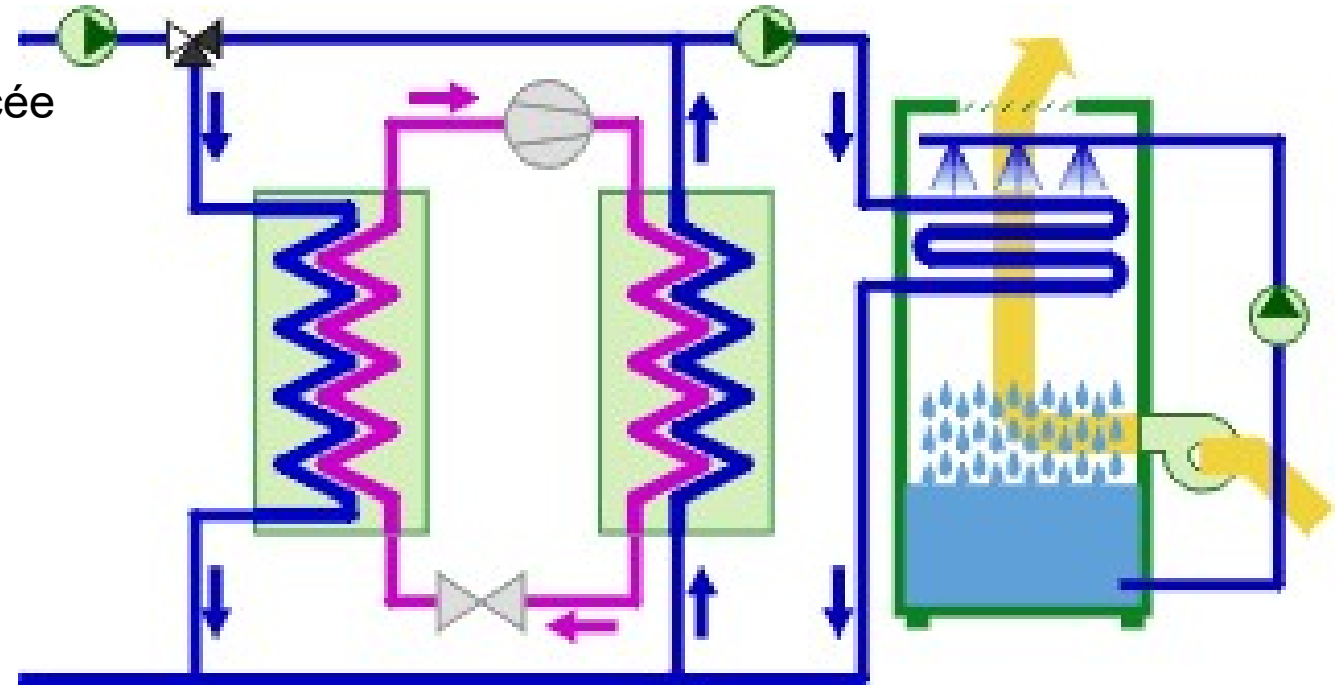


Option 1 :

Pose d'un aéro-refroidisseur en parallèle avec la machine frigorifique

LE FREE-CHILLING EST-IL ENVISAGEABLE ?

11°C
eau glacée



6°C

Option 2 :

By-pass de la machine frigorifique vers la tour de refroidissement…

Evaporateur

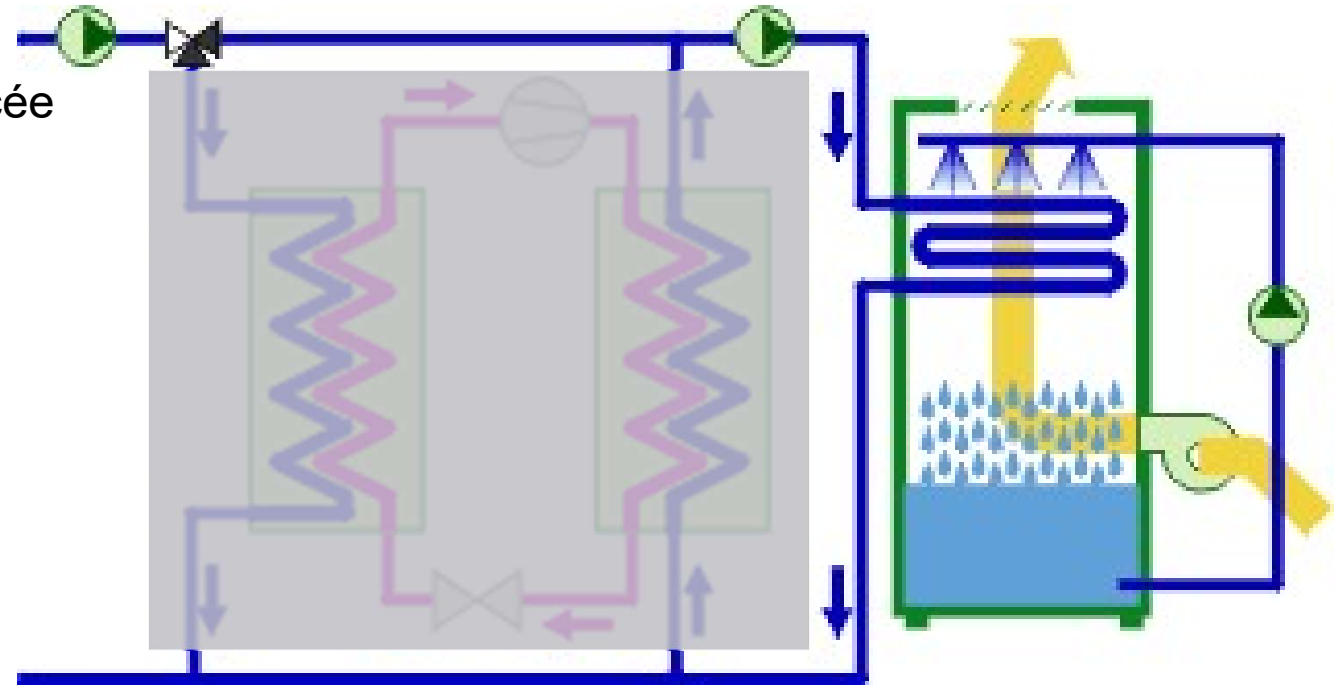
Condenseur à eau

Tour de refroidissement

LE FREE-CHILLING EST-IL ENVISAGEABLE ?

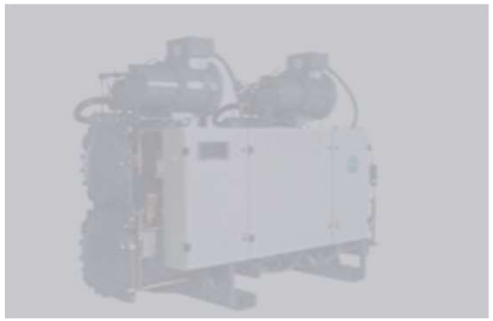
… qui est refroidie par de l'air extérieur à moins de 3°C

11°C
eau glacée



6°C

Machine frigorifique
à l'arrêt



Tour de refroidissement

Et si l'émetteur travaille au régime 15-17°C, le free-chilling peut se mettre en place dès que la T° ext. descend sous les 12°C

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- Ventilation : check-list p6
  - Importance de la maintenance des centrales de traitement d'air
  - Le débit de ventilation doit être adapté à l'occupation (au minimum via une régulation horaire)
- Froid : check-list p26
  - Etre attentif au zonage et à la destruction d'énergie
  - Importance du contrôle du fonctionnement des groupes de froid (régulation)
  - Température d'eau glacée plus élevée à favoriser

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

Demain, au retour dans mon institution, je ...

1.

2.

3.

4.

5.

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

Demain, au retour dans mon institution, je ...

1. contrôle l'état de propreté des installations de traitement d'air
2. contrôle le paramétrage de la régulation (horaire, consignes) des installations de ventilation
3. contrôle le paramétrage de la régulation des installations de climatisation (horaire, consignes)
4. vérifie la régulation locale
5. vérifie s'il est possible de diminuer le besoin de refroidissement actif et si un free-cooling peut être envisagé

Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème ENERGIE
  - Dossier | Appliquer une stratégie de refroidissement passif
  - Dossier | Limiter les charges thermiques
  - Dossier | Choisir les meilleurs modes de production de refroidissement renouvelable
  - Dossier | Concevoir un système de ventilation énergétiquement efficace
  - Solution | Filtres d'une installation de ventilation
  - Solution | Filtres d'une installation de ventilation
  - Dossier | Assurer le confort respiratoire
  - Solution | Refroidissement adiabatique
  - Solution | Free-cooling
  - Solution | Puits canadien

OUTILS

Sites internet

- Energie+

Evaluer la ventilation (check-list, outils de diagnostique, …)

www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10774

Evaluer la climatisation (check-list, outils de diagnostique, …)

www.energieplus-lesite.be/index.php?id=11011

CONTACT

Jonathan FRONHOFFS

P-Works.org
+ 32 485 70 28 78
jonathan.fronhoffs@p-works.org

?

MERCI POUR VOTRE ATTENTION