

N°67

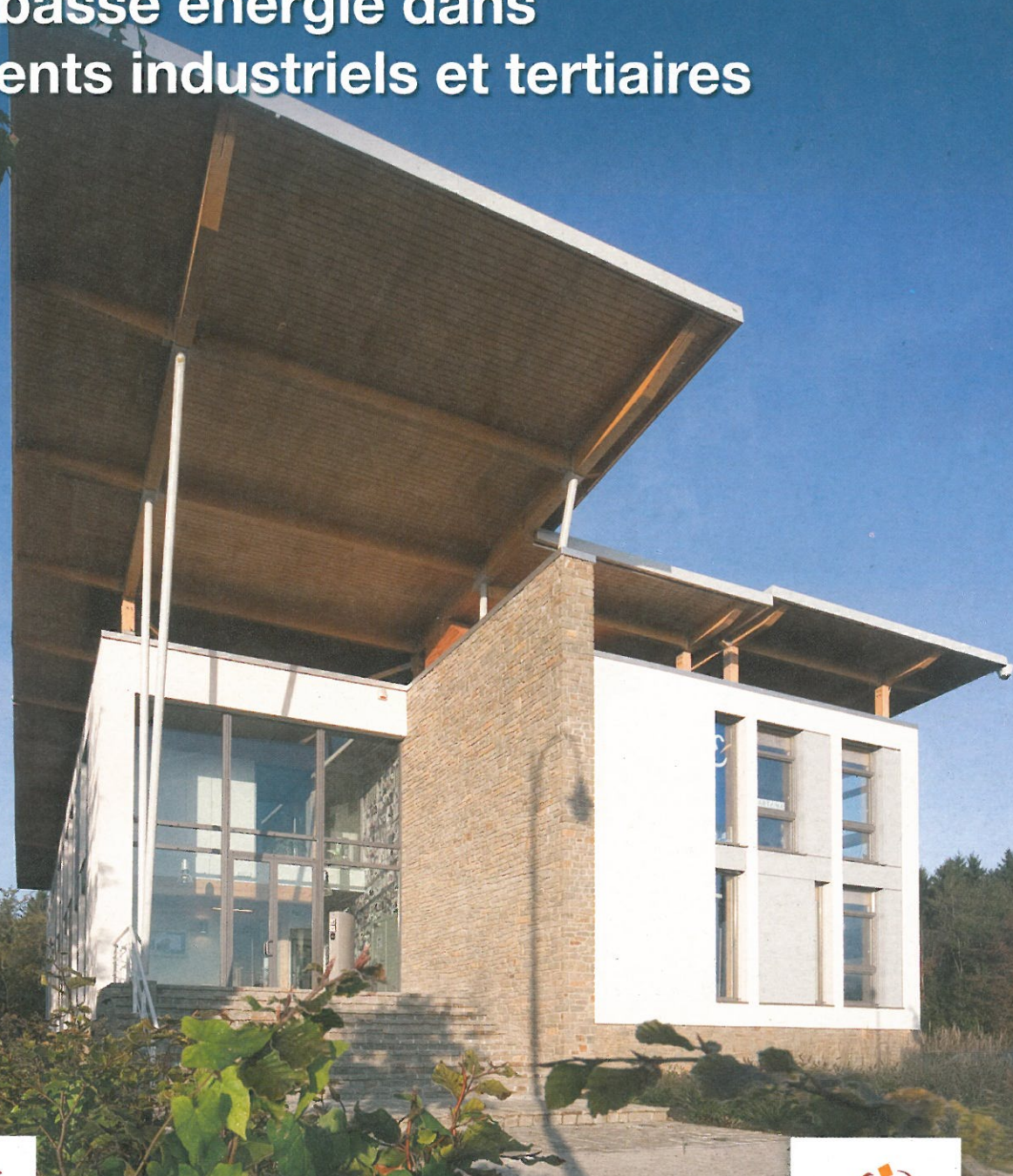
BELGIQUE / BELGIË
RD
LIEGE X
P601197

RÉACTIF

Le point énergie de la Wallonie pour les professionnels et décideurs

Trimestriel : mars, avril et mai 2011

Passif et basse énergie dans les bâtiments industriels et tertiaires



Retour : SPW-DG04 - Avenue Prince de Liège, 7 - B-6100 JAMBES (NAMUR) - Photo : Investisud



Wallonie



Service public
de Wallonie



économisons
l'énergie



L'école passive de Louvain-La-Neuve, un premier bilan

En janvier 2010, les élèves de maternelle du collège du Biéreau ont emménagé dans les classes de leur toute nouvelle école passive. Le projet de construction de cette école a été baptisé METIS pour "Maîtrise Energétique et Technologique d'une Institution Scolaire".

Ce projet a été réalisé dans un esprit de forte collaboration entre l'architecte, Pierre Somers, les entreprises et les futurs occupants du bâtiment. L'école a été conçue selon le standard passif afin de limiter la pollution et de réaliser de fortes économies sur la facture énergétique. Mais ces économies sont-elles réelles et le confort thermique est-il au rendez-vous ?

Une forte isolation de l'enveloppe

Pour répondre à cette question, il faut d'abord examiner les principes constructifs mis en application lors de la conception du bâtiment.

Tout d'abord, l'isolation importante du bâtiment permet de garder la chaleur à l'intérieur du bâtiment en hiver et de se protéger des fortes chaleurs en été. Des flocons de cellulose (de 30 à 40 cm dans les murs et de 36 à 50 cm dans la toiture) ont été insufflés dans des caissons recouverts d'un freine-vapeur et de plaques de plâtre à l'intérieur et de panneaux de fibre de bois à l'extérieur. En ce qui concerne les portes et fenêtres, les châssis placés sont munis de triple vitrage.

Mais une bonne isolation implique de faire la chasse à tous les ponts thermiques possibles afin d'éviter qu'une grande partie de la chaleur du bâtiment ne s'échappe par une faiblesse dans l'enveloppe extérieure. La conception de la structure du bâtiment en est un bon exemple. En effet, celle-ci est constituée de poutres et de colonnes en acier emballées dans les caissons de cellulose, évitant ainsi tout risque de pont thermique.

Une excellente étanchéité à l'air des parois extérieures (résultat du Blower Door Test : $n_{50} = 0,45$) permet de contrôler totalement les flux d'air entrants et sortants du bâtiment.

La structure intérieure de l'école est composée de dalles de béton armé et de murs maçonnés en blocs de béton. Ce choix apporte au bâtiment une très bonne acoustique et surtout une

forte inertie du bâtiment qui permet une évolution très douce des températures.

Enfin, des stores motorisés et des "casquettes architecturales" permettent de se protéger des rayons du soleil lors des périodes plus chaudes.

Un réseau d'air qui porte le chauffage et génère le rafraîchissement

En ce qui concerne la ventilation des classes, elle est assurée par un système double flux représenté à la figure 1. L'air neuf puisé à l'extérieur passe tout d'abord par un puits canadien : l'air, en passant dans le sol à deux mètres de profondeur, se réchauffe en hiver et se refroidit en été. Il passe ensuite dans un échangeur récupérateur de la chaleur de l'air sortant. L'air est alors pulsé dans les classes au moyen de ventilateurs. En cas de besoin, l'air est chauffé à 30°C par une batterie de chauffe terminale placée à l'entrée de la classe. Une sonde de présence actionne l'ouverture d'un clapet à l'arrivée des élèves. Une sonde de température dans chaque classe régule la température. L'extraction se fait par les couloirs et l'air repasse dans l'échangeur avant d'être expulsé en toiture.

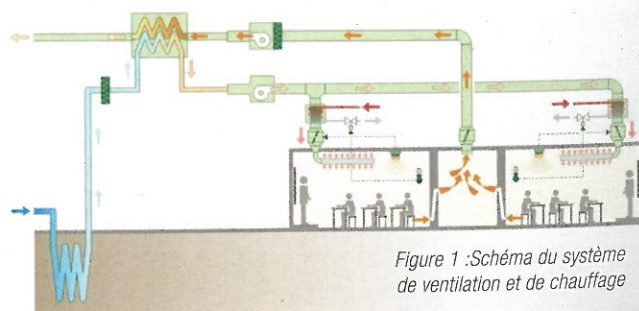


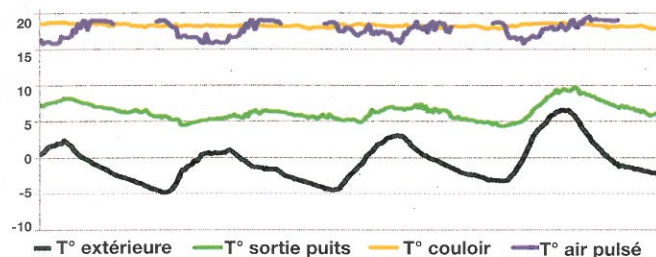
Figure 1 : Schéma du système de ventilation et de chauffage

Pendant les nuits d'été, l'air frais extérieur est pulsé dans les classes, en court-circuitant alors l'échangeur !
Voilà pour les principes. Mais cela fonctionne-t-il en réalité ?

Première analyse du fonctionnement

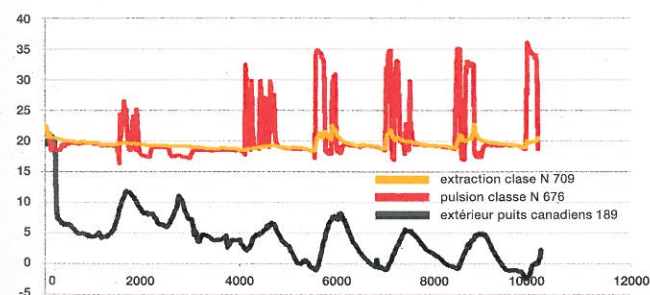
Pour le savoir, examinons le résultat des mesures effectuées dans l'école. Sur le graphe de la figure 2 sont représentées quatre courbes prises sur une durée de quatre jours. La courbe noire représente la température extérieure de l'air prise à l'entrée du puits canadien. La courbe verte représente la température de l'air prise à la sortie. L'air est donc réchauffé de 5 et 10°C par son passage dans le puits canadien. Les courbes mauve et jaune représentent respectivement l'évolution des températures de pulsion et d'extraction du système par le couloir. L'air pulsé est ici fortement réchauffé par l'air extrait du bâtiment, entre 8 et 12°C, ce qui prouve la grande efficacité de l'échangeur de chaleur.

Figure 2 : Fonctionnement en hiver du puits canadien et de l'échangeur de chaleur



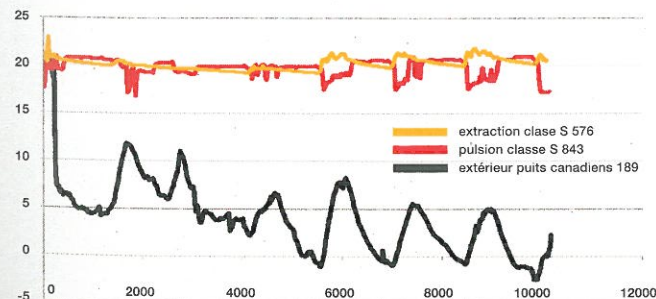
Les courbes de la figure 3 représentent l'évolution de la température dans une classe orientée au nord sur une durée d'une semaine en hiver. La courbe noire représente les températures extérieures. La courbe rouge, représentant la température de pulsion d'air dans la classe, montre que des pulsions ponctuelles d'air à une température entre 30°C et 35°C suffisent à réchauffer l'air de la classe dont la température d'extraction est représentée par la courbe jaune.

Figure 3 : Fonctionnement en hiver de la ventilation de la classe nord



Les courbes de la figure 4 donnent l'évolution de la température dans une classe orientée au sud durant la même semaine hivernale. La courbe rouge, représentant la température de pulsion d'air dans la classe, montre que la chaleur fournie par les enfants et le soleil suffit à chauffer cette classe, la température de pulsion étant, aux heures d'occupation du local, plus fraîche que celle d'extraction, représentée par la courbe jaune.

Figure 4 : Fonctionnement en hiver de la ventilation de la classe sud



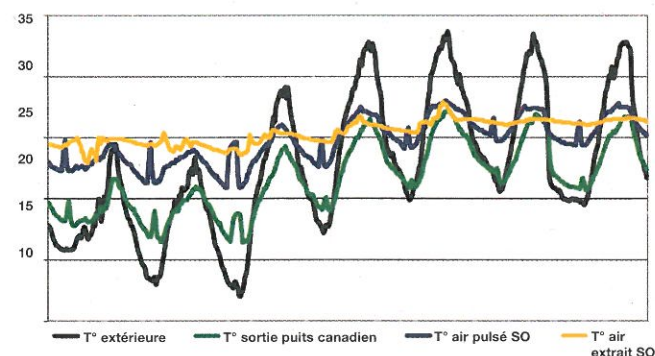
Cette installation de ventilation et de chauffage fonctionne donc très bien en hiver mais qu'en est-il de son fonctionnement en été ?

Sur le graphe de la figure 5 sont représentées quatre courbes prises sur une durée de quatre jours de canicule. La courbe noire représente la température extérieure. La courbe verte représente la température de l'air prise à la sortie du puits canadien. L'air est donc rafraîchi durant la journée et légèrement réchauffé durant la nuit. On peut se demander s'il ne serait pas intéressant de prendre l'air directement à l'extérieur pour refroidir le bâtiment la nuit sans passer par le puits canadien mais une telle stratégie empêcherait aussi le refroidissement de ce puits durant la nuit.

Les courbes bleue et jaune représentent respectivement l'évolution des températures de pulsion et d'extraction dans une autre classe au fond du couloir. On constate que l'air entrant dans la classe est nettement plus chaud que l'air qui sort du puits canadien. Cela est dû à la chaleur apportée par le ventilateur de pulsion et l'impact de la chaleur du couloir autour de la conduite d'amenée de l'air... La courbe jaune ne montre qu'un léger refroidissement du bâtiment durant la nuit. Mais malgré tout, par une température extérieure de 35°C, la température intérieure ne dépasse pas 27°C, ce qui montre la bonne inertie du bâtiment.

Ce refroidissement mécanique de nuit consomme de l'électricité. Peut-être un refroidissement naturel direct par ouverture de fenêtres dans les classes combiné à l'action d'un extracteur mécanique ou à un effet cheminée naturelle au dessus du couloir aurait-il été plus efficace et moins énergivore ?

Figure 5 : Fonctionnement en été du puits canadien et de l'échangeur de chaleur



Quel bilan des consommations ?

La consommation en gaz mesurée y est très faible : 3000 m³ en un an pour 1600 m² chauffés, soit l'équivalent de la consommation d'une maison d'habitation traditionnelle... pour un volume 10 fois plus grand ! Par contre, la consommation de 40.000 kWh électriques pourrait être améliorée car elle reste encore dans la moyenne de consommation des écoles traditionnelles. Des optimisations sont en cours...

Il serait dommage de conclure sans mentionner l'avis unanime des enseignants : la vie dans cette nouvelle école passive est vraiment très agréable ! La grande qualité d'air intérieur, le confort thermique des parois chaudes et le confort acoustique y sont très appréciés.

Guillaume Abeloos,
dans le cadre de son travail de fin d'études
comme ingénieur civil des constructions à l'UCL