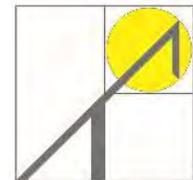

Focus sur la ventilation dans les écoles !

Constats et stratégies d'intervention,
dans l'existant et dans la conception d'une nouvelle installation



Architecture et Climat – UCL
jacques.claessens@uclouvain.be





Constat :

La forte densité d'occupation et l'étanchéité des nouveaux châssis crée un problème de qualité d'air.

Couramment mesuré : CO₂ entre 3000 et 4000 ppm dans les classes !

Campagne de mesures réalisée dans 5 écoles

Nous avons demandé à 5 institutrices d'appliquer diverses stratégies de ventilation, pour juger de leur efficacité...



Les-Bons-Villers

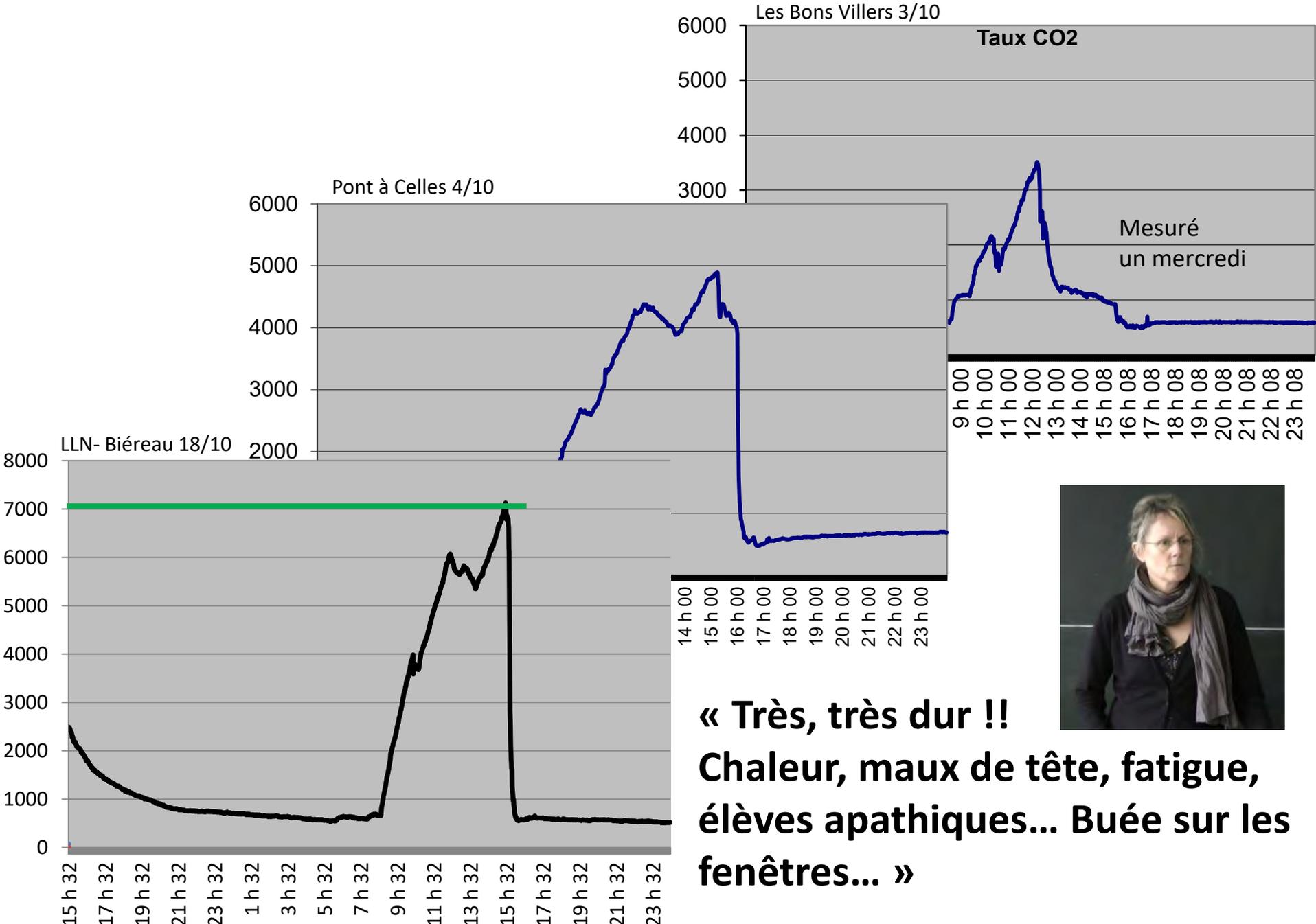


Pont-à-Celles

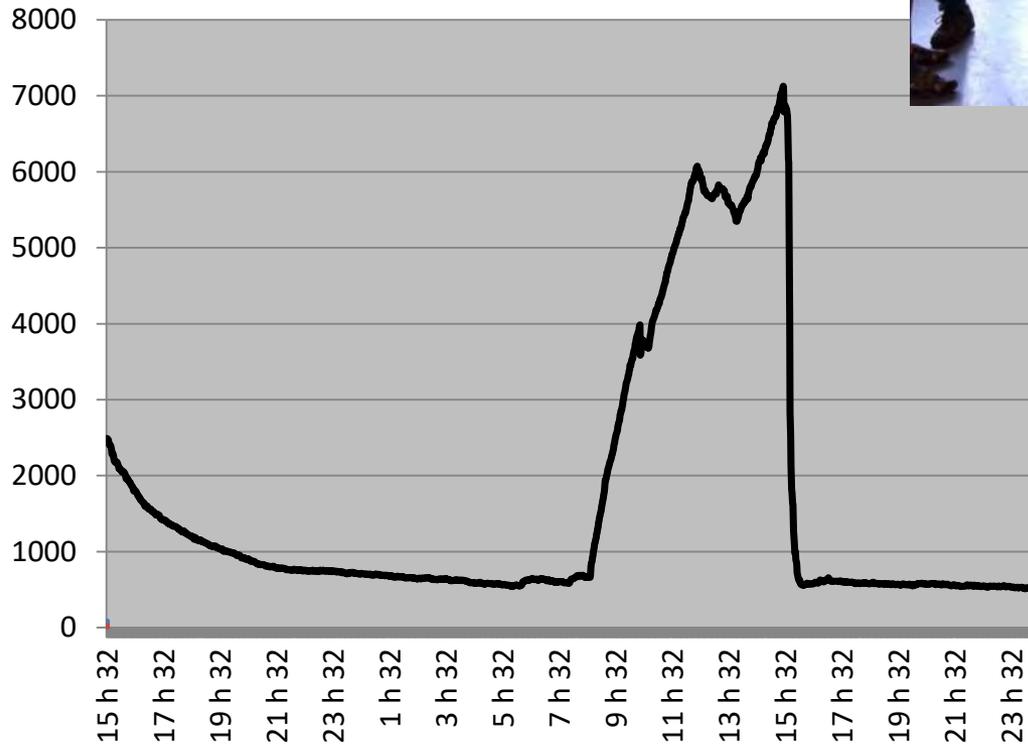


Lasne

Situation de départ : fermer portes et fenêtres toute la journée.



Analyse de cette dernière situation :



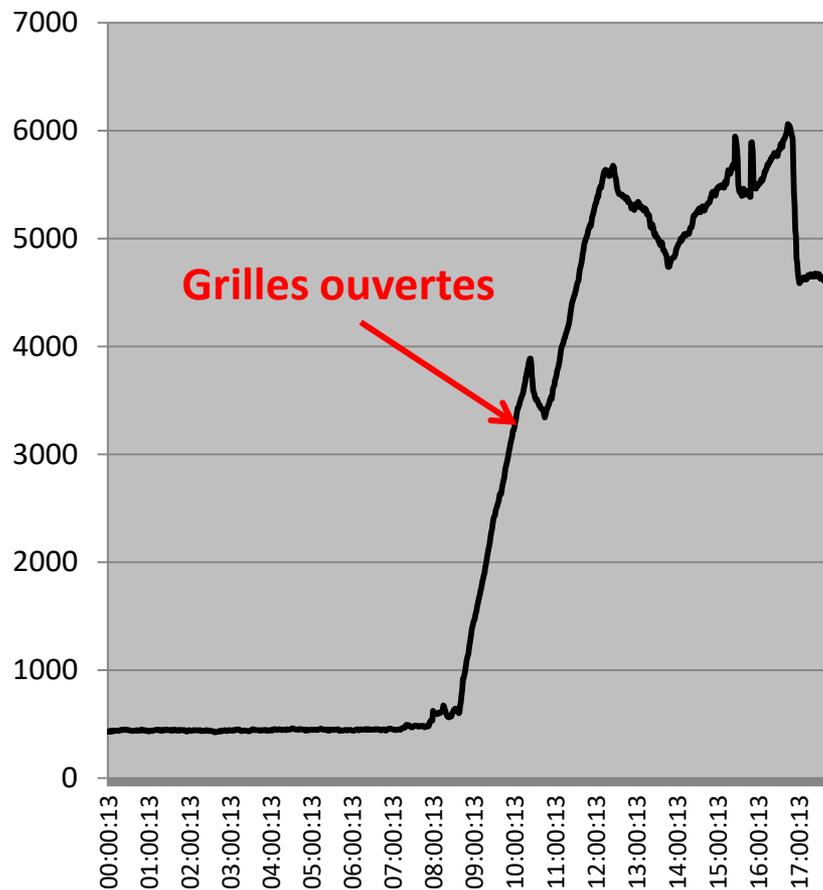
LLN- Biéreau 18/10

Dans cette école (LLN – Biéreau),
rénovation très récente des châssis :

→ étanchéité quasi-totale des joints !

Stratégie 1 : ouverture des grilles de ventilation le jour...

Résultat dans cette même dernière classe :



LLN- Biéreau 22 et 23/10

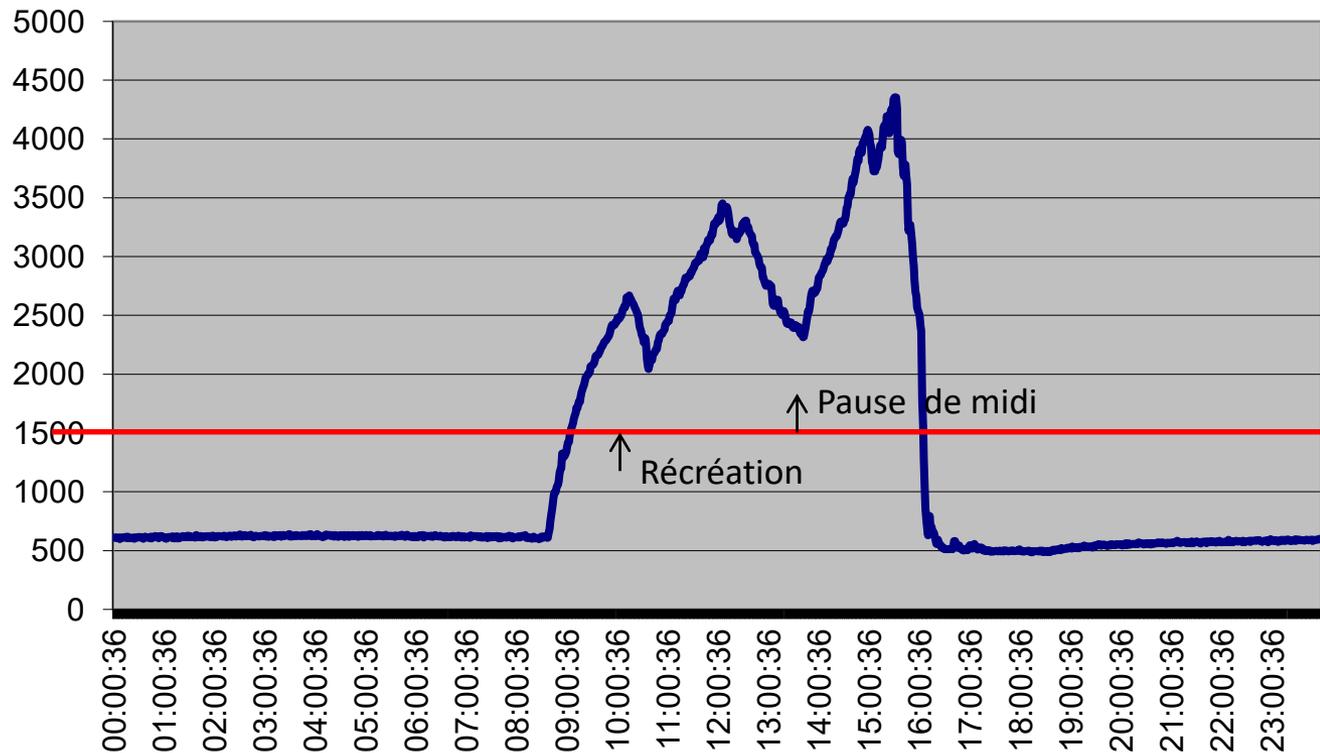


Section d'ouverture des grilles :
 $6 \text{ m} \times 0,03 \text{ m} = 0,18 \text{ m}^2$

→ Respect des normes...

Analyse : pas de passage d'air dans la porte, pas d'extraction dans les couloirs, pas d'extraction dans les sanitaires,...

Stratégie 2 : une fenêtre ouverte en oscillo-battant toute la journée



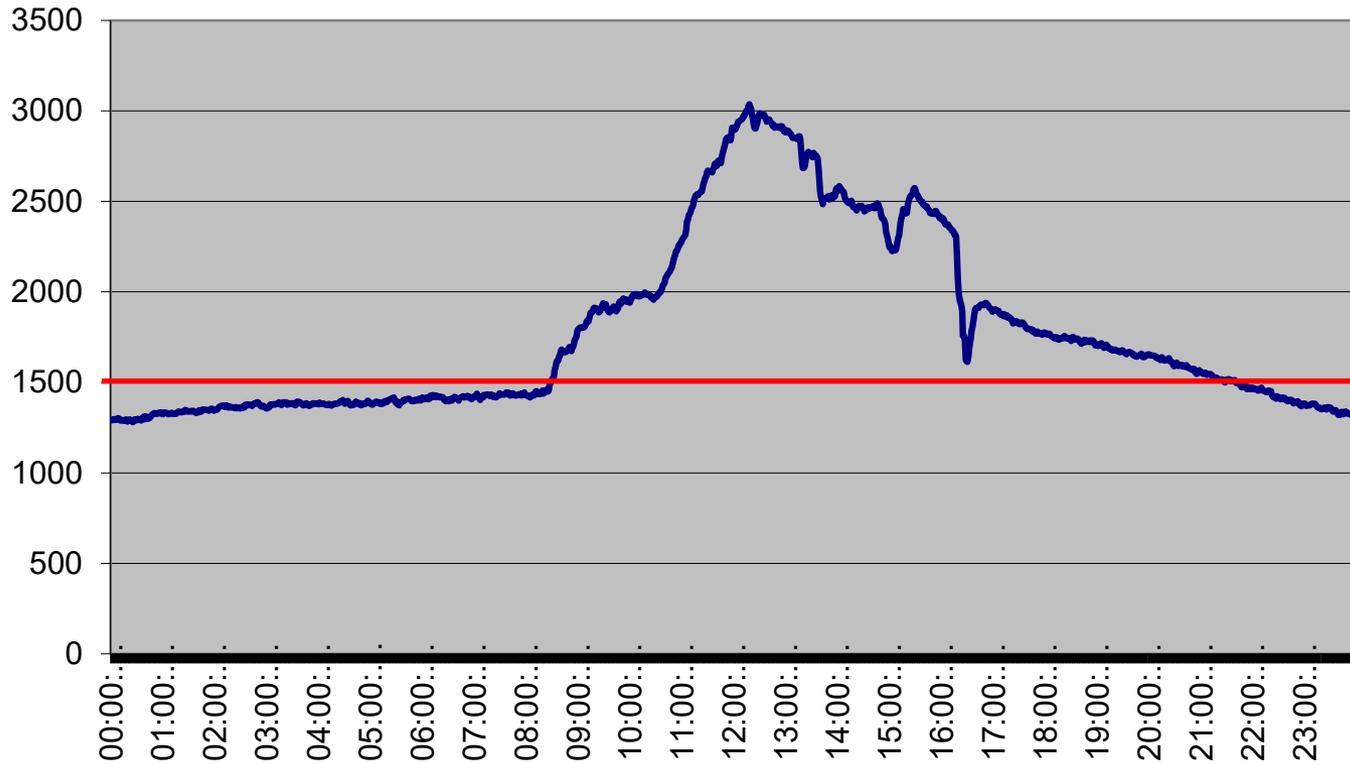
Les Bons Villers,
le 9/10

Analyse : Evacuation insuffisante des polluants ...

La ventilation naturelle requiert un moteur de déplacement :

- du vent
- un tirage thermique par différence de température

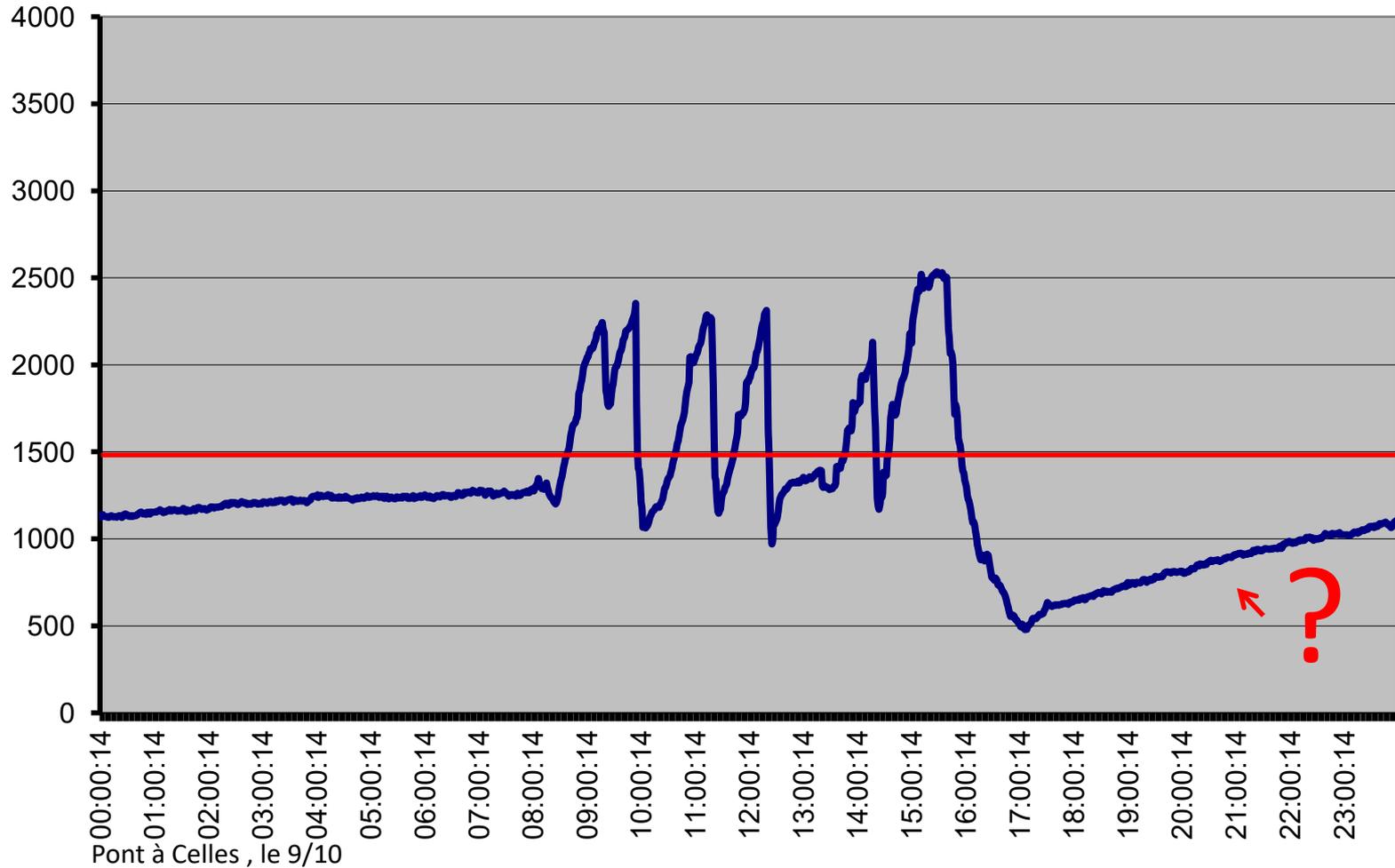
Stratégie 3 : la porte de la classe ouverte toute la journée



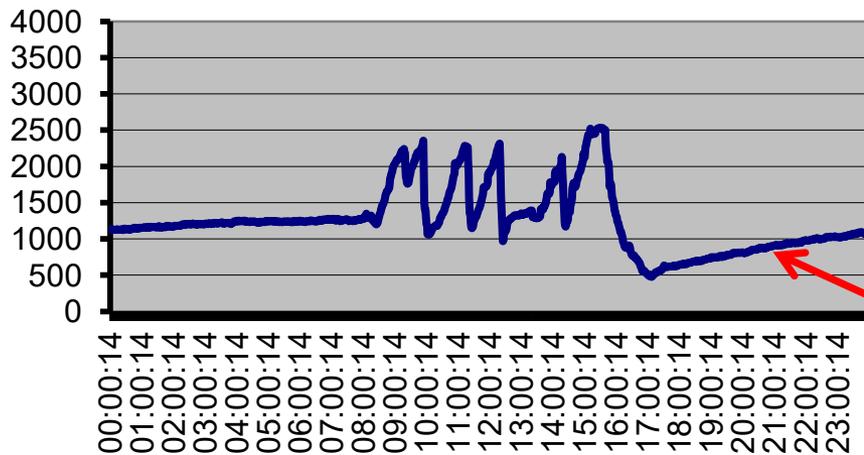
Pont à Celles , le11/10 Avec seulement 14 élèves dans la classe

Analyse : Evacuation insuffisante des polluants ...

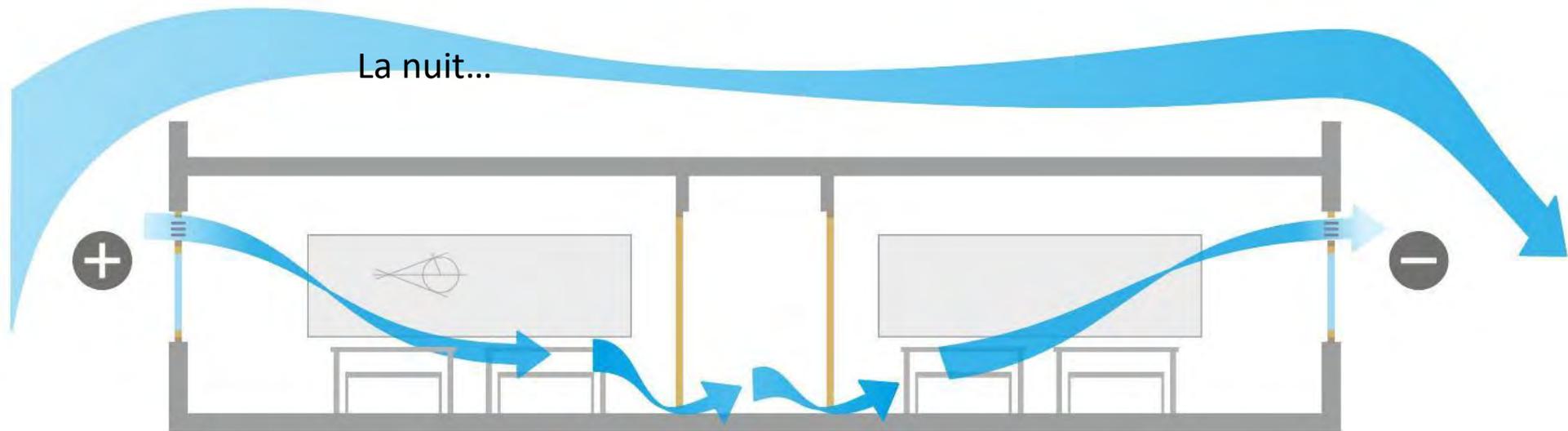
Stratégie 4 : ouverture de 2 fenêtres 5 min toutes les heures



Analyse : Evacuation insuffisante des polluants ...

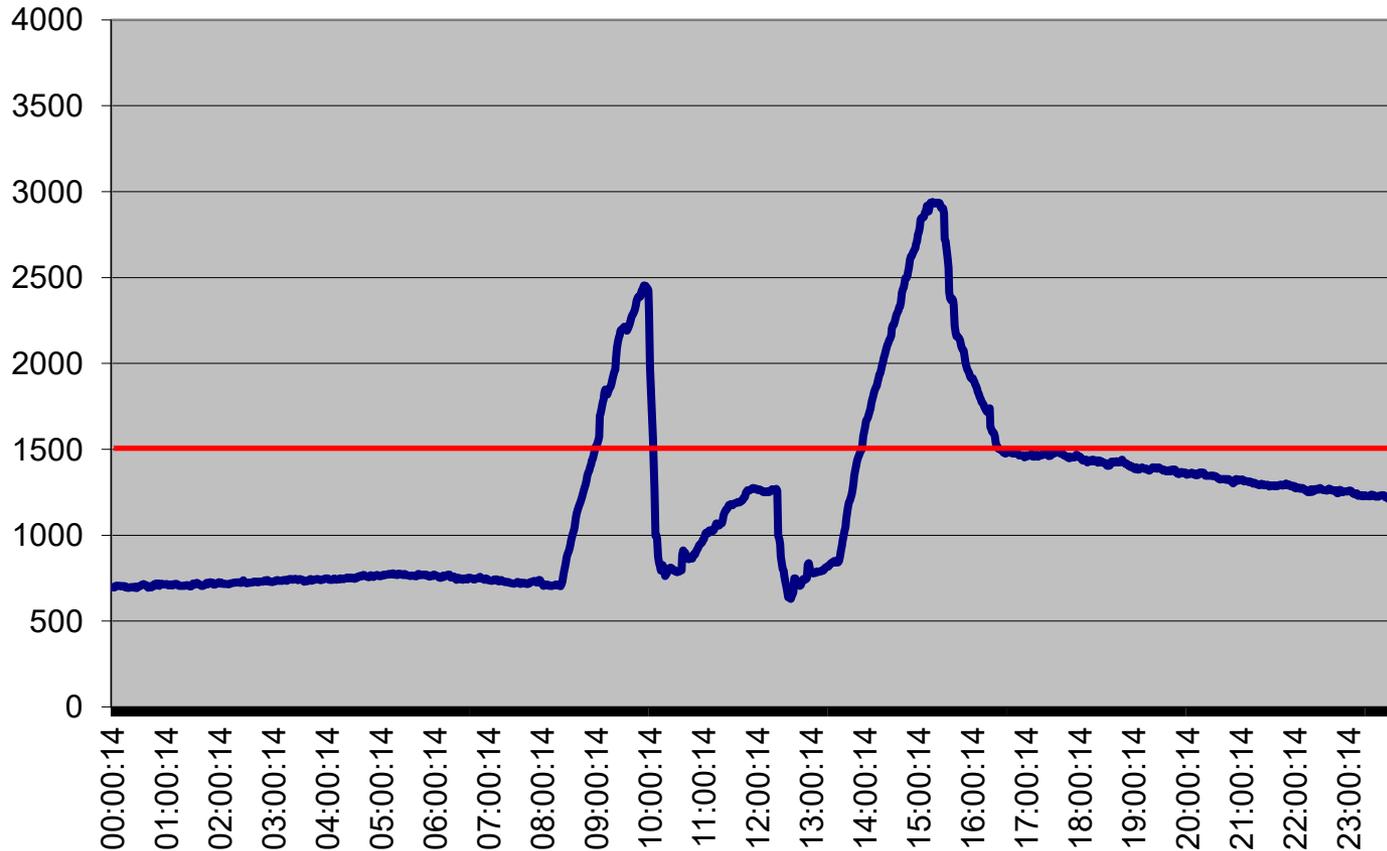


Une remontée du taux de CO2 la nuit ???



Analyse : une ventilation naturelle est tributaire du sens du vent...

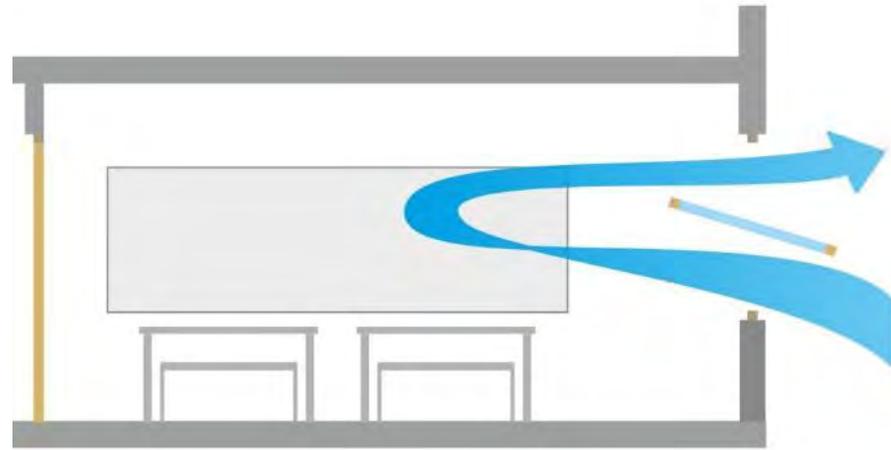
Stratégie 5 : ouverture de 2 fenêtres pendant 15 min durant la récréation et le temps de midi



Pont à Celles , le 5/10

Analyse : après 5 min, plus de gain en CO2... mais refroidissement !

Remarque :
coût énergétique d'un refroidissement temporaire ?

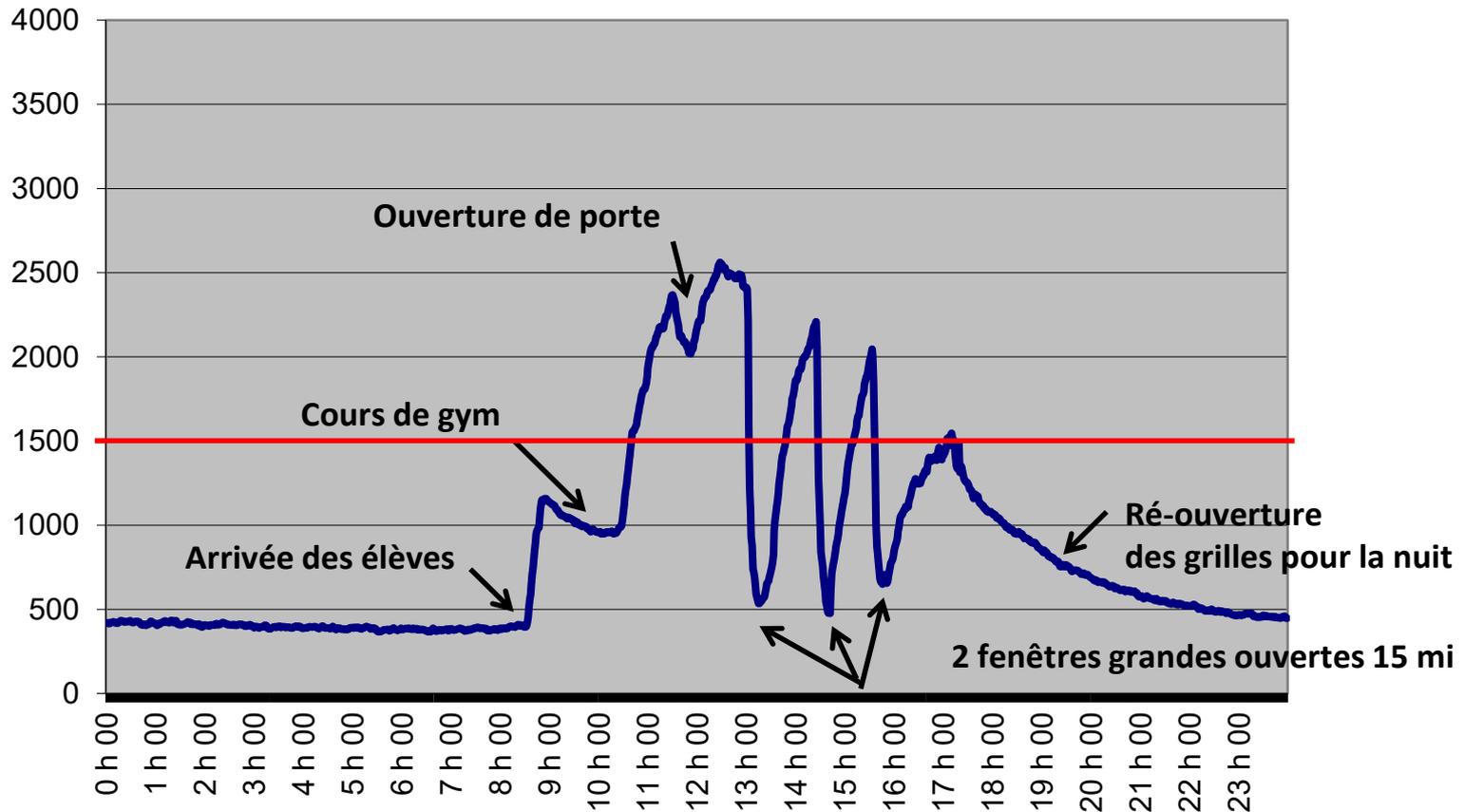


Très faible !

Il y a 150 x plus d'énergie stockée dans 10 cm d'épaisseur des parois (sol, plafond, murs) que dans le volume d'air de la classe.

→ Une fois la fenêtre refermée, la classe se réchauffe rapidement.

Stratégie 5 : Ouverture de deux fenêtres, sur des façades opposées, pendant 15 min durant les récréations



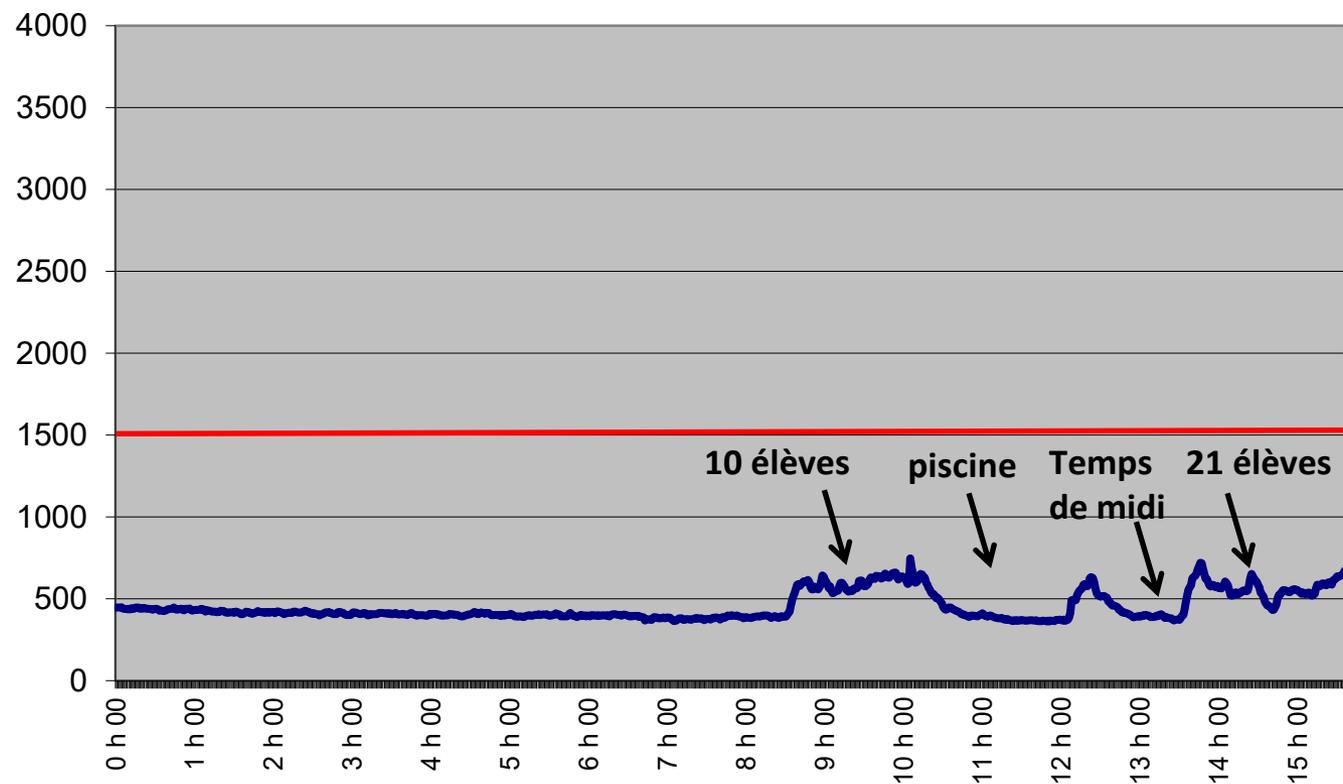
LLN Martin V , le 11/10 - 23 élèves en journée – 14 élèves en garderie jusque 17 h.

Analyse : 1° forte efficacité temporaire de la mesure...

2° l'ouverture des grilles la nuit génère un refroidissement...

Stratégie 6 : ouverture permanente de 2 fenêtres en oscillo-battant, sur 2 façades opposées, avec présence de vent.

Reprenons cette même classe :



LLN Martin V , le 11/10 - 10 élèves au matin - 21 élèves l'après-midi

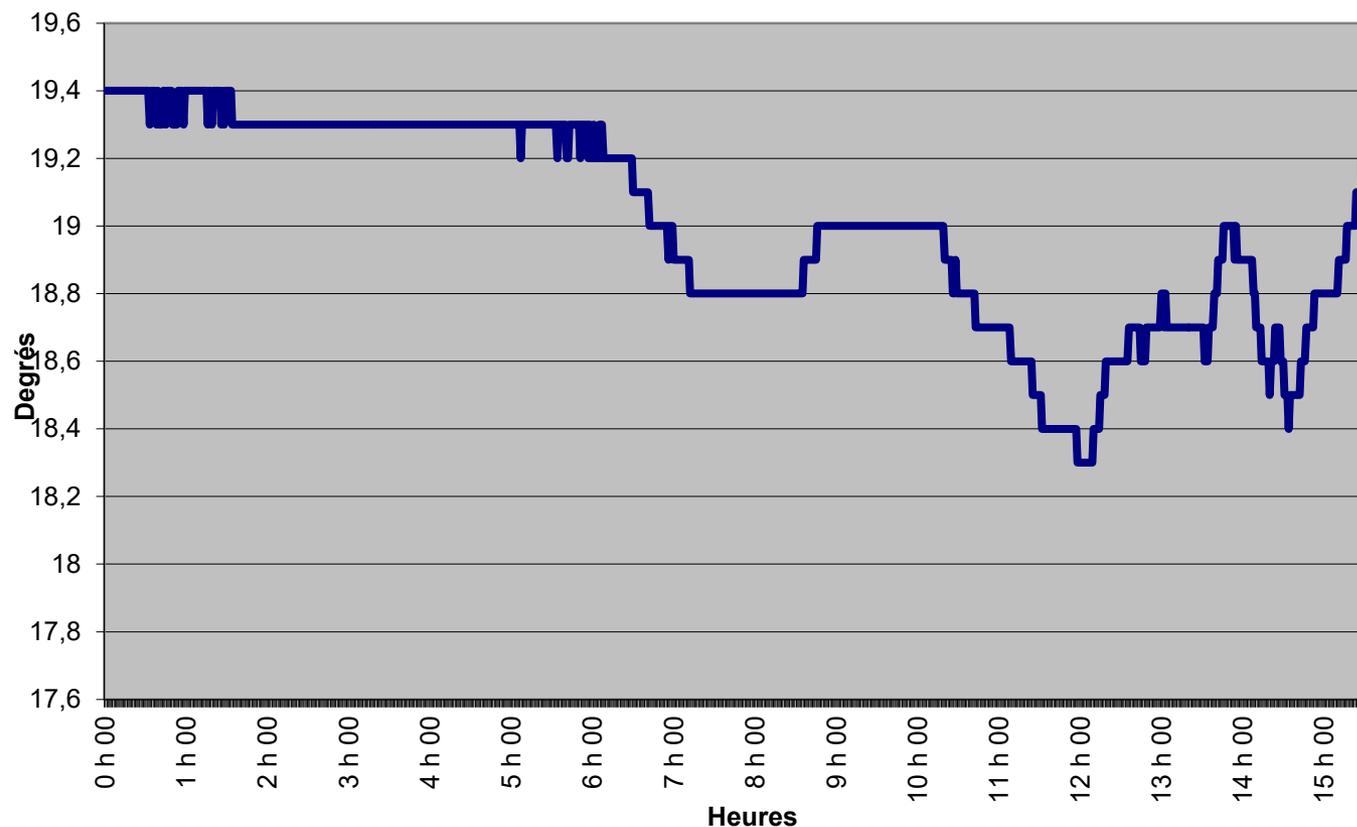
Analyse : ventilation très efficace...

mais plaintes pour inconfort thermique !

Stratégie 6 : ouverture permanente de 2 fenêtres en oscillo-battant, sur 2 façades opposées, avec présence de vent.

Reprenons le diagramme de température dans cette même classe :

Température

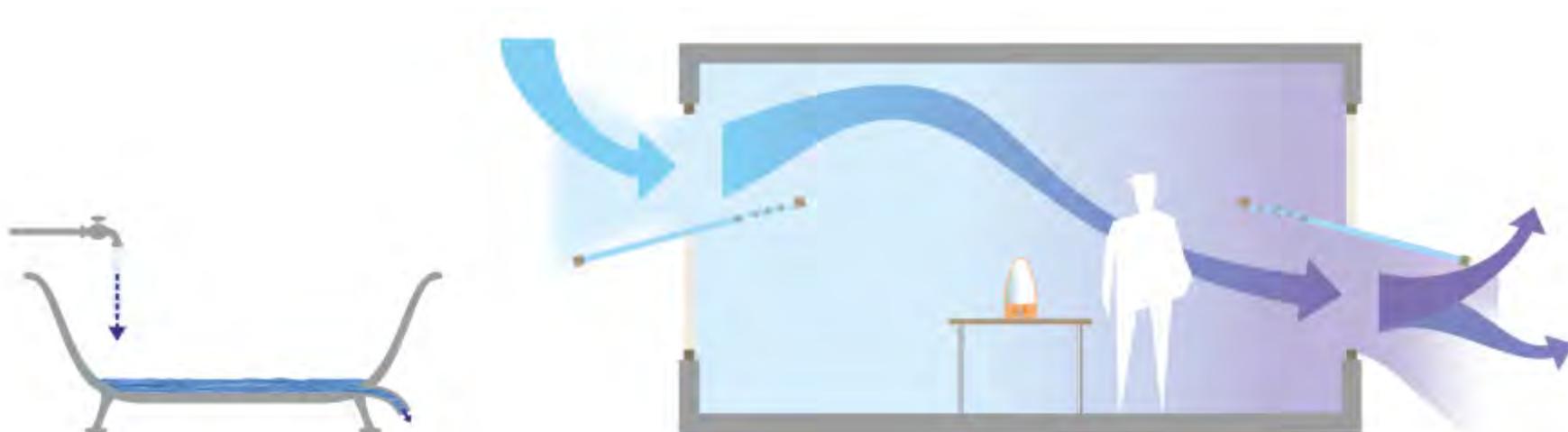


Effectivement trop froid...

Constat :

La ventilation est par essence une action peu efficace.

Une baignoire est polluée par un colorant...

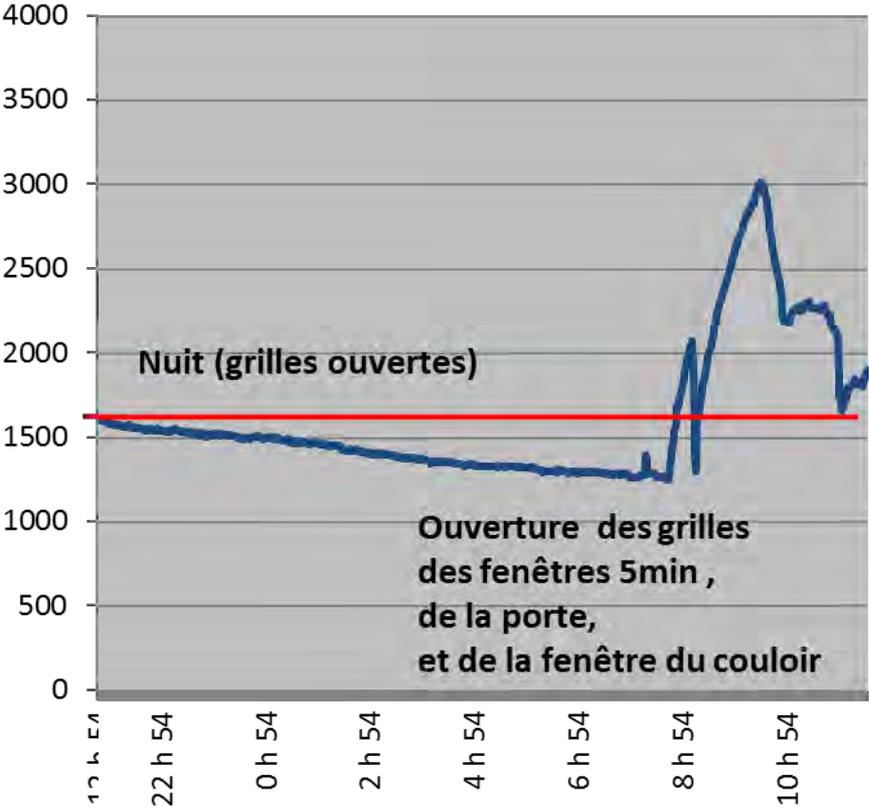
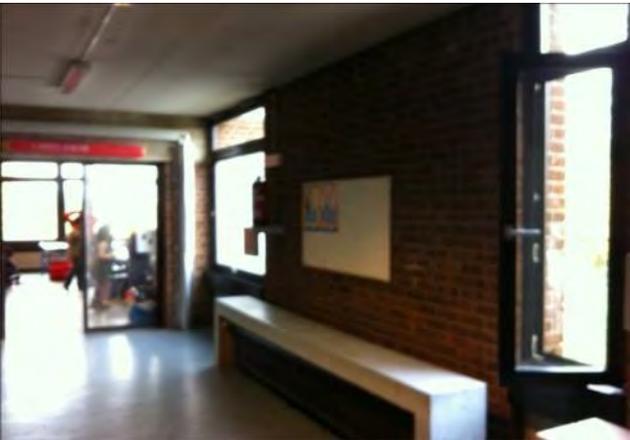


Si on ne peut qu'ouvrir le bouchon et apporter la même quantité d'eau que celle qui sort, ...
cela mettra très, très, très ... longtemps avant d'avoir à nouveau de l'eau claire !

Et en plus il faut chauffer l'eau !

→ On cherchera dès lors à créer le balayage le plus intense !

→ Retour vers l'école du Biéreau-LLN :
« Ouvrez la fenêtre du couloir !... »



Analyse : ... ces jours-là, pas un pet de vent !!!

→ Une ventilation naturelle est tributaire de l'intensité du vent...

Conclusions pour la ventilation naturelle

- Les ouvertures ponctuelles, même si elles sont efficaces, ne sont pas suffisantes
- Pour une ventilation naturelle efficace: il est nécessaire d'avoir :
 - ▶ Des ouvertures d'amenée d'air suffisantes
 - ▶ Des ouvertures d'évacuation d'air suffisantes
 - ▶ Un « moteur » de ventilation entre les deux (vent, effet de cheminée)
 - ▶ Des ouvertures de transfert entre les entrées d'air et les évacuations si elles ne sont pas situées dans le même local

Conclusions pour la ventilation naturelle

- La ventilation naturelle est donc:
 - ▶ Souvent insuffisante
 - ▶ Tributaire des conditions climatiques
 - ▶ Génératrice d'inconforts thermiques en période froide
 - ▶ Génératrice de déperditions thermiques
 - Classe → minimum 500 m³/h durant 1.000 heures
 - 250 litres de fuel ou m³ de gaz /an/classe. (150 €)

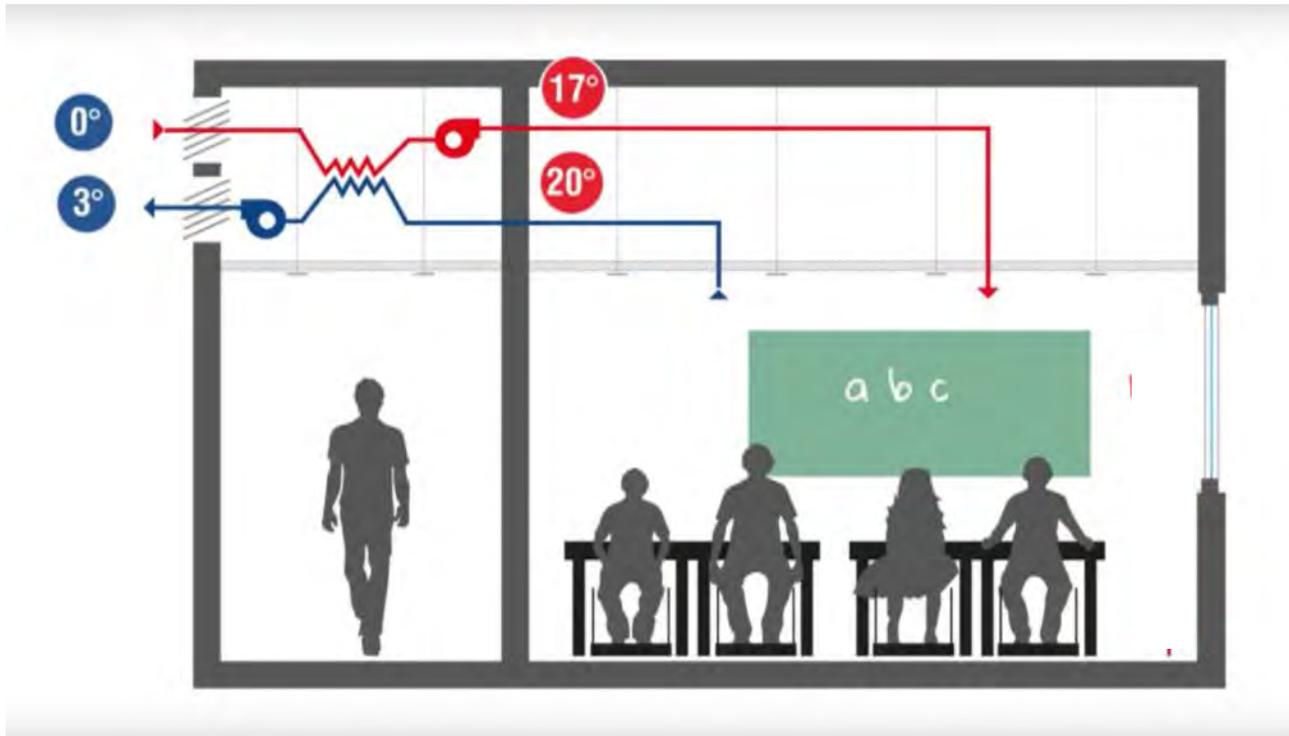
(Donc, si on a une récupération de 80%, on aura un gain de 200 litres de fuel par classe...)

A défaut de mieux :

- Créer le balayage maximal dans le temps le plus bref :
 - ▶ ouvrir les fenêtres 3 à 5 min toutes les heures
 - ▶ et en même temps, ouvrir la porte,
 - ▶ ... et une fenêtre dans le couloir ou la fenêtre de la classe d'en face !
- Fournir à chaque enseignant un afficheur du taux de CO2 pour lui permettre d'élaborer sa propre stratégie et d'en évaluer les effets.
- Veiller à la fermeture des grilles pendant la nuit et les WE pour limiter les pertes énergétiques



Installer une ventilation mécanique s'impose... ?



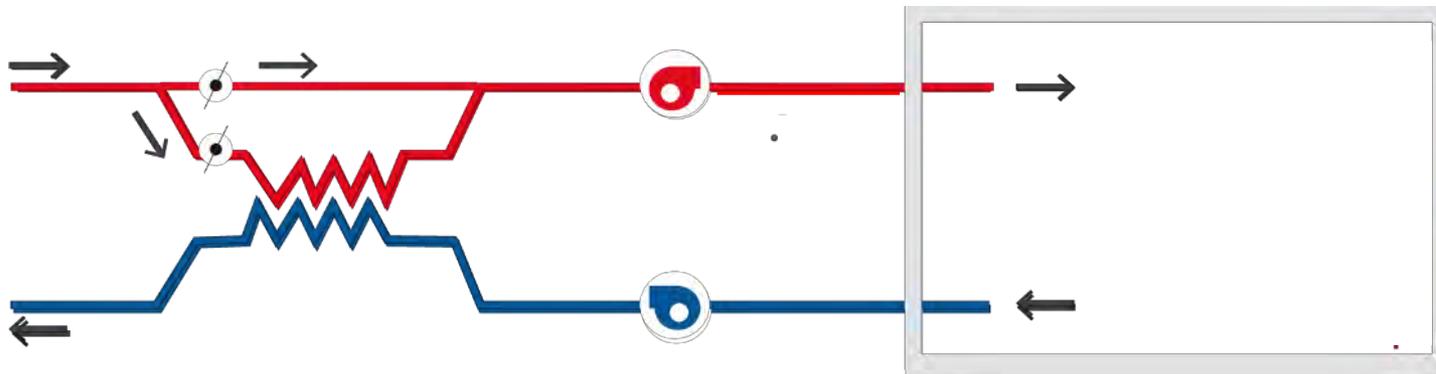
Oui pour atteindre les normes de qualité de l'air, mais ...

Problèmes :

- Thermique
- Acoustique
- Coût d'exploitation
- Humidité de l'air

Problème thermique

1° - Il faut refroidir les locaux en été !

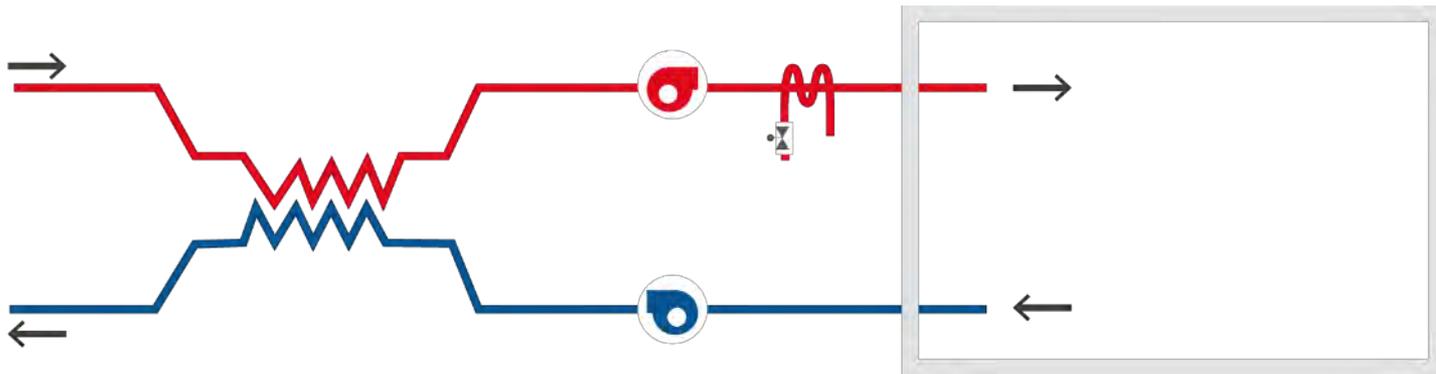


Solution : by-pass de l'échangeur et pulsion de nuit

Problème thermique

2° - Il faut individualiser la production de chaleur par local !

Solution 1 : batterie de chauffe terminale par classe

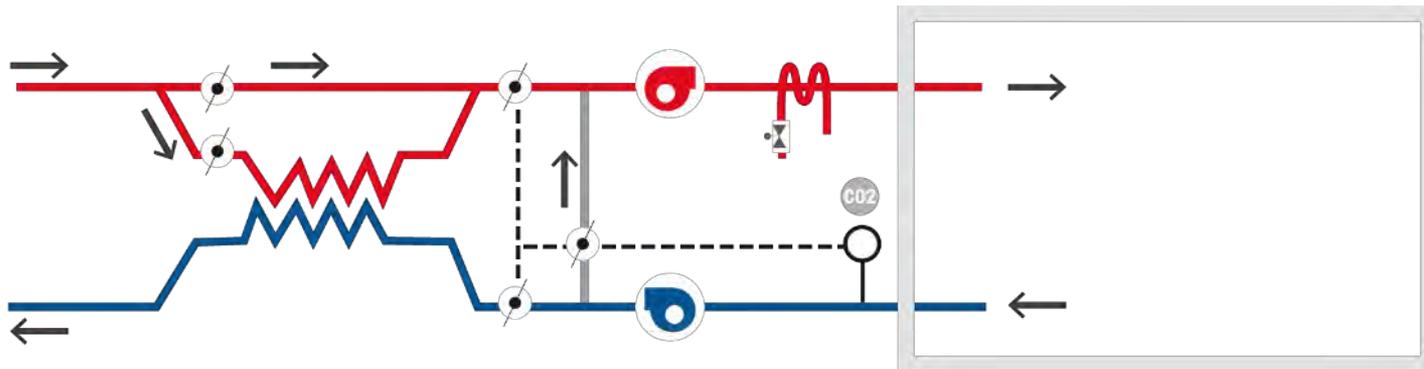


☹ ... Conflit entre besoin de chauffage (6h du matin) et besoin d'air (8h30) !

Problème thermique

2° - Il faut individualiser la production de chaleur par local !

Solution 2 : batterie de chauffe terminale par classe + boucle de recyclage

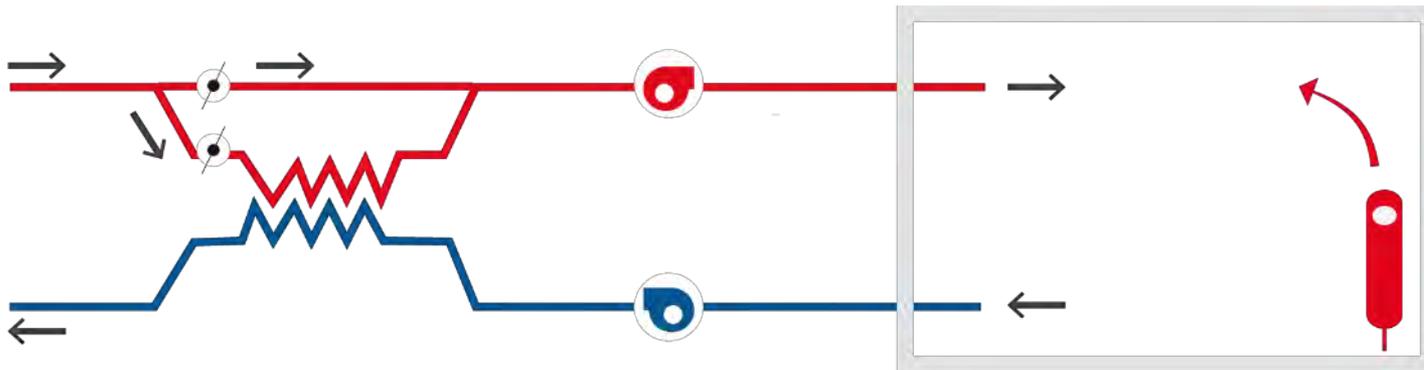


➤ ☹ ... Régulation sophistiquée... inadéquate dans une école primaire.

Problème thermique

2° - Il faut individualiser la production de chaleur par local !

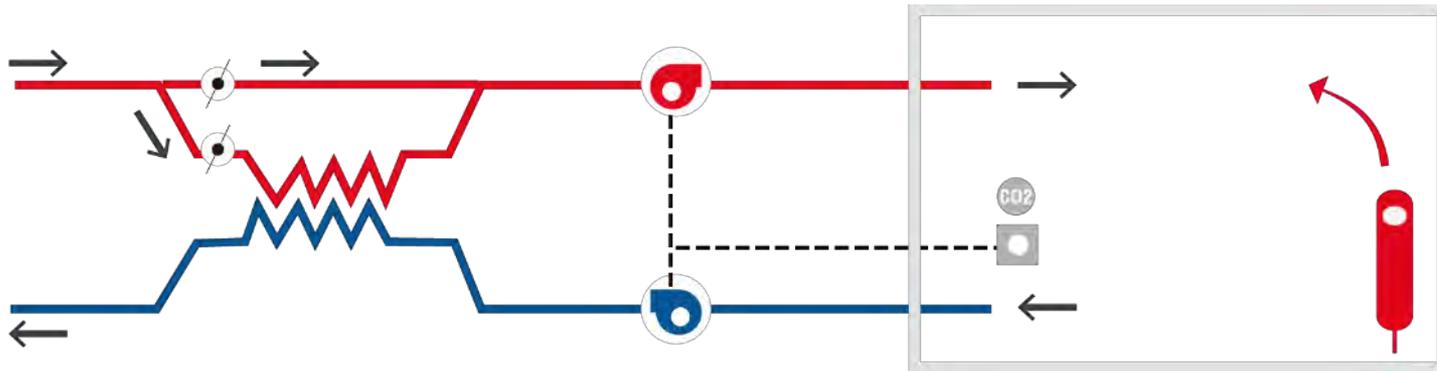
Solution 3 : pulsion d'air sur programmation horaire
+ chauffage par radiateur, dimensionné pour chauffer aussi l'air neuf



Problème thermique

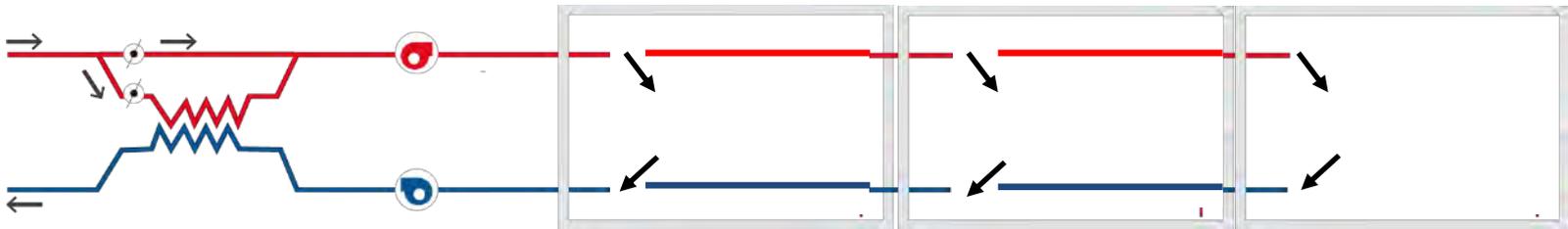
2° - Il faut individualiser la production de chaleur par local !

Solution 4 : Pour un grand local avec système de pulsion propre (salle de gym, réfectoire, ...), pulsion d'air sur sonde CO₂



Problème acoustique

Pas de conduites traversantes entre les classes ☹️...



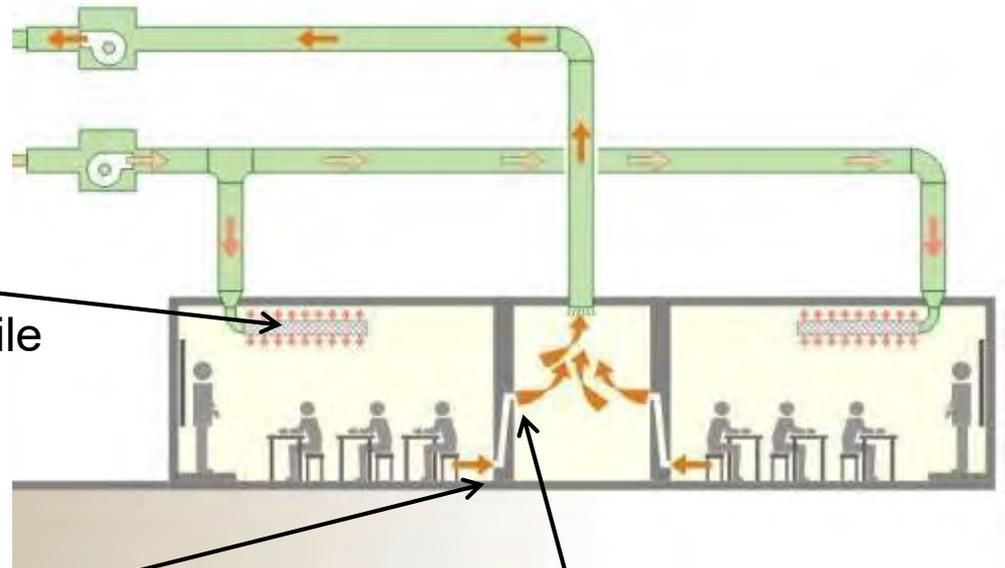
Pas de local technique jouxtant une classe ☹️...
(par exemple : local technique – sanitaires – classe)

Pas de récupérateur de chaleur dans le faux-plafond du couloir ☹️...

Problème acoustique



Textile



Solution efficace : reprise commune par le couloir et transfert avec chicane dans le mur.

- *Pas d'inconfort à la pulsion*
- *Très peu de bruit transmis vers le couloir*
- *Diminution des coûts pour la reprise d'air*

Problème de coût d'exploitation

Une école primaire de 200 élèves

- $200 \times 22 = 4.400 \text{ m}^3/\text{h}$ pour les classes
- $100 \times 22 = 2.200 \text{ m}^3/\text{h}$ pour le réfectoire/salle d'étude

Coût électrique

- puissance : $6.600 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,5 \text{ W}/\text{m}^3.\text{h} = 3,3 \text{ kW}$
- Coût : $3,3 \text{ kW} \times 0,2 \text{ €/kWh} = 0,66 \text{ €/h}$

Coût thermique

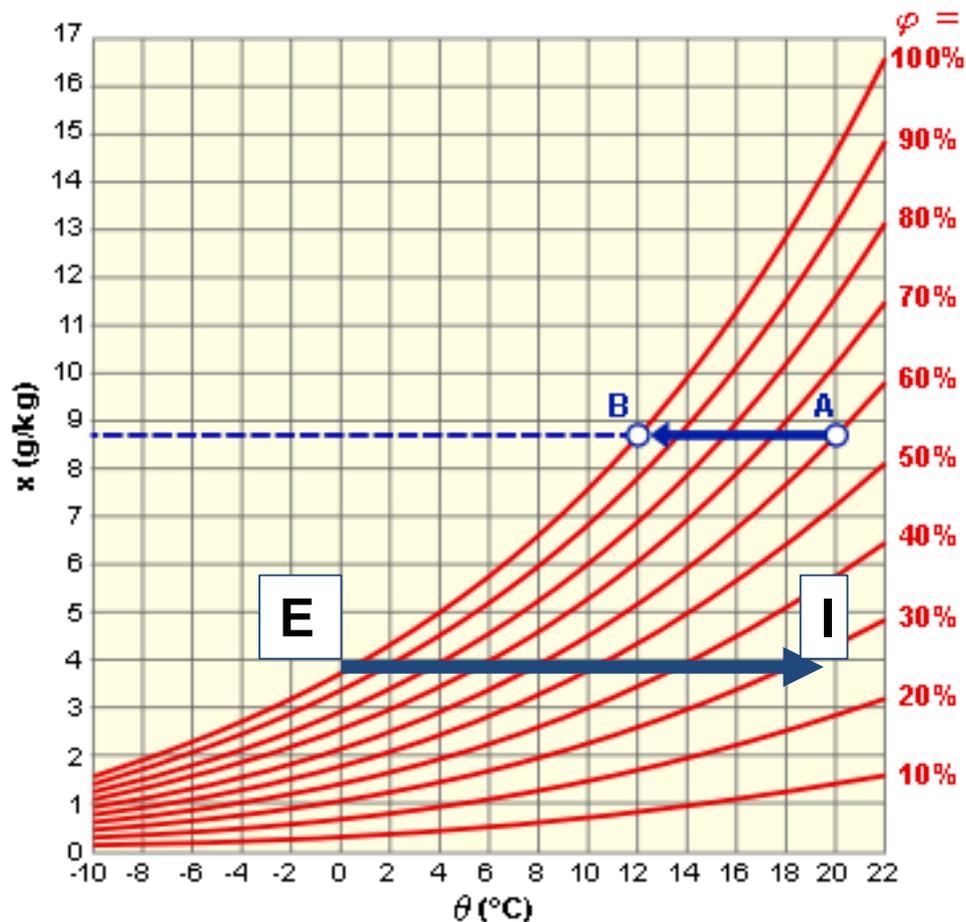
- puissance moyenne : $6.600 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,34 \text{ Wh}/\text{m}^3.\text{°C} \times (20^\circ - 8^\circ) / 0,8 = 34 \text{ kW}$
- Récupération échangeur 85 % $\rightarrow P = 34 \text{ kW} \times 0,15 = 5 \text{ kW}$
- coût : $5 \text{ kW} \times 0,06 \text{ €/kWh} = 0,3 \text{ €/h}$

Coût annuel

- Total : 1 €/h
- Si fonct 7j/7 : $300 \text{ jours} \times 24\text{h}/\text{j} \times 1 \text{ €/h} = 7.200 \text{ €/an}$
- Si fonct "scolaire" : $182 \text{ jours} \times 8 \text{ h}/\text{j} \times 1 \text{ €/h} = 1.500 \text{ €/an}$
- Si fonct "saison de chauffe + canicule" : $100 \text{ jours} \times 8 \text{ h}/\text{j} \times 1 \text{ €/h} = 800 \text{ €/an}$

→ ouverture des fenêtres en période d'arrêt de la chaudière ??

Problème d'humidité



500 m³/h dans une classe de 60 m² ou 180 m³,
c'est 3 renouvellements d'air /heure ...
et de l'air à 15...25 % d'humidité en période de gel !

Si 20 élèves apportent 50 gr d'eau chacun,
le taux d'humidité gagne 2 grammes et se stabilise à 30... 35% , ouf... !

Problème d'humidité

Mais chez les maternelles ?

Mais dans la salle de gym chauffée sur l'air ?

Mais au retour dans la classe après le cours de gym, après la récréation, ...?

Il y a clairement un inconfort exprimé chez les instits (angines blanches...) !

Solutions :

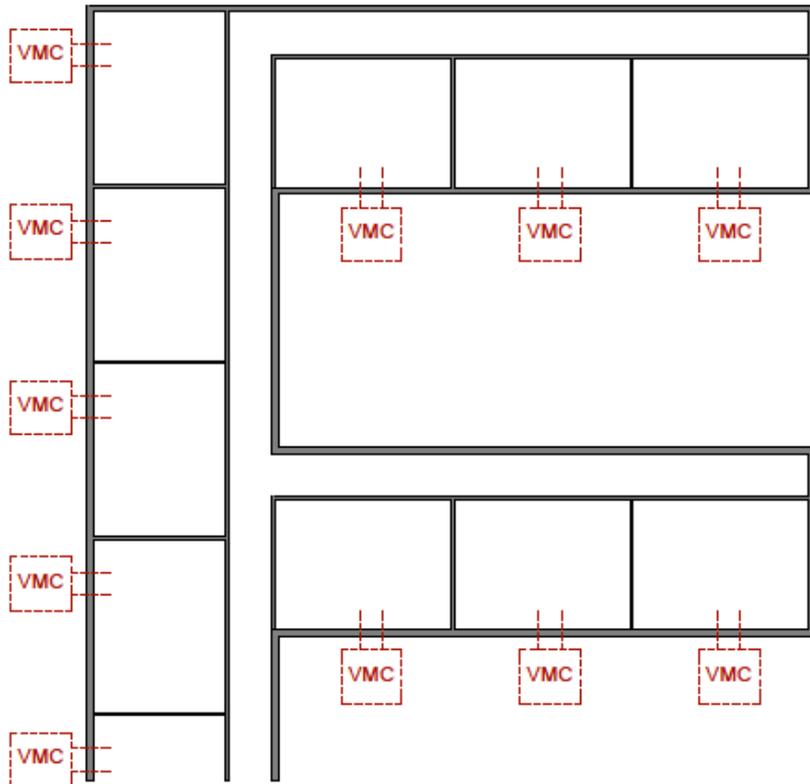
- Ne pulser l'air neuf que strictement en période d'occupation
- Préférer un récupérateur à roue, qui transfère la chaleur mais aussi l'humidité (*sans risque hygiénique ?*)
- Mettre une régulation du débit sur taux de CO₂ (*mais sophistication ?*)
- Moduler (salle de gym ventilée 1h matin, 1h midi, 1h soir)
- Placer des clefs de réglages dans les gaines pour adapter le débit à l'âge et au nombre des occupants
- Pulser un débit plus faible en période de gel
- Sous-dimensionner (400 m³/h/classe)
et tabler sur une moyenne correcte avec les récréations

Conclusions pour la ventilation mécanique double flux

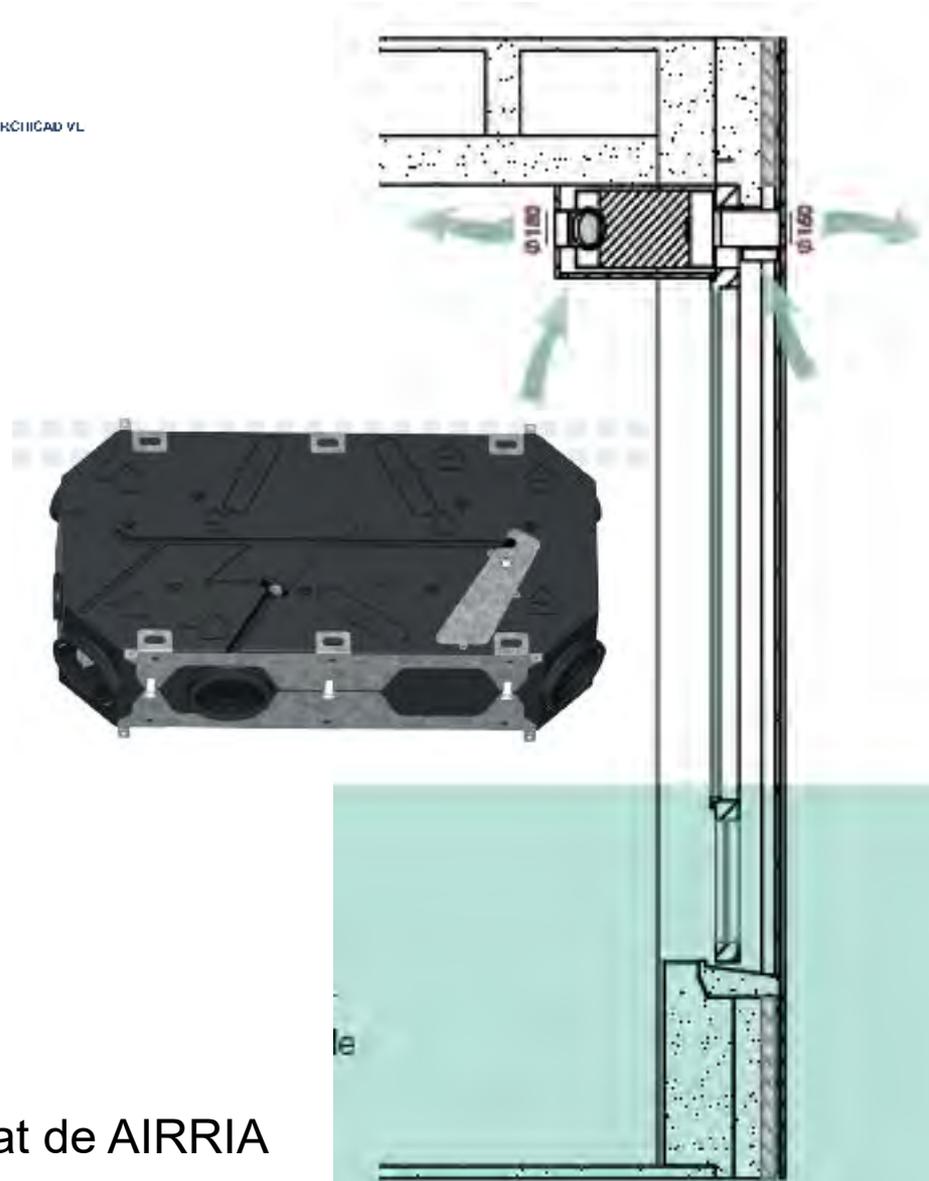
- ☺ Contrôle des débits
- ☺ Confort thermique
- ☺ Récupération de chaleur
- ☺ Isolation des bruits extérieurs (trafic...)
- ☺ (filtration de l'air – pollens etc)

- ☹ Coût
- ☹ Confort hydrique
- ☹ Encombrement – contraintes spatiales
- ☹ Entretien
- ☹ Consommation électrique des ventilateurs
- ☹ (Nuisances sonores éventuelles)

Vers une ventilation double flux décentralisée ?



ARCIIIAD VL



Ex : Smartflat de AIRRIA

A nous de trouver... !

Eux, ils sont en période de croissance...



***Si souhait de recevoir la synthèse des différentes visites d'installation,
envoyer un mail à jacques.claessens@uclouvain.be***