

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

GESTION DE L'ÉNERGIE :
RESPONSABLE ENERGIE

AUTOMNE 2024

Diagnostic des installations de ventilation et de climatisation

Jonathan FRONHOFFS



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



QUE REGARDER? QUE FAIRE?

VENTILATION

CLIMATISATION



QUE REGARDER ? QUE FAIRE ?

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



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**

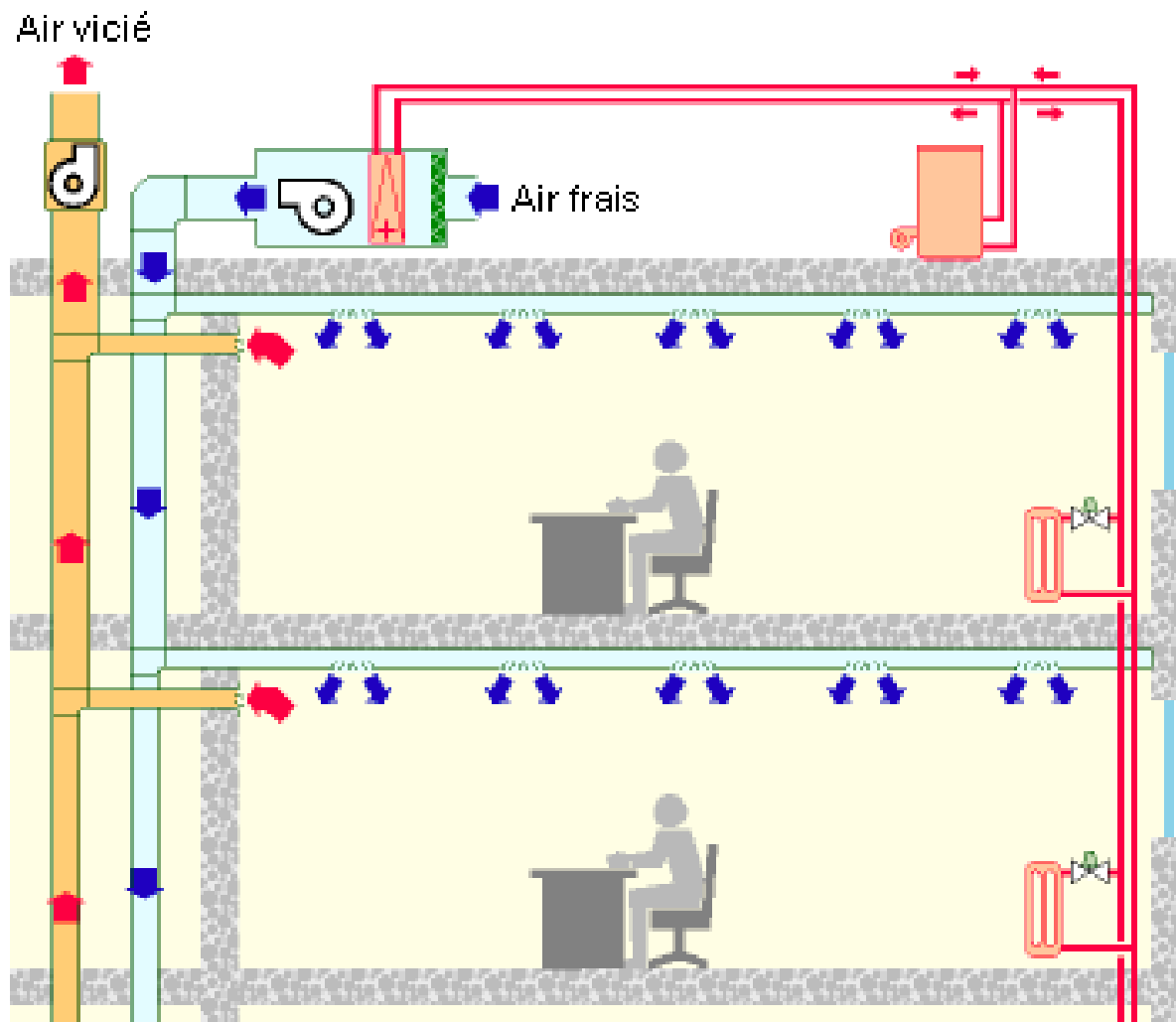
CLIMATISATION



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 ?





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 courroies (tension et usure)

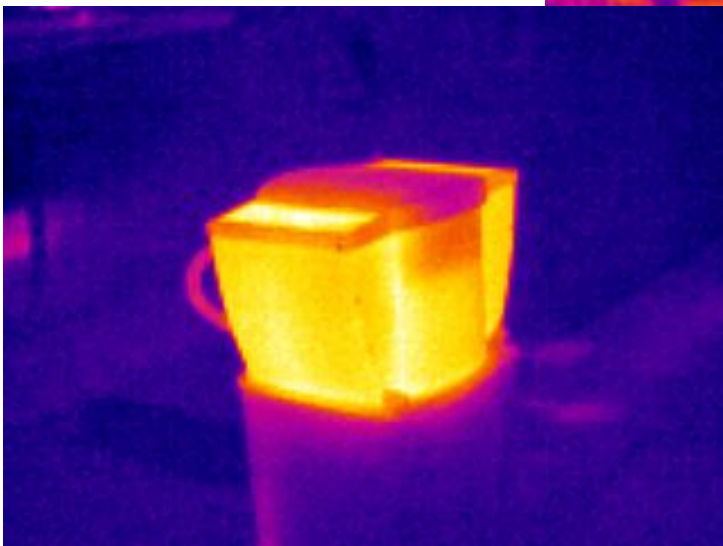
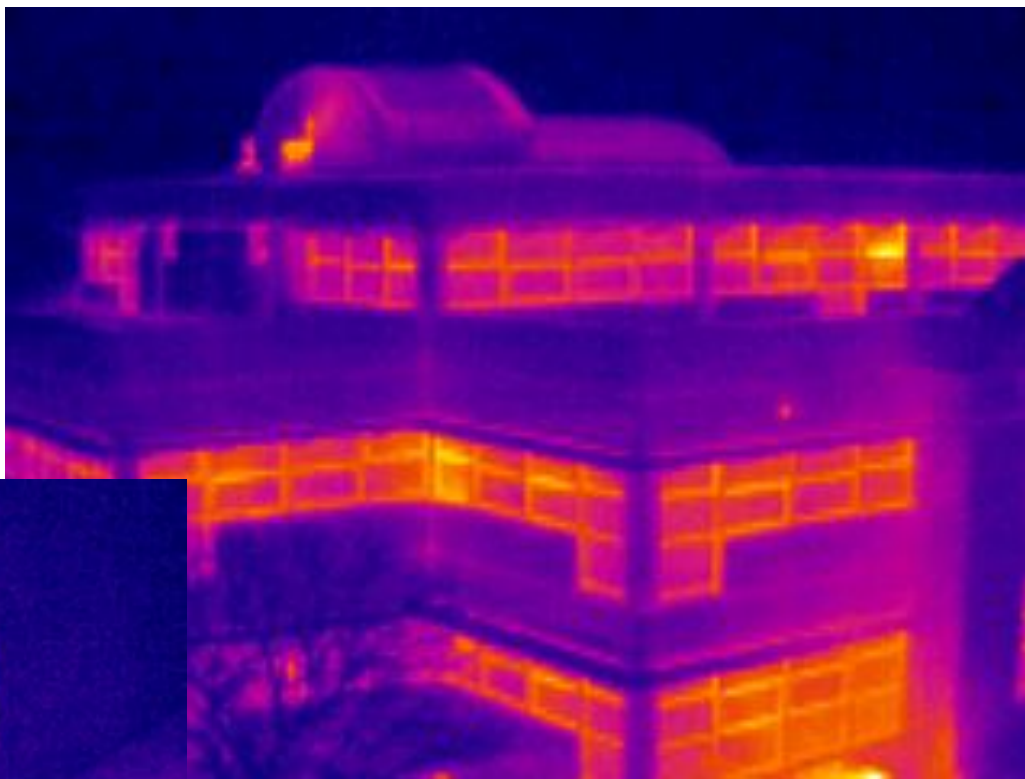


Adéquation des horaires

- ▶ 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 ?
$$3.500 \text{ [m}^3/\text{h}] \times 320 \text{ [h]} \times 0,34 \text{ [Wh/m}^3 \cdot ^\circ\text{C]} \times (21 \text{ [}^\circ\text{C]} - 5 \text{ [}^\circ\text{C]}) / 0,92$$
$$= 6.092 \text{ [kWh pci]} \text{ ou } 366 \text{ [€]} \text{ avec } 0,06 \text{ [€/kWh]}$$
 - A cela il faut ajouter l'économie électrique qui est évaluée à :
$$1,5 \text{ [kW]} \times 320 \text{ [h]} = 480 \text{ [kWh]} \text{ ou } 70 \text{ [€]} \text{ avec } 0,15 \text{ [€/kWh]}$$
 - Soit au global près de 436 [€]

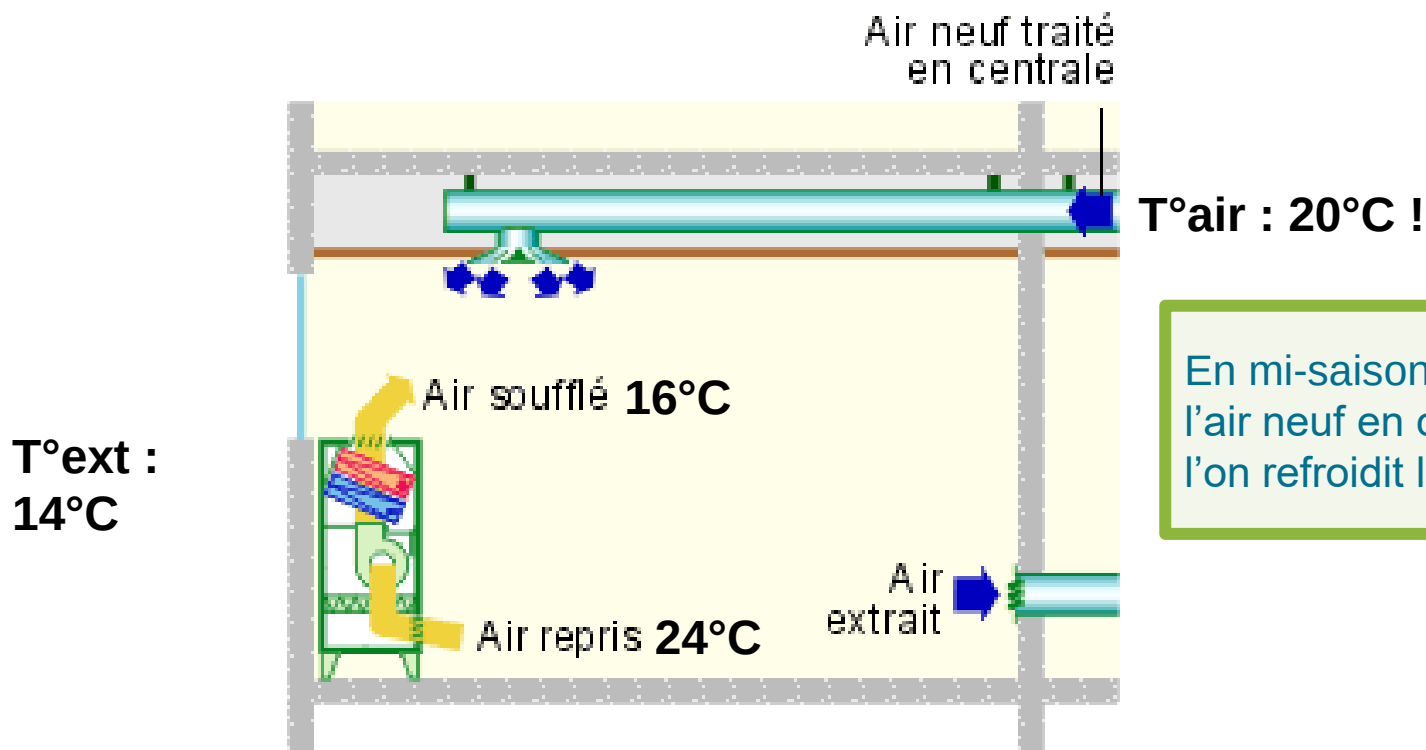


Horloge sur les extracteurs sanitaires ?



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

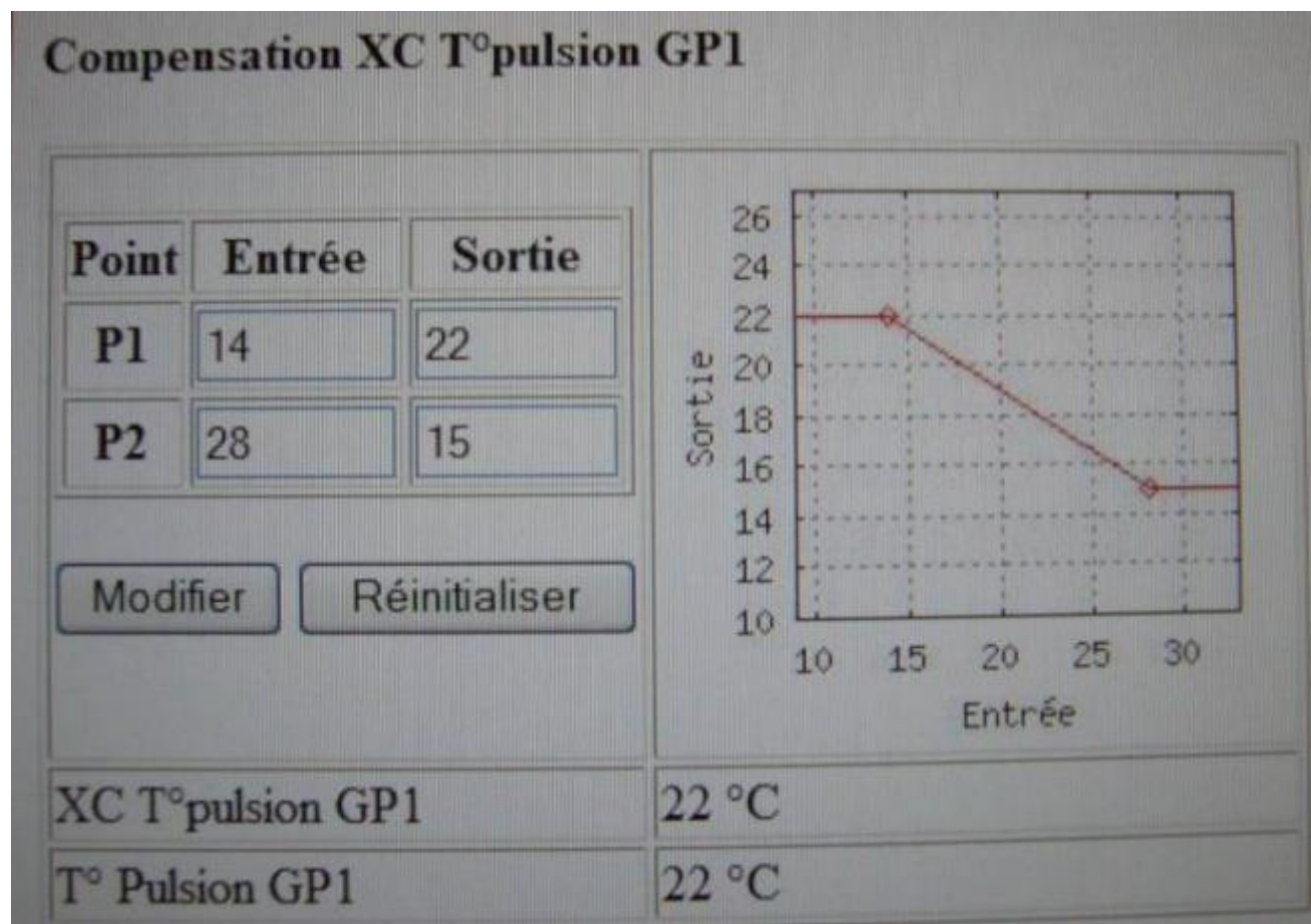


En mi-saison, ne pas chauffer l'air neuf en centrale alors que l'on refroidit les locaux ...



Adapter la température de pulsion

- ▶ Extrait d'un écran d'une GTC d'un bâtiment de bureau



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 ?
$$(40 \times 30) \text{ [m}^3/\text{h}] \times 1.920 \text{ [h]} \times 0,34 \text{ [Wh/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}] \times (21 \text{ [}^\circ\text{C]} - 5 \text{ [}^\circ\text{C]}) / 0,92$$
$$= 13.623 \text{ [kWh pci]} \text{ ou } 817 \text{ [€]} \text{ avec } 0,06 \text{ [€/kWh]}$$



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

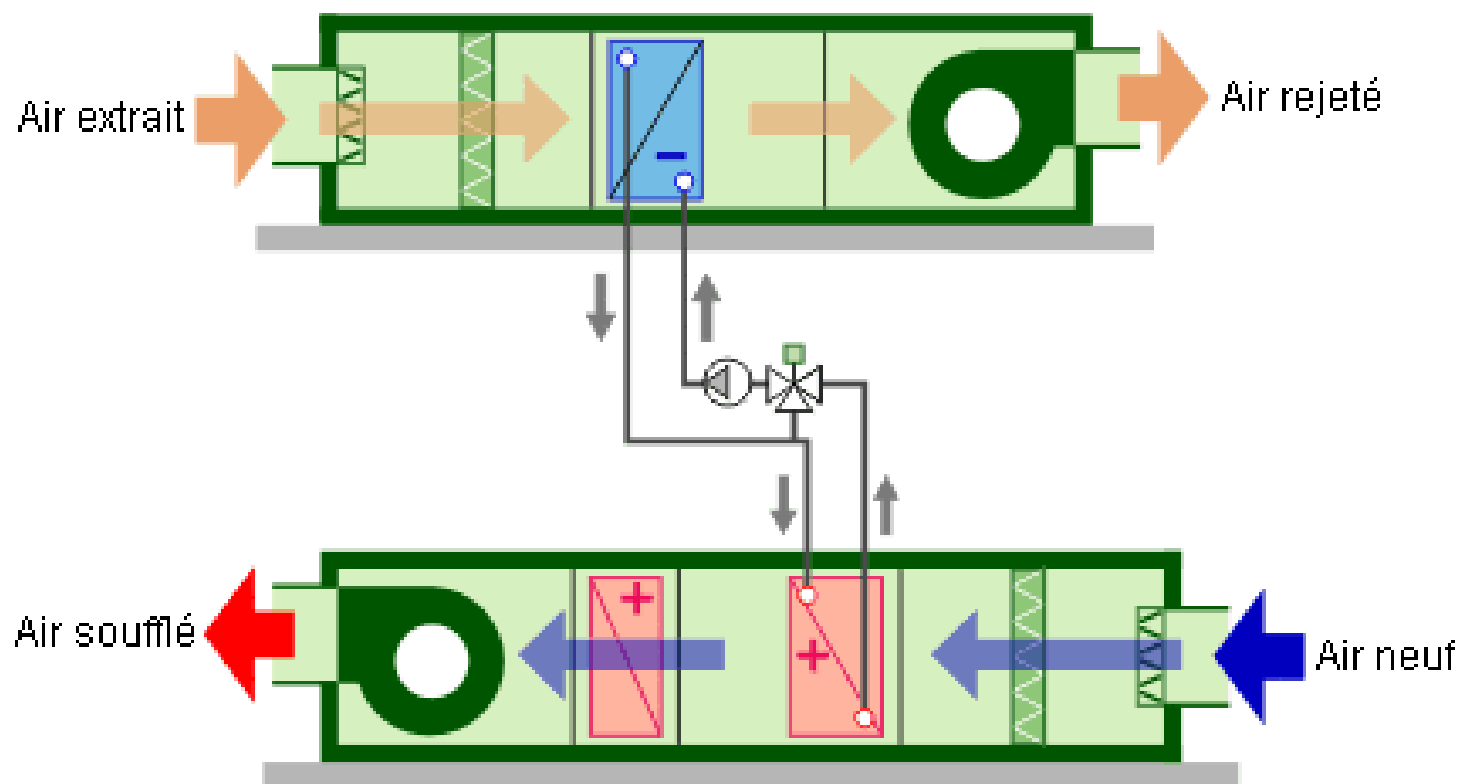
Pour un régime 5 j/sem et 10 h/j



- ▶ 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

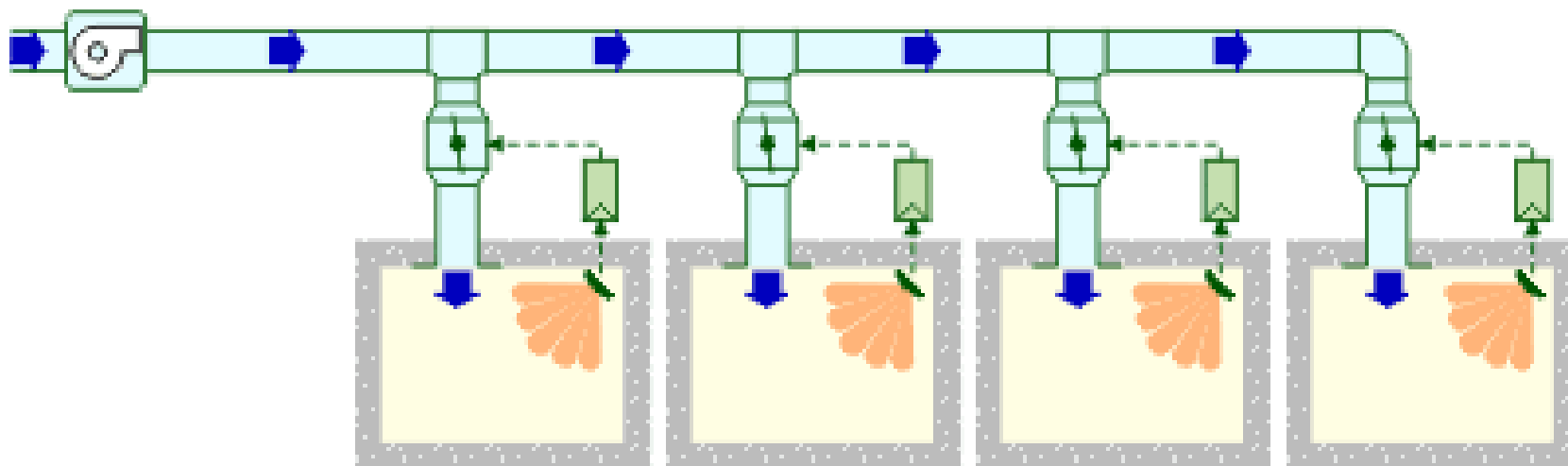


- Si la pulsion n'est pas juxtaposée à l'extraction, des solutions sont néanmoins possibles
→ Récupérateur à eau glycolée

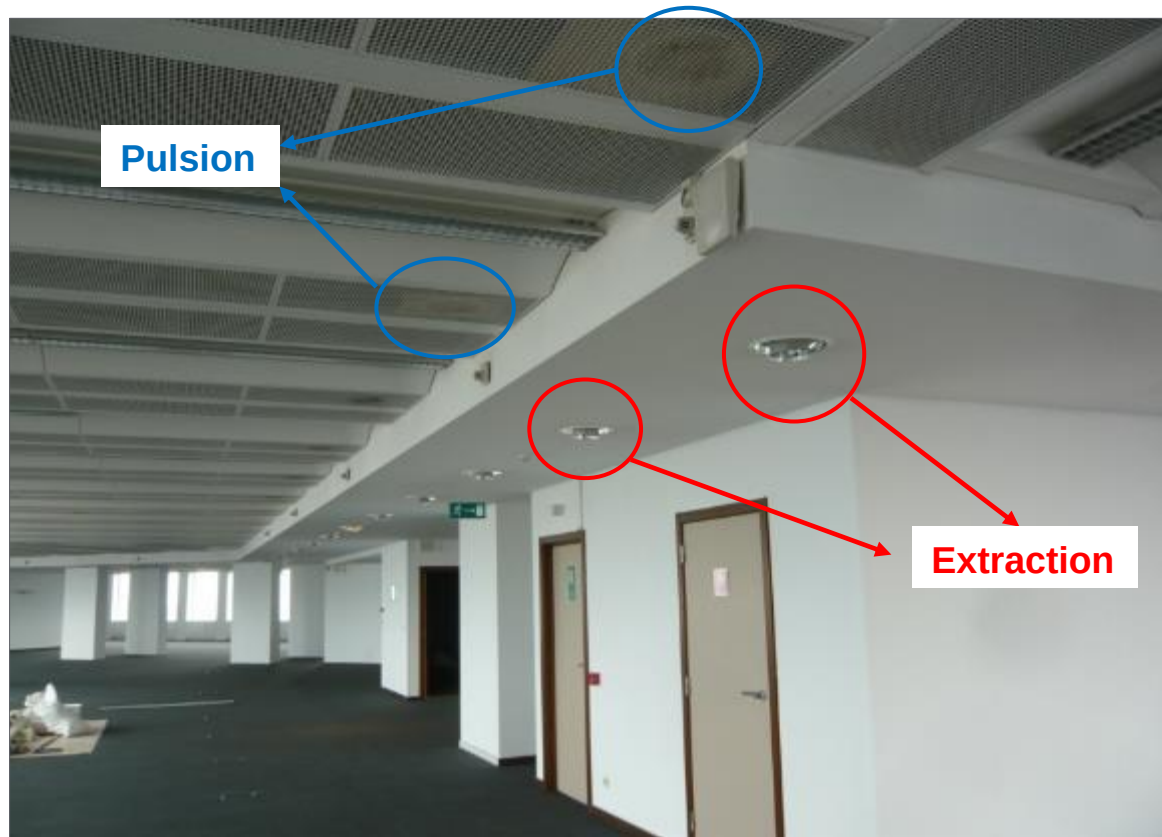


- ▶ Ventiler en fonction de l'occupation réelle
 - Via sonde CO2, via détection de présence
 - Quid si plusieurs locaux desservis par un même groupe de ventilation ?

⇒ 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



- Organisation pulsion et extraction plateau de bureaux



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



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 ?



Au niveau de la climatisation ?

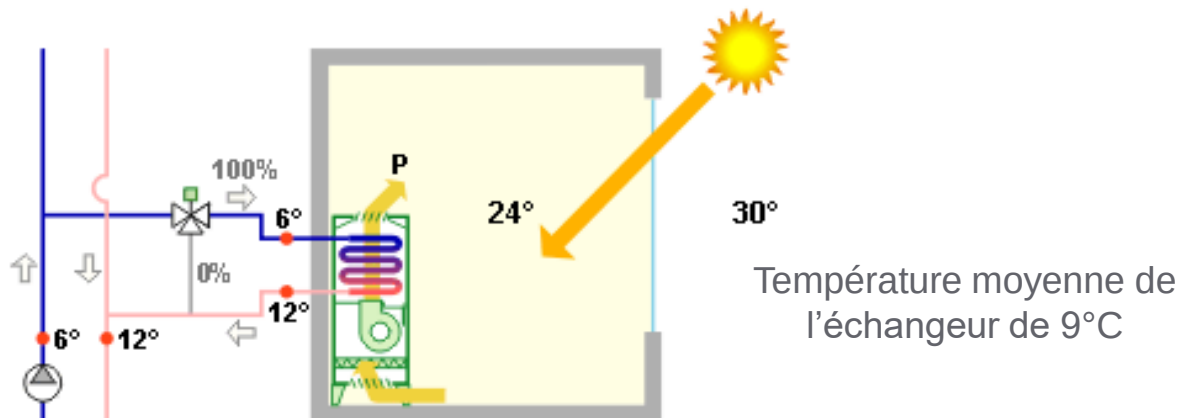
- ▶ Améliorer la performance de la machine frigorifique
 - Est-il possible d'augmenter la température d'eau glacée ?
 - Le condenseur est-il propre et bien aéré ?
- ▶ Y a-t-il un risque de destruction d'énergie ?
- ▶ La distribution d'eau glacée est-elle permanente ?
- ▶ Le groupe de froid est-il en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



AUGMENTER LA TEMPÉRATURE D'EAU GLACÉE ?

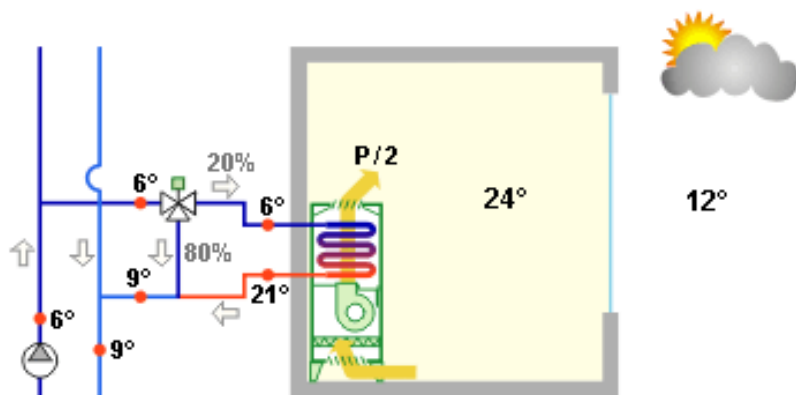
- De manière permanente ou en fonction de la saison

Dimensionnement nominal plein été

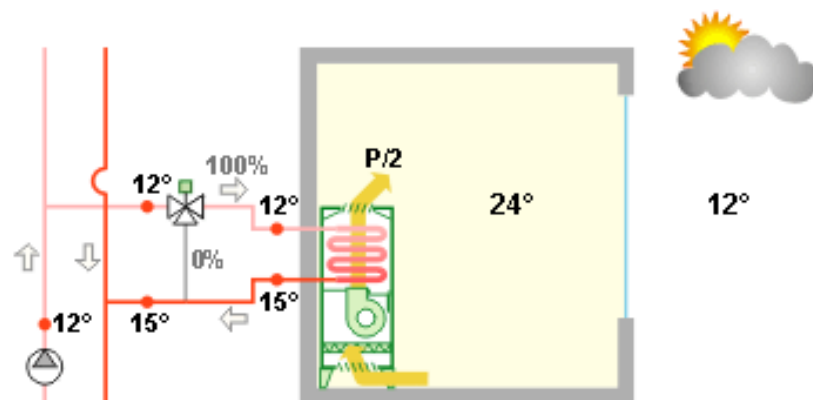


Et en mi-saison ?...

Solution 1



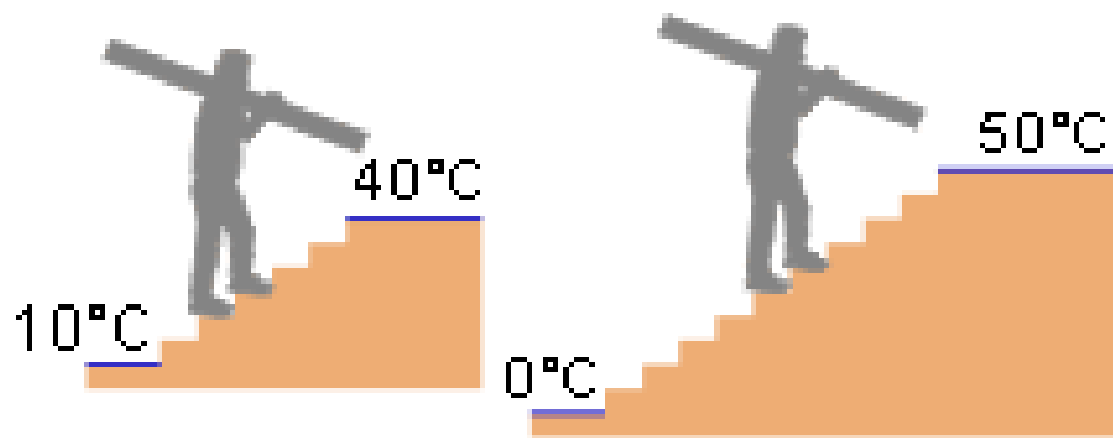
Solution 2



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



- Intérêt de l'opération ?
 - Augmenter la performance de la machine frigorifique

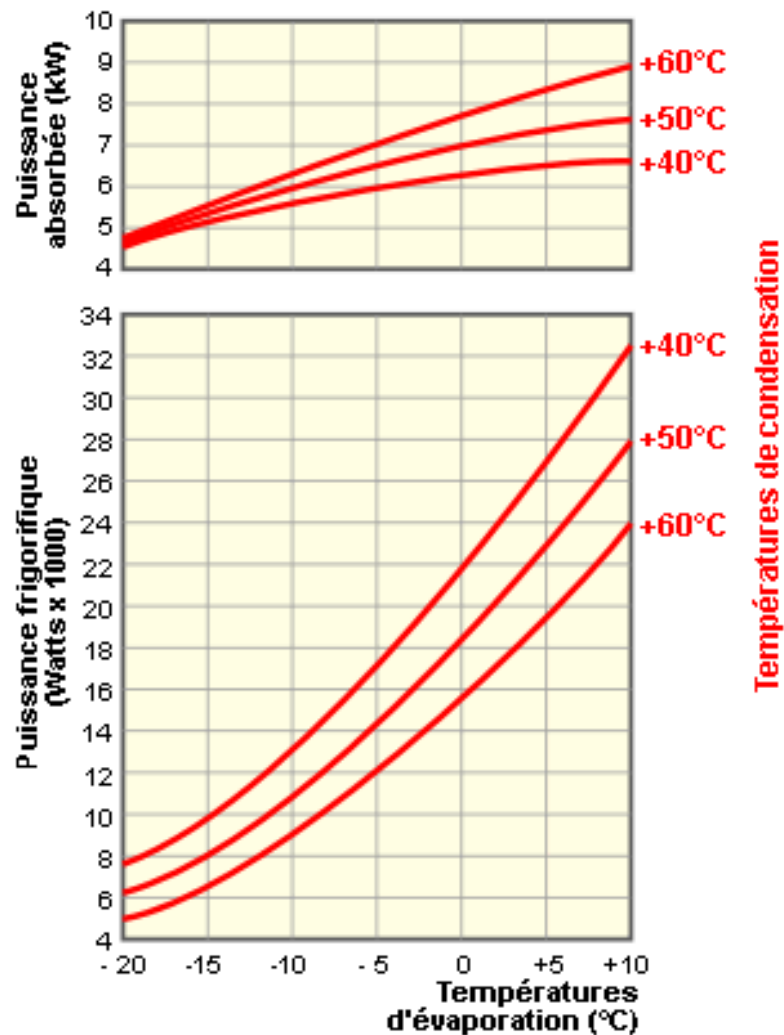


1°C en plus à l'évaporateur, c'est 3 % de consommation en moins
1°C en moins au condenseur, c'est 3 % de consommation en moins

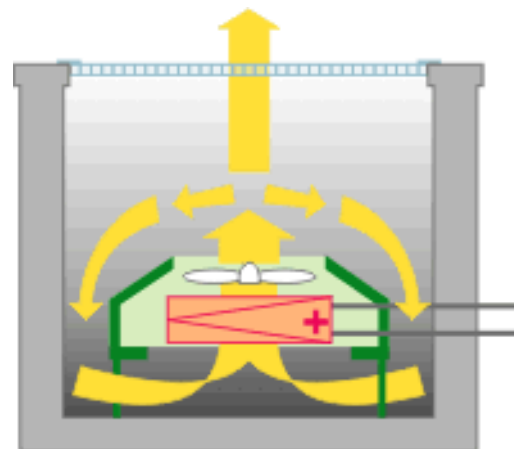


Extrait d'un catalogue de fabricant :

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



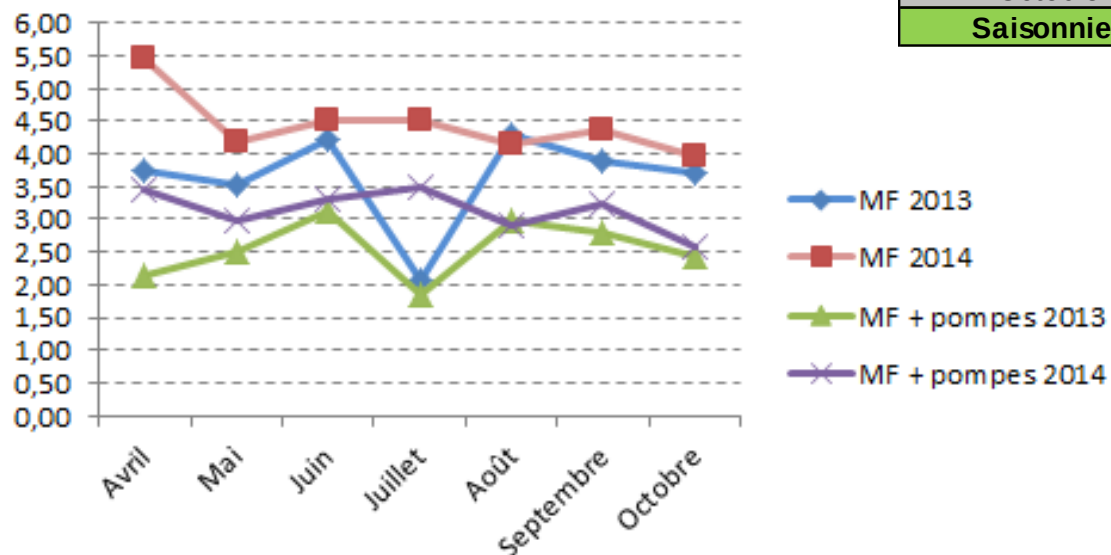
- ▶ Eviter la recirculation de l'air autour de la tour de refroidissement
- ▶ Vérifier l'état de propreté du condenseur



- Mesure du COP de la production de froid
 - Compteur électrique sur la machine frigo et les pompes
 - Compteur de chaleur

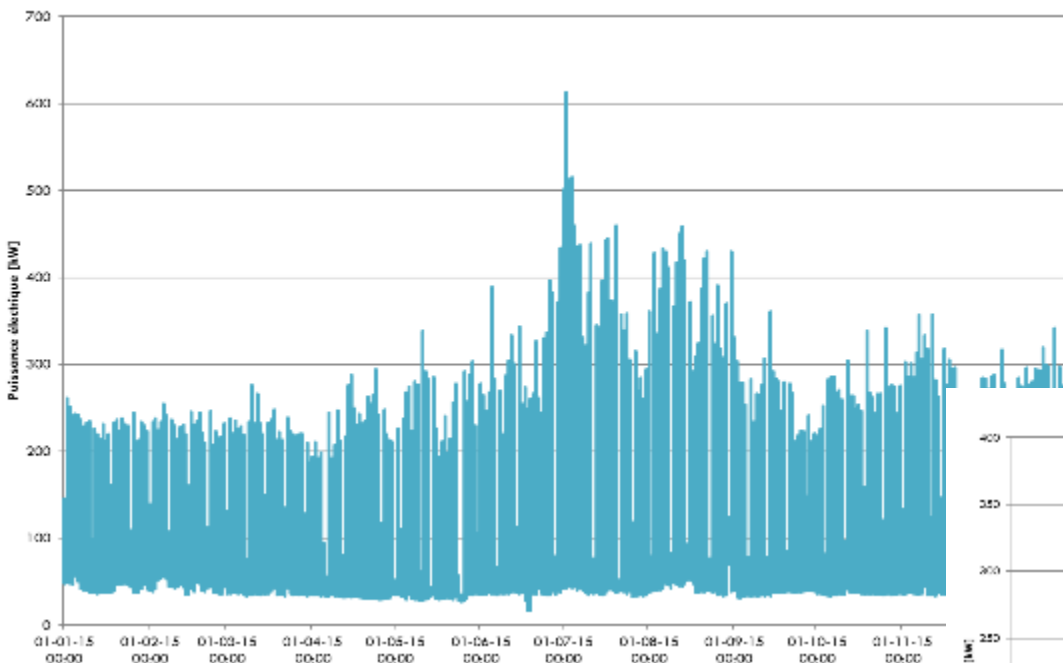
COP MF + pompes	2013	2014
Avril	2,14	3,46
Mai	2,51	2,96
Juin	3,13	3,31
Juillet	1,86	3,51
Août	2,97	2,92
Septembre	2,80	3,25
Octobre	2,42	2,57
Saisonnier	2,58	3,16

Evolution COP mensuel

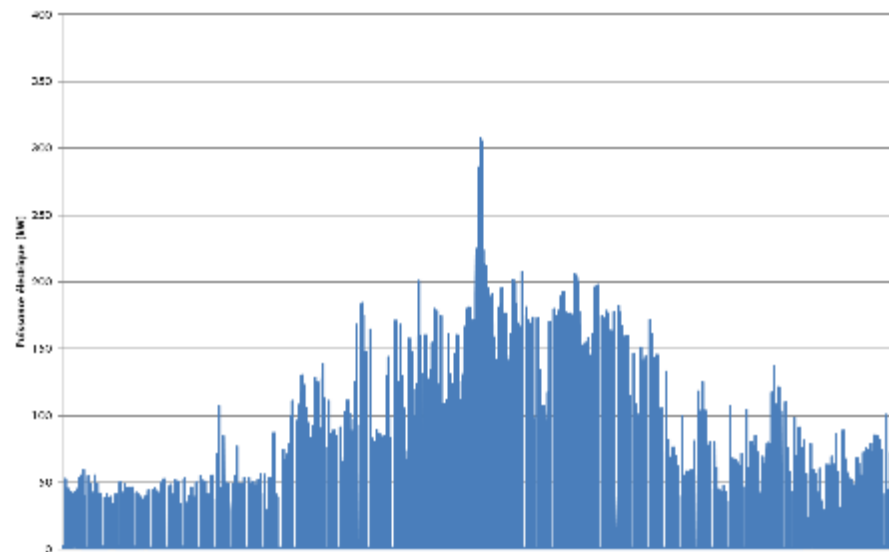


- Analyse du profil électrique quart-horaire

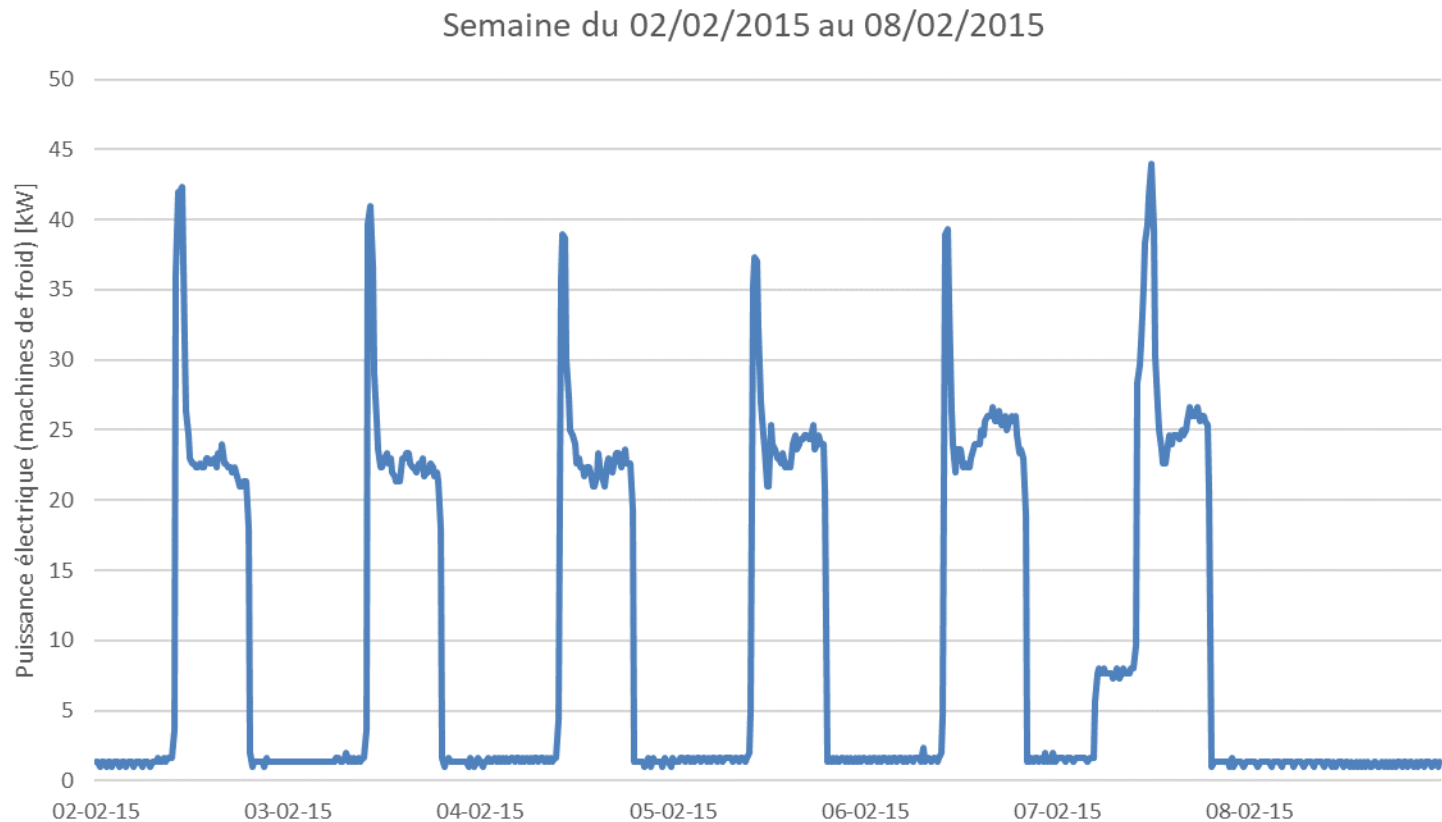
Puissance électrique 1/4 horaire (tous les compteurs) - 2015



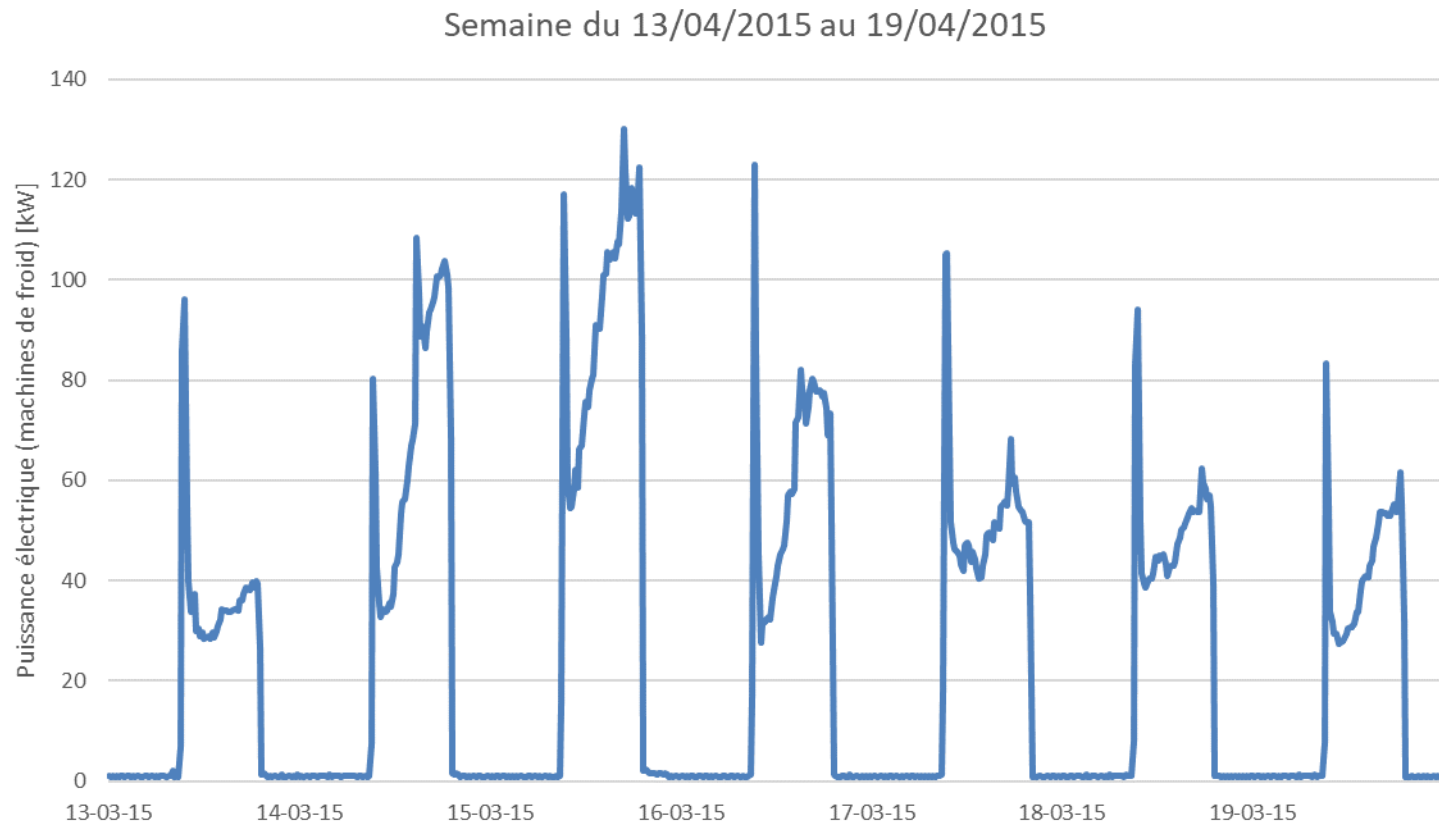
Puissance électrique 1/4 horaire (Machine froid)



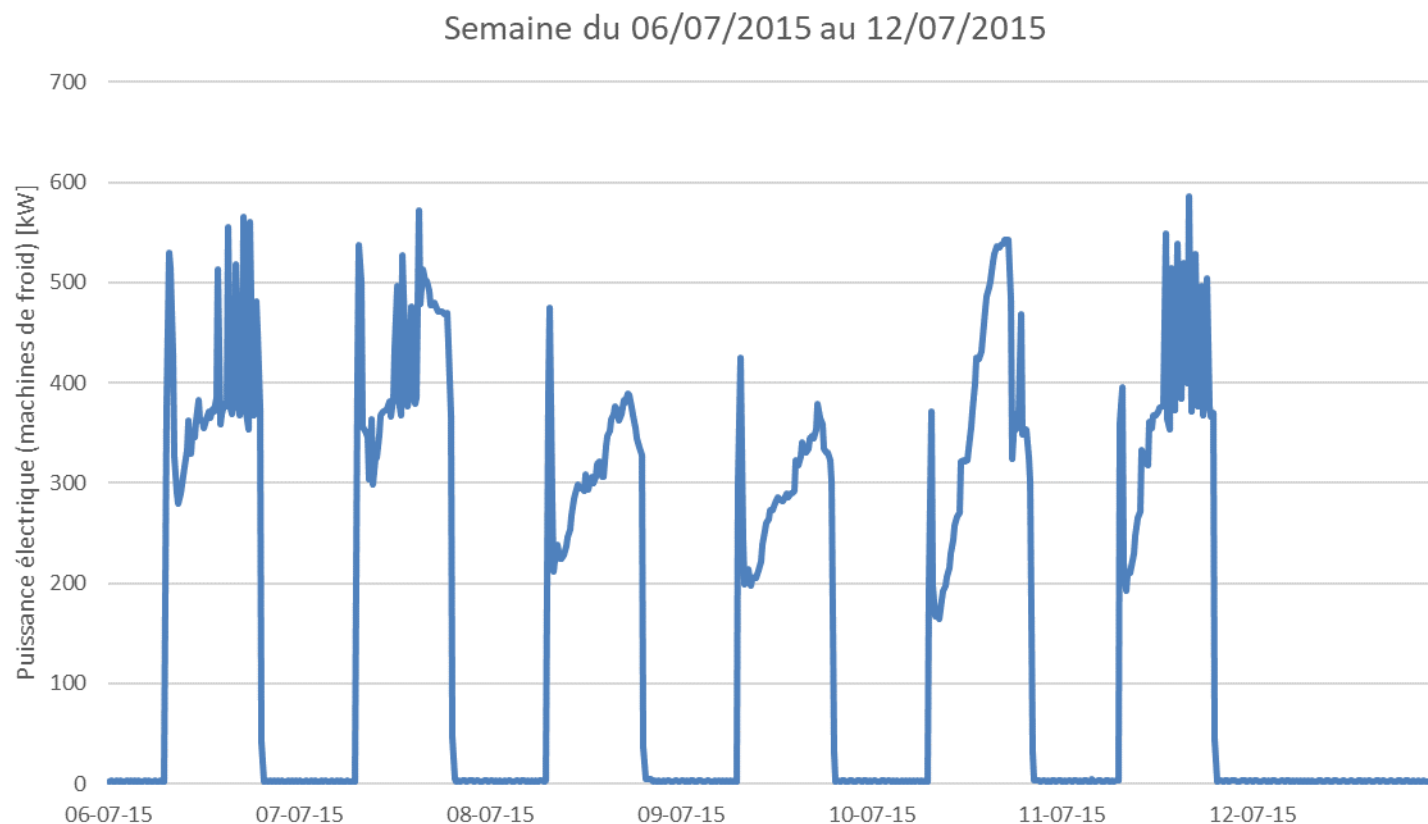
- Analyse du profil électrique quart-horaire
 - En période hivernale



- Analyse du profil électrique quart-horaire
 - En mi-saison



- Analyse du profil électrique quart-horaire
 - En période estivale



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

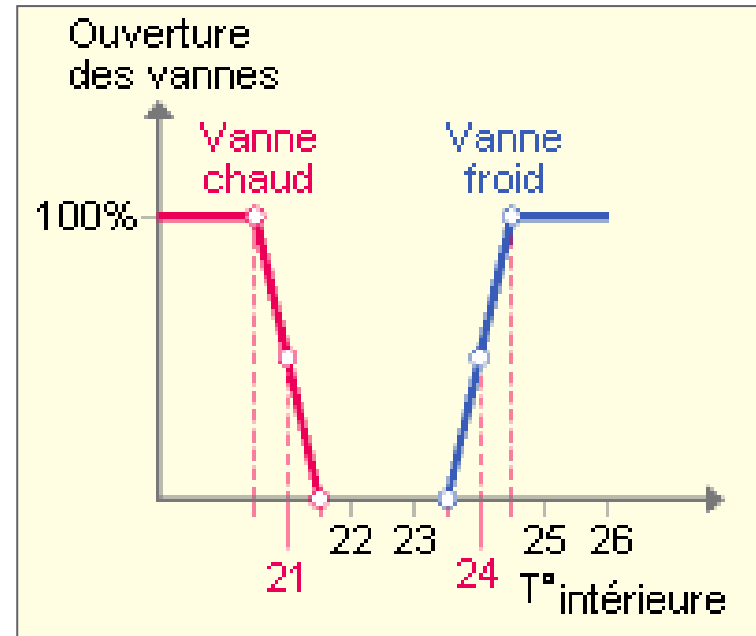
Localement : garder une consigne flottante entre chauffage et refroidissement

...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" ?



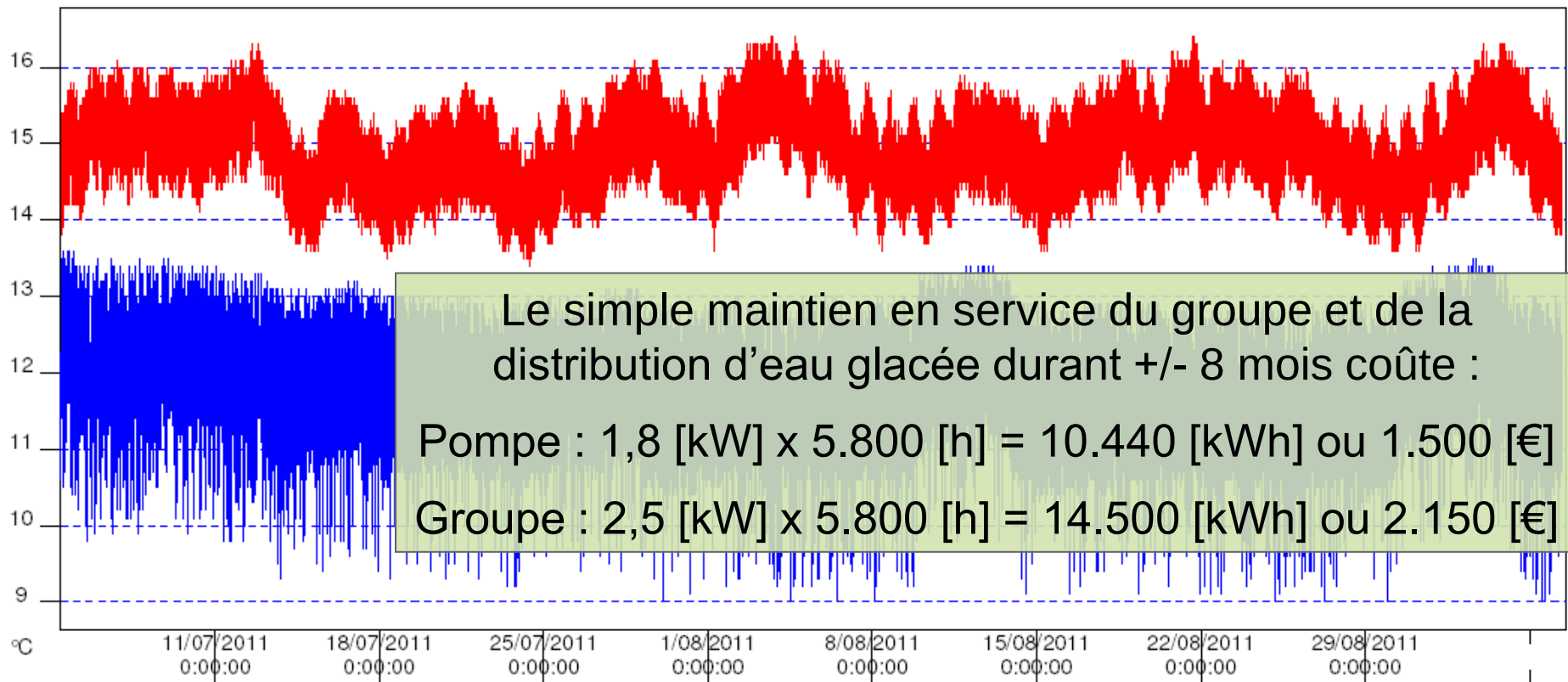
Immeuble de bureaux construit en 1990

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

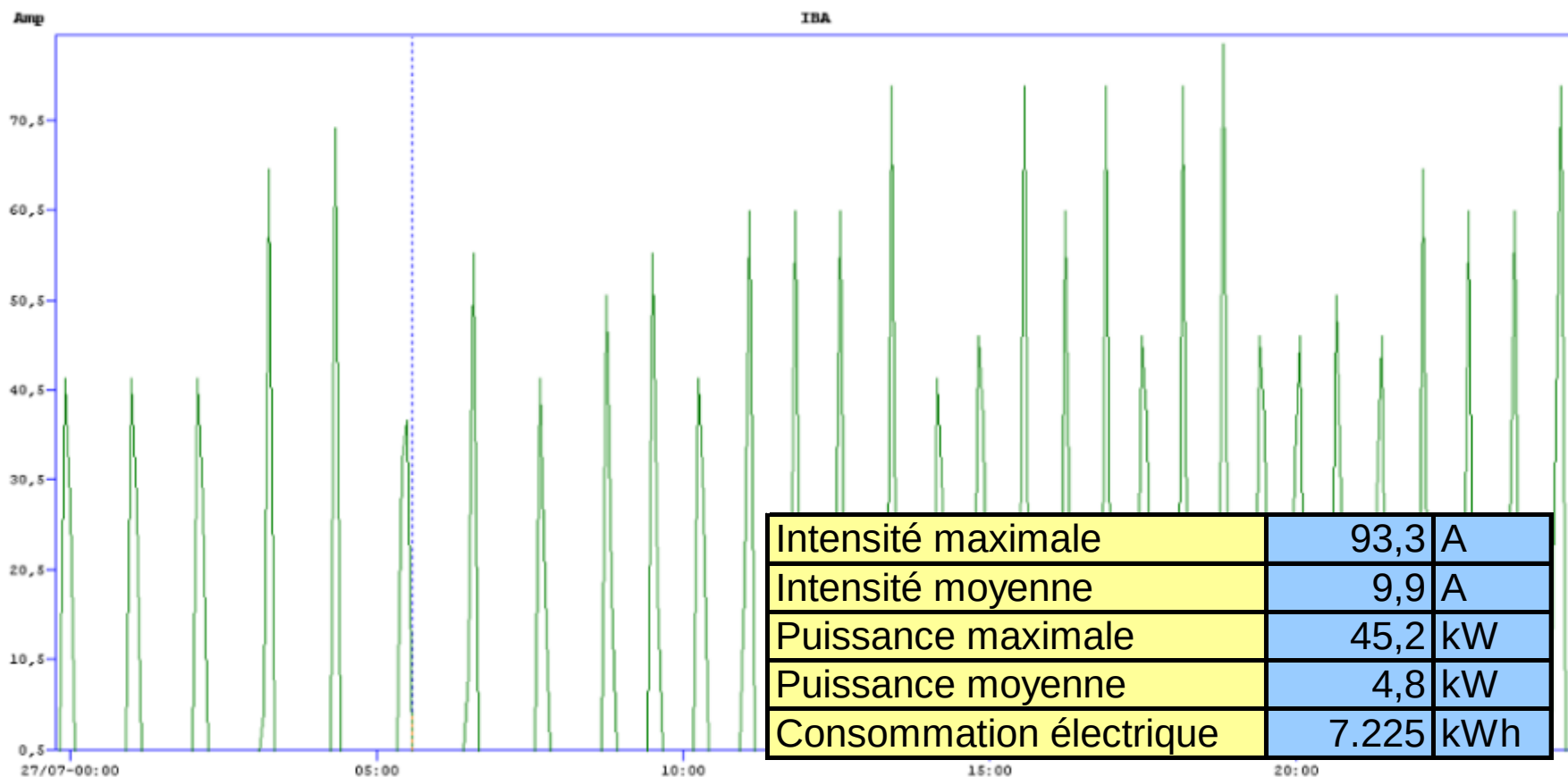


Campagne de mesures estivale sur la boucle d'eau glacée

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

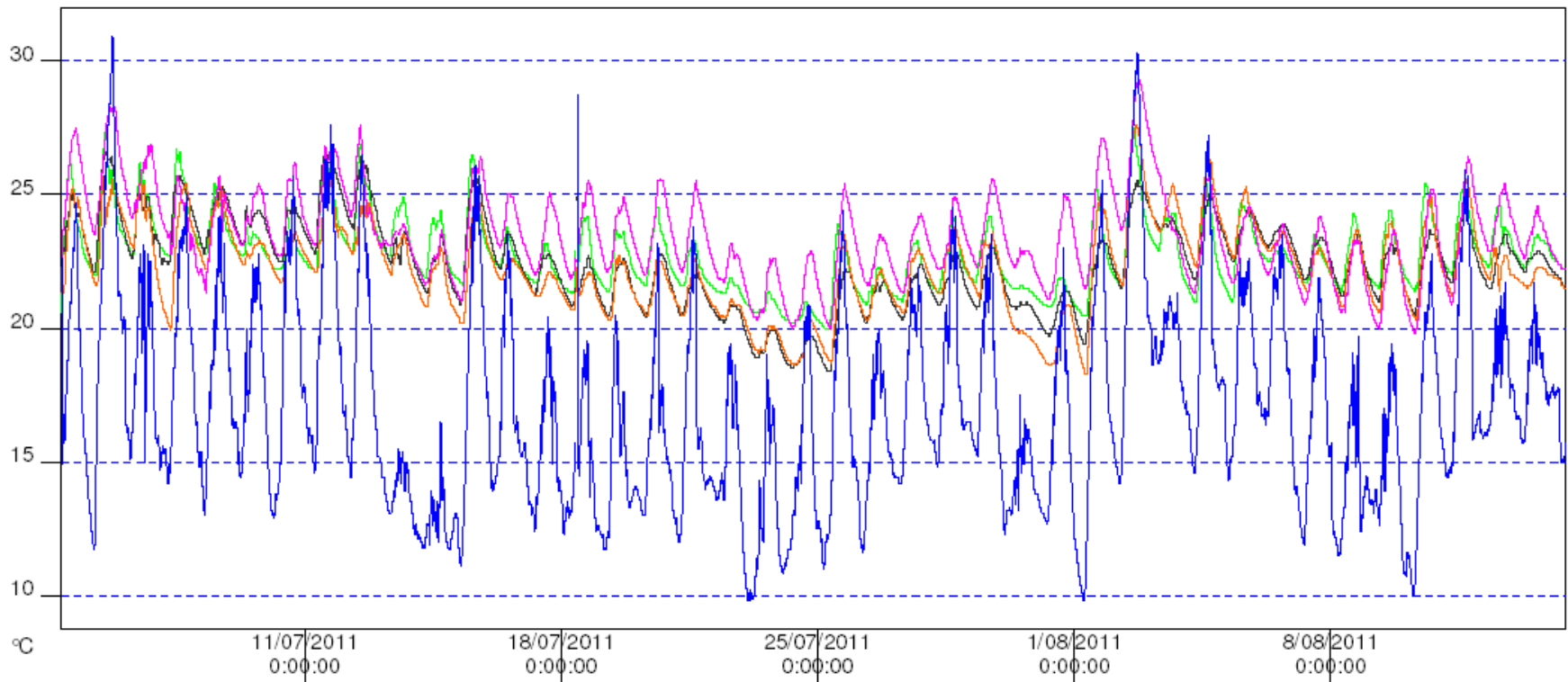


Campagne de mesures estivale sur l'intensité électrique absorbée via pose de pinces ampèremétriques



Campagne de mesures estivale

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

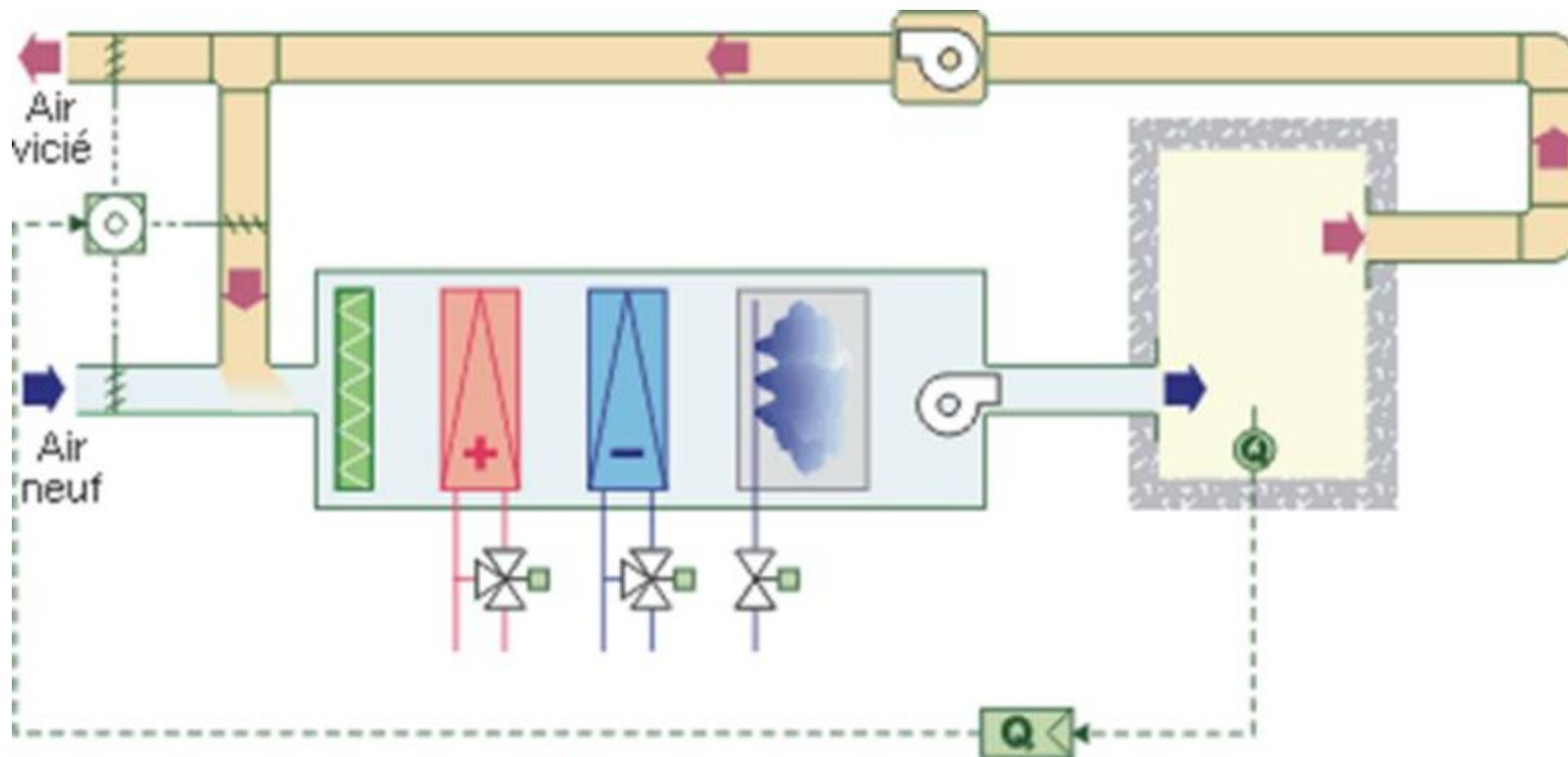


Quid du contrôle local ?

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



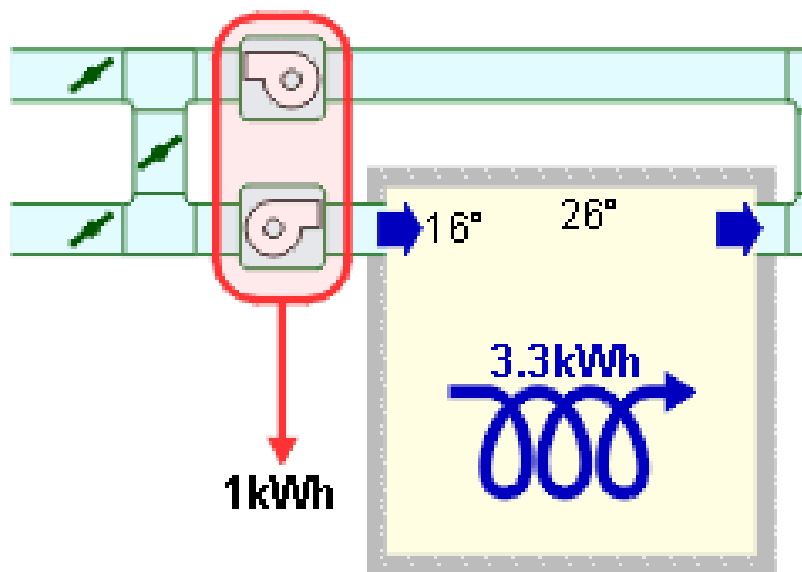
Un passage à 100% d'air neuf est possible la nuit mais ...



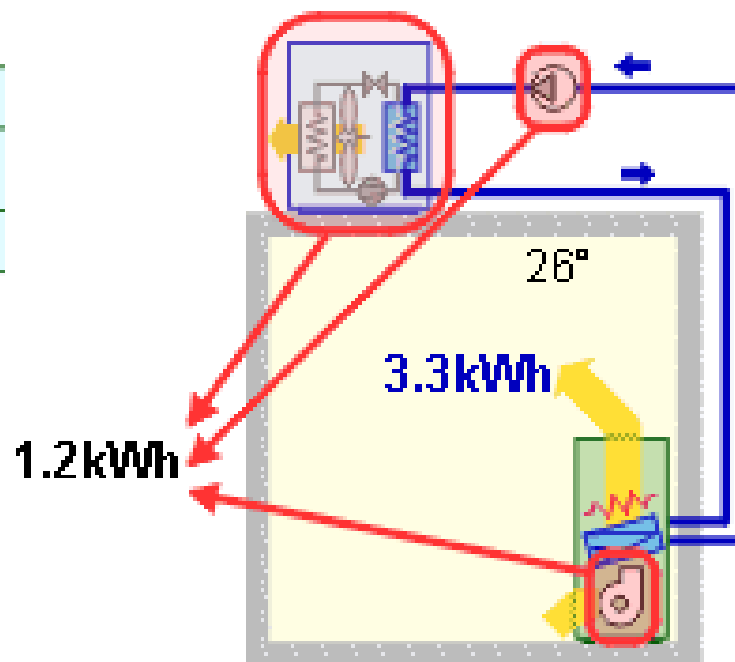
... mais n'actionner le free-cooling de nuit que si le ΔT° dépasse 8°C

Pour calculer le ΔT :

$$4.500 [\text{m}^3/\text{h}] \times 0,34 [\text{Wh}/\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}] \times \Delta T [^\circ\text{C}] = 4,1 [\text{kW}] \times 2,75 [\text{COP}]$$



Apporter la même quantité de froid par la ventilation avec un rendement énergétique au minimum équivalent au groupe de froid nécessite un $\Delta T > 8^\circ\text{C}$

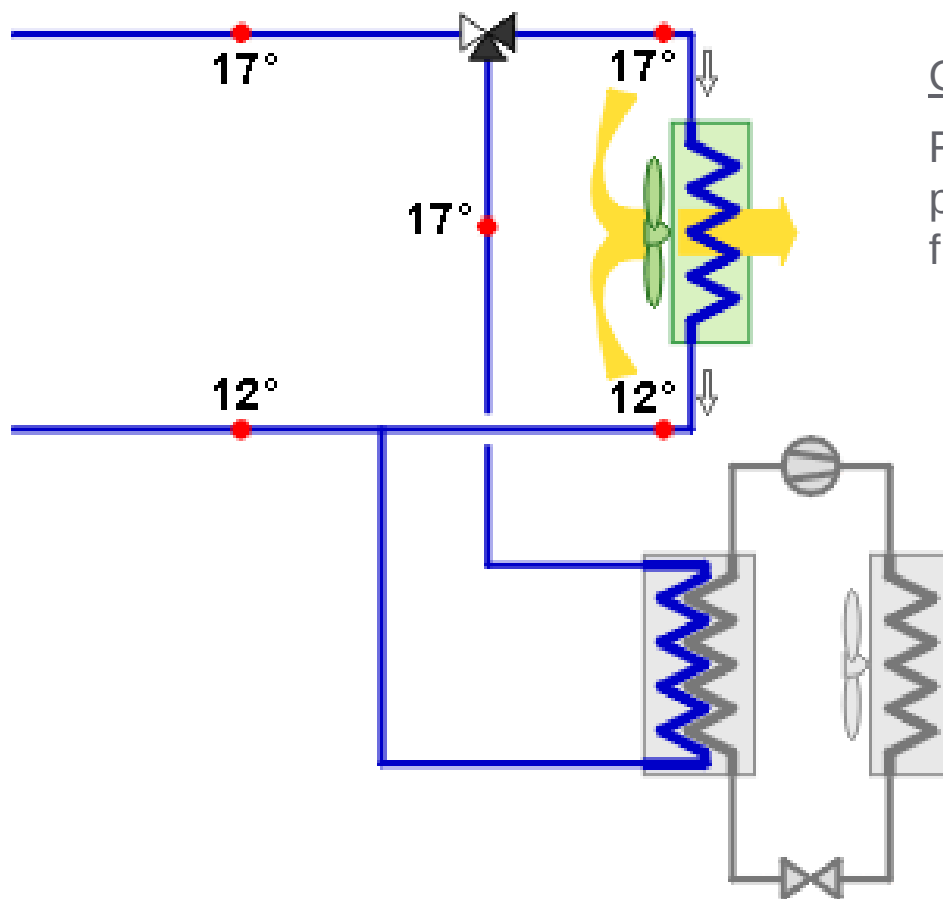


Pour produire 3,3 kWh de froid, on consomme 1,2 kWh électrique avec un COP de 2,75

Mais attention à l'accessibilité de la masse thermique!



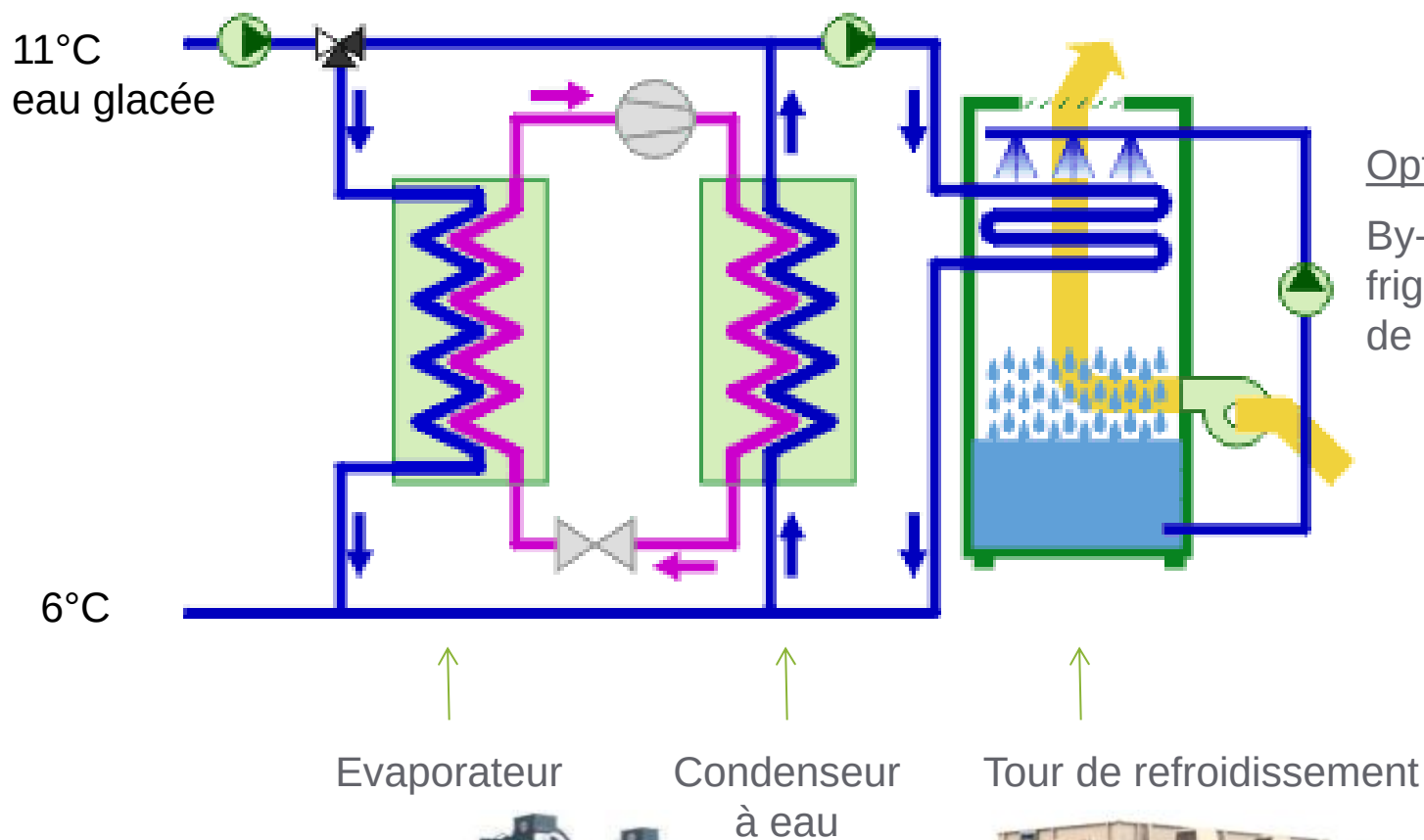
- Si fonctionnement de la machine frigorifique en hiver



Option 1 :

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



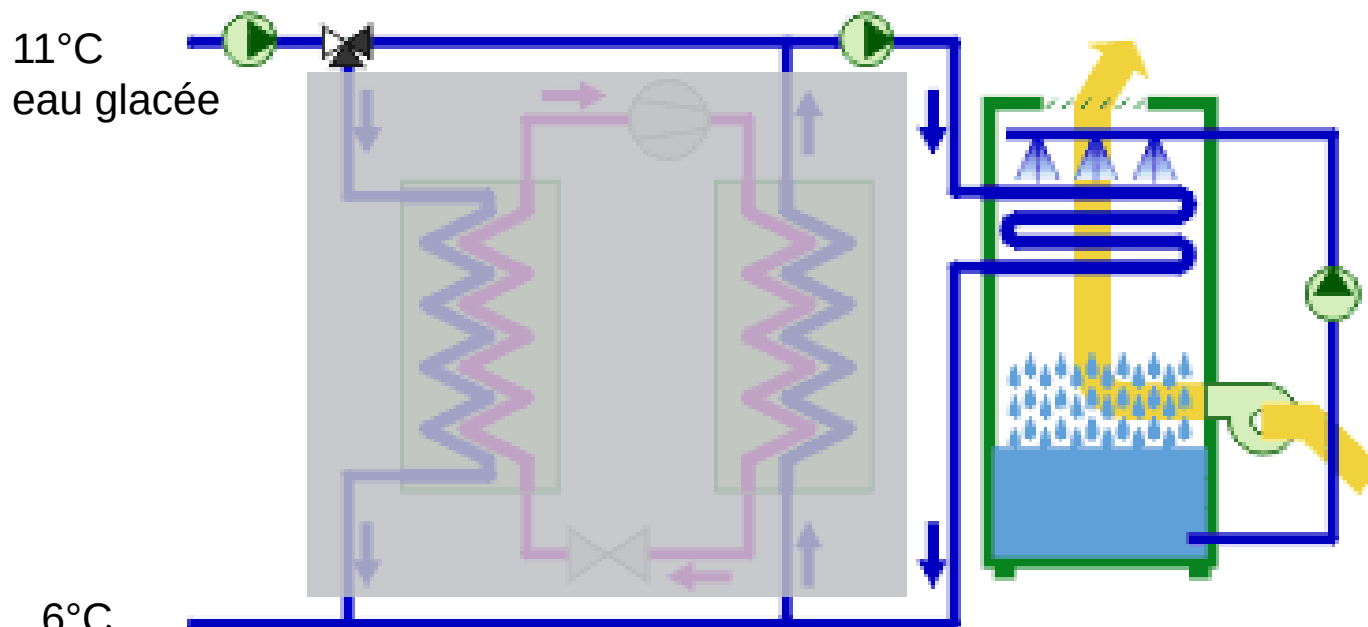


Option 2 :

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



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



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





- ▶ 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
 - Être 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





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

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.





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](#)

[Dossier | Assurer le confort respiratoire](#)

[Solution | Filtres d'une installation de ventilation](#)

[Solution | Refroidissement adiabatique](#)

[Solution | Free-cooling](#)

[Solution | Puits canadien](#)

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



Jonathan FRONHOFFS

P-Works.org

☎ + 32 485 70 28 78

✉ jonathan.fronhoffs@p-works.org



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

