

## **Opération de Lammerville : Performances environnementales inégalées en France pour une opération de logements groupés**

---

Pascal JACOB (2 décembre 2006)

**En cette fin d'année 2006, la première tranche de l'opération de construction de 55 villas urbaines durables à Bourges Lammerville se termine. Cette opération à ossature bois atteint un niveau de performances environnementales jamais égalé en France pour la construction de logements sociaux : 11 cibles HQE sont satisfaites sur 14 possibles pour un prix pourtant très compétitif : 816 € HT par mètre carré !!**

**Plus important sans doute : le gain d'énergie consommée sur l'ensemble des maisons : il atteint 226 Méga Watt Heure par an soit l'équivalent de 45 tonnes de gaz à effet de serre qui ne seront pas relâchés. Chaque locataire ou propriétaire économisera par an 145 € sur sa facture de gaz.**

### **Un concept de logement durable et écologique en milieu urbain**

Rappelons que le concept de cette réalisation exemplaire est d'offrir aux gens une vraie maison individuelle, dans un contexte urbain, permettant de recréer un esprit de quartier ou de village. Cette densité de l'habitat doit favoriser la desserte par les transports en commun et limiter, par voie de conséquence, l'usage de la voiture. Le côté durable se traduit notamment par le choix de matériaux dont l'incidence écologique doit être maîtrisée, et le bois est donc, de facto, complètement adapté à cet objectif, mieux que tous les autres matériaux de construction. Le bois est en effet le seul matériau de construction naturellement renouvelable et il fixe le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) à raison d'une tonne par mètre cube contribuant ainsi à la diminution des gaz à effet de serre.

### **Objectif 2007 : 14 cibles HQE sur 14 seront satisfaites : un record absolu**

Les 11 cibles HQE étaient les objectifs fixés dans la proposition faite en 2002 par l'architecte Christian GIMONET dans le dossier de candidature initiale au concours national organisé par le PUCA (Ministère du logement). En pratique et dans le cadre de l'opération de Lammerville, ces objectifs ont été intégralement respectés malgré le prix au m<sup>2</sup> très bas fixé par le Maître d'Ouvrage.

Un nouveau module de logement a été mis au point en collaboration avec le Groupe JACOB et l'atelier d'architecture Christian GIMONET dans le cadre d'un autre concours national (CQFD) pour respecter la future loi d'adaptabilité des logements aux personnes handicapées. Ce module (commercialisé en 2007) permettra de satisfaire la CIBLE 12 « Conditions sanitaires, dispositions en faveur des capacités physiques réduites ». Vu le soin apporté au choix des matériaux non agressifs pour l'environnement : peinture, bardages etc.., ce module sera également conforme à la CIBLE 13 : « Qualité de l'air » ainsi qu'à la CIBLE 14 « qualité de l'eau. » l'ensemble de ce concept de logement à ossature bois répondant à 100% à l'exigentiel HQE soit 14 cibles sur 14.

### **Puits canadien, Ventilation double flux, solaire passif, capteur solaire**

Christian GIMONET a souhaité utiliser dans cette opération de Lammerville les techniques qu'il maîtrisait bien depuis longtemps : la ventilation mécanique double flux et le puits canadien (depuis 1970). le solaire passif par jardin d'hiver (depuis 1982) le chauffage par

le sol (depuis 1970). Le Maître d'Ouvrage (Bourges Habitat) désirait le gaz et la Ville des capteurs solaires pour l'eau chaude sanitaire. Le bureau d'étude Dagallier à qui Bourges Habitat confiait la mission d'étude de la Réglementation Thermique synthétisa ces demandes et sélectionna les produits industriels les mieux appropriés. Pour les chaudières, les capteurs solaires et les réseaux chauffants, voici quelques extraits du rapport d'étude Dagallier :

## Le puits canadien

Le puits canadien est un système qui se sert de l'inertie thermique du sol pour égaliser les variations thermiques du climat: c'est l'utilisation, de manière passive, de l'énergie géothermique.

En effet, le principe est de faire passer, avant qu'il ne pénètre dans la maison, une partie de l'air neuf (pour le renouvellement) par des tuyaux enterrés dans le sol à une certaine profondeur (de l'ordre du mètre). Les tuyaux doivent avoir un diamètre, une longueur et un écoulement de l'air bien étudiés pour favoriser le maximum d'échange thermique entre le sol et l'air. Les bénéfices d'une telle installation peuvent être doubles:

- en hiver, le sol est généralement plus chaud que la température extérieure. L'air froid est donc préchauffé par son passage dans les tuyaux.

- en été, le sol est à l'inverse souvent plus froid que la température extérieure; ainsi l'air neuf qui arrivera dans l'échangeur (avant d'être insufflé dans les pièces) sera plus froid que l'air extérieur.

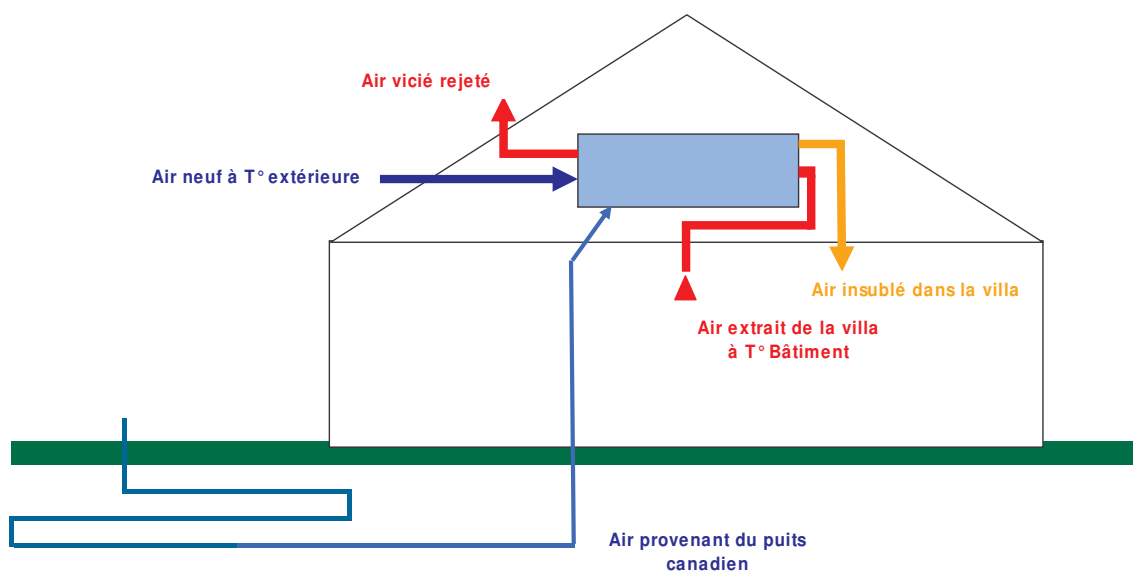


Schéma de principe d'un puits canadien

### Détermination du gain apporté aux 55 villas de Lammerville

Les résultats des calculs montrent qu'il est possible d'obtenir **un gain de 1°C à 3°C** par rapport à la température d'entrée en période de chauffe sans tenir compte des apports thermiques dus aux pertes de charge par le frottement de l'air sur les parois internes des tubes.

## Conclusions :

La période de chauffe dans le département du Cher dans lequel les maisons de Lammerville ont été construites est de 7,5 mois avec 2453 DJU (Degré-Jour-Unifié) pendant lesquels le renouvellement d'air pour l'hygiène et les apports en oxygène sont nécessaires. Les déperditions par air de chaque pavillon représentent 32% des déperditions totales du pavillon (pour un simple flux dans un pavillon type 5). Chaque degré d'écart qu'il est possible de gagner représente un gain de 56 Watts à l'heure, ce qui peut paraître infime au vu des déperditions d'un pavillon. Toutefois, un degré d'écart gagné sur la ventilation pendant la période de chauffe représente 7249 kWh/an pour l'ensemble des 55 villas urbaines soit l'équivalent de la consommation de chauffage pour une année de chauffe d'un pavillon (T3).

Lien utile : Bilan d'exploitation et performance énergétique  
<http://www.thermexcel.com/french/ressourc/energie.htm>

## La ventilation mécanique double flux

L'air vicié est aspiré par une unité de ventilation hors des pièces telles que la cuisine, la salle de bain, les toilettes, et les locaux de service. Simultanément, de l'air frais est amené, par la même unité de ventilation, dans les autres pièces de séjour, comme le salon, les chambres à coucher, etc... Un échangeur de chaleur à haut rendement, monté dans l'unité de ventilation, est mis en oeuvre pour récupérer la chaleur latente véhiculée par l'air vicié chaud, qui chauffe l'air frais entrant. Ce dispositif assure non seulement la récupération d'une chaleur qui, autrement, serait perdue, mais élève également le seuil de confort ambiant. L'air frais pénètre en effet dans les pièces à une température plus confortable que s'il était aspiré directement de l'extérieur.

L'étude ci-dessous permet de comparer le double flux avec le simple flux en essayant de quantifier la différence de consommation d'énergie des 2 systèmes. Il a été pris en compte en compte la consommation d'énergie due au chauffage de l'air insufflé ainsi que l'alimentation du ou des ventilateurs. Pour ce qui est du débit volumique à insuffler dans chaque villa, nous avons pris 165 m<sup>3</sup>/h, qui est le débit des villas du groupe 1.

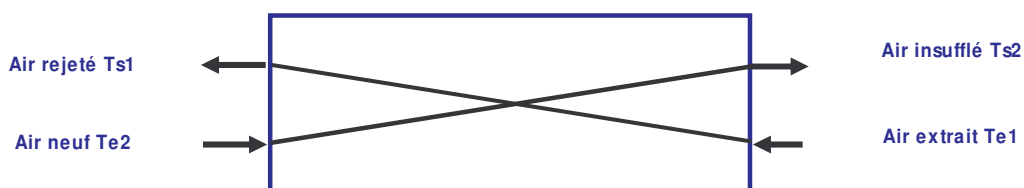
### Détermination du gain apporté aux 55 villas de Lammerville :

La consommation du système simple flux atteint 1728 kWh auxquels il faut ajouter l'énergie d'alimentation du ventilateur Ainsi, la consommation simple flux vaut :

$$C_{sf} = 3290,6 + 35,1 \times 8760 / 1000 = \mathbf{3598 \text{ kWh}}$$

où 35,1 est la consommation à l'heure du ventilateur et 8760 le nombre d'heure dans l'année

Pour le double flux, il faut calculer l'augmentation de température due à l'échange de chaleur entre le flux entrant (froid) et le flux sortant (chaud).



Le but est de calculer Ts<sub>2</sub>, la température à laquelle l'air neuf va rentrer dans la villa. Pour se faire, nous avons besoin de la relation de l'échangeur :

$II = (Ts2 - Te2) / (Te1 - Te2)$  avec II: rendement de l'échangeur = 0.55

Ainsi,  $Ts2 = 0.55 \times (Te1 - Te2) + Te2$

Nous arrivons, au terme de la période d'hiver, à une consommation d'énergie de 777.6 kWh auxquels il faut ajouter l'alimentation des 2 ventilateurs. Ainsi, la consommation double flux vaut :

$$Cdf = 1480,7 + 85,5 \times 8760 / 1000 = \mathbf{2229,7 \text{ kWh}}$$

*Conclusion :*

Nous pouvons donc affirmer que, grâce au système double flux, nous pouvons réaliser une économie annuelle et par villa de 3598 - 2229.7", 1368 kWh par rapport au système simple flux. En moyenne, sur les 7,5 mois d'hiver, **le double flux permet d'obtenir une hausse de la température de l'air insufflé équivalente à 6,7°C.**

Liens utiles : Les ventilation mécaniques doubles flux avec puits canadien  
<http://www.pso.be/media/txt/229-9901-04-97-FR.pdf>

### Energie solaire par capteur pour le préchauffage de l'eau chaude

Sur l'ensemble des consommations des 55 villas de l'opération de Lammerville, nous arrivons à un taux de couverture global de 58,38%, ceci avec l'apport de 80 capteurs, ce qui correspond à un gain d'énergie de 2572 kWh par villa .

Au final, l'ensemble des installations solaires pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire fera économiser, par an, 13,36 tonnes de gaz naturel et évitera de dégager 28,4 tonnes de gaz à effet de serre. En outre, chaque locataire pourra économiser 90€ TTC chaque année sur sa facture

### Solaire passif : Apport des jardins d'hiver

Pour chaque villa urbaine, un jardin d'hiver permet de créer un espace tampon entre la paroi de la villa et l'extérieur. Ce volume, qui « protège » la villa de la température extérieure, peut de plus bénéficier de l'apport solaire qui permettra de réchauffer l'intérieur du jardin d'hiver durant les mois d'hiver et ainsi diminuer les déperditions de la villa.

Le calcul ci-dessous permet de déterminer le gain d'énergie des 55 villas par rapport aux mêmes villas, mais sans jardin d'hiver.

$C = S \times k \times \Delta T \times b \times 24 \times 2453 / 25000$  avec :

**C : consommation en kWh**

S : surface en m<sup>2</sup>

k: coefficient de la paroi en W.K-1.m-2

$\Delta T$  :  $T_{bât} - T_{ext}$

b : taux de la pièce (= 1 pour l'extérieur, = 0,833 pour l'intérieur des jardins d'hiver)

$C(\text{sans jardin d'hiver}) = (5,8 \times 2,5) \times 0,403 \times 25 \times 24 \times 2453 / 25000 = \mathbf{344 \text{ kWh}}$

$C(\text{JH court}) = [(3,5 \times 2,5) \times 0,391 \times 0,833 + (2,3 \times 2,5) \times 0,403] \times 24 \times 2,453 = \mathbf{304 \text{ kWh}}$

$C(\text{JH long}) = 5,8 \times 2,5 \times 0,391 \times 0,833 \times 24 \times 2,453 = \mathbf{278 \text{ kWh}}$

Les jardins d'hiver longs sont les jardins d'hiver des villas 48 à 54. Les jardins d'hiver courts sont ceux des autres villas.

Au final, le gain d'énergie est de :

$344 \times 55 - [278 \times 7 + 304 \times 48] = \mathbf{2382 \text{ kWh}}$

### **Conclusions : Une économie de 226 Méga Watt Heure par an**

Etant donné l'état actuel de notre environnement, et pour faire face aux exigences de plus en plus accrues des pouvoirs politiques, des efforts sur la durabilité et la diminution de la consommation d'énergie doivent être entrepris par chacun. Les villas urbaines durables vont dans ce sens. Si le gain procuré par le double flux et par les jardins d'hiver n'est pas exceptionnel, il permet tout de même d'économiser de l'énergie en quantité non négligeable

En effet, le gain de ces deux systèmes peut atteindre 1411 kWh par pavillon, ce qui représente une économie non négligeable.

De plus, le puits canadien peut apporter jusqu'à 3°C de gain sur l'air insufflé dans la villa. S'il paraît relativement modeste à première vue, ce gain correspond tout de même à l'énergie qu'il faudrait fournir pour permettre de chauffer trois pavillons (de type 3) pendant une année. Néanmoins, ces résultats doivent être nuancés par le fait que l'augmentation de température due au puits canadien diminuera le gain du double flux (car l'échange de chaleur sera moins important).

Enfin, le préchauffage de l'eau chaude sanitaire par l'énergie solaire permet une double économie. D'une part, l'eau arrivant dans le ballon d'eau chaude sanitaire ne sera pas froide mais préchauffée, ainsi l'eau contenue dans le ballon ne sera pas refroidie par l'eau introduite. D'autre part, l'eau sera préchauffée par une énergie abondante, gratuite et quasi non polluante. L'économie en terme de respect de l'environnement (réduction de l'émission de gaz à effet de serre) et en terme d'énergie - et donc de coût - en est que plus significative.

En résumé, et pour tous les systèmes étudiés (solaire passif c'est-à-dire jardin d'hiver, puits canadien, eau chaude sanitaire solaire et double flux) permettant de diminuer la consommation d'énergie, les résultats sont les suivants:

- L'ensemble des 55 villas urbaines réalise une économie de **226 MWh par an** soit **4115 kWh par villa**.

- En terme de respect de l'environnement, cela représente **45 tonnes de gaz à effet de serre** qui ne seront pas relâchés.

- En terme économique, chaque locataire pourra économiser **145 € TTC sur sa facture gaz**.

Ces performances seront améliorées dès 2007, le pôle de recherche & Développement du Groupe JACOB et l'Atelier GIMONET poursuivant en commun leurs études afin de satisfaire la future RT 2010, pour incorporer les énergies renouvelables : capteurs solaires eau chaude ou photovoltaïques, micro-éoliennes et, enfin, améliorer l'emploi des puits canadiens.