



Le Projet Sémiramis à Fribourg

Dominique Chuard

Architecte EPFZ, Sorane SA, Lausanne

Situation initiale

Cette note présente le processus d'optimisation énergétique menée lors du développement du projet (passage de l'avant-projet au projet définitif) d'un bâtiment de logements collectifs.

Ce projet, Sémiramis (les jardins de Pérolles) à Fribourg était le lauréat d'un concours d'architecture gagné en 1991 par le bureau d'architecte Dominique Rosset SA à Fribourg. L'îlot, route des Arsenaux, comporte 145 logements au total et sa construction est en phase de se terminer.

Le bâtiment étudié est le troisième de l'ensemble. Il se situe dans une zone sensible du site, exposée à l'Ouest à une route bruyante. Pour résoudre ce problème, l'architecte a choisi de disposer sur cette façade, des locaux de service principalement (cuisine, salle de bain, escaliers) ou d'isoler les séjours au moyen de loggias vitrées (espaces tampons).



Façade Est



Façade Ouest : déperditions et confort estival

La solution, initialement choisie par l'architecte pour la façade Ouest, était une paroi de pavés de verre très lisse et fermée.

Les déperditions dues à cette façade ne satisfaisaient pas les exigences légales (SIA 180/1 et SIA 380/1). Les inconforts générés par les surchauffes inhérentes à une façade Ouest très vitrée n'étaient pas maîtrisables. Le nouveau projet de façade Ouest, moins vitré et protégé par des éléments fixes de tôle perforée, permettait de mieux contrôler les pertes et les gains de chaleur.

Le gain en énergie thermique dû à la modification de cette façade était de l'ordre de 16 %.

Démarche

Si l'on analyse le bilan des flux de chaleur du bâtiment dans son ensemble, on constate que :

- Les pertes par transmission représentent près des deux tiers des déperditions, les pertes par renouvellement d'air un tiers.
- Sur l'ensemble de la chaleur distribuée par la chaudière, deux tiers serviront au chauffage du bâtiment, un tiers à la production de l'eau chaude sanitaire.

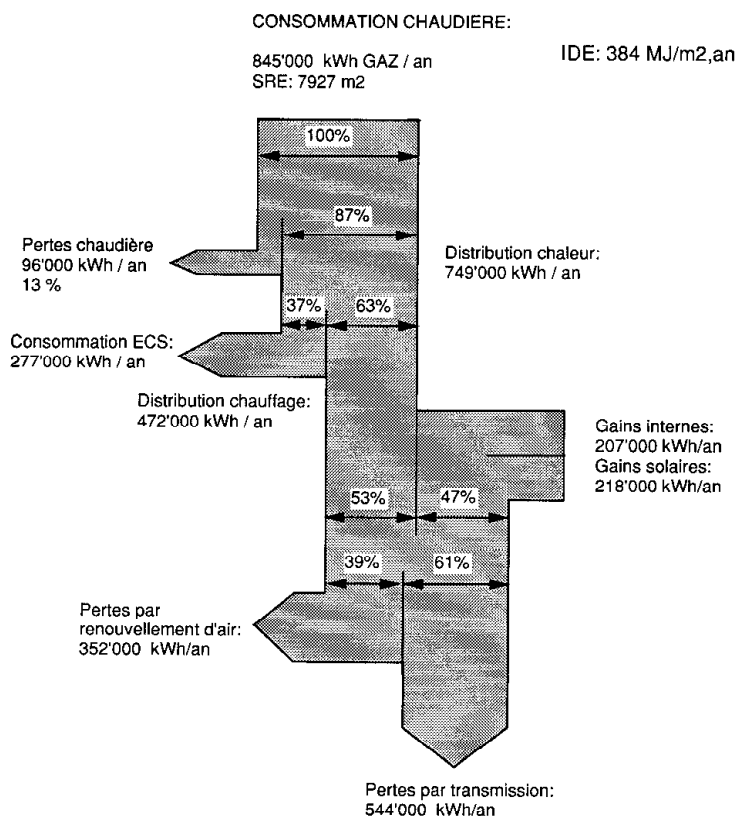


Diagramme de flux du projet de base avant l'optimisation



Le projet de base avec un IDEth de 384 MJ/m²,an, après modifications de la façade Ouest, satisfait aux exigences légales (SIA 380/1 IDE limite de 530 MJ/m²,an et cible de 410 MJ/m²,an).

Sur cette base, trois directions ont été poursuivies pour tenter de diminuer la consommation d'énergie thermique du bâtiment :

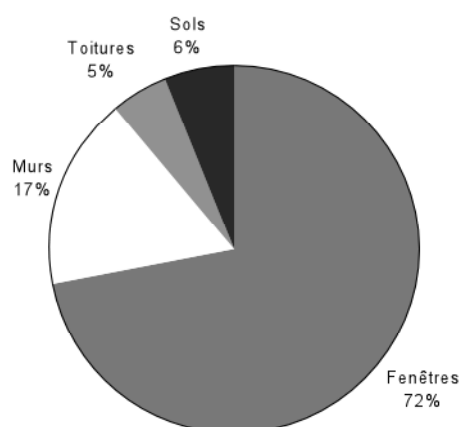
- Recherche de la qualité thermique optimale de l'enveloppe des bâtiments: afin de minimiser les pertes par transmission,
- Contrôle du renouvellement d'air et récupération de chaleur sur ce renouvellement afin de minimiser les pertes par renouvellement d'air,
- Utilisation de l'énergie solaire active pour participer à la production d'eau chaude par utilisation de l'énergie renouvelable pour la part de consommation constante sur l'année.

Les trois volets de l'étude sont complémentaires et s'inscrivent dans une démarche logique.

Enveloppe du bâtiment

Le projet de base prévoyait les qualités suivantes : fenêtres huisserie bois avec vitrage en verre isolant double ($k = 3 \text{ W/m}^2\text{,K}$), murs et toitures isolées avec 10 cm, sols entre rez et parking avec 5 cm.

Les déperditions à travers cette enveloppe se répartissent selon le diagramme ci-dessous :



Répartition des pertes de l'enveloppe

Projet de base: IDE 384 MJ/m²,an

100 % = 544 MWh/an

Projet de base avant optimisation

On remarque la part importante due aux fenêtres, plus des deux tiers. Leur amélioration aura un effet sensible sur le bilan global. Deux séries d'amélioration ont été étudiées : un meilleur vitrage avec une couche IR et un remplissage de gaz Argon ($k = 1,3 \text{ W/m}^2\text{,K}$) et une augmentation de l'épaisseur d'isolation des parties opaques (+2 à +4 cm d'isolation).



Globalement, les pertes par transmission à travers l'enveloppe sont réduites de 30 %, la consommation de chaleur de 25 %.

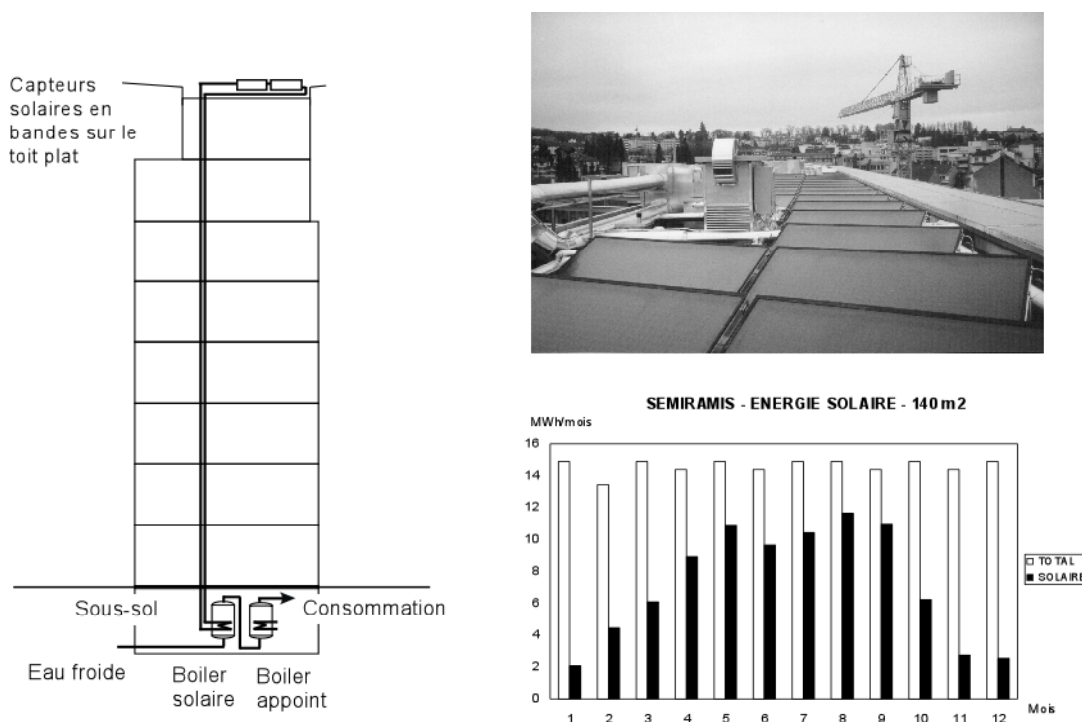
Renouvellement d'air

L'enveloppe améliorée, le renouvellement d'air représente la moitié des déperditions totales. Un renouvellement d'air contrôlé avec un double flux et une récupération de chaleur autorise une enveloppe étanche (fenêtres) tout en garantissant un renouvellement de base. Le système étudié est simple : on aspire dans les salles d'eau et la cuisine, et l'on pulse dans le hall.

Eau chaude sanitaire

Les pertes par transmission et par renouvellement d'air diminuées, l'eau chaude sanitaire représente près de la moitié du bilan global. C'est le poste qu'il faudra améliorer.

En installant des capteurs solaires qui assurent un préchauffage de l'eau chaude, on peut aisément couvrir la moitié de la demande. Avec 140 m² de capteurs et un stock de 7000 l, l'installation s'intègre à la toiture plate (faible empreise sur le bâtiment).



Eléments complémentaires

Quelques éléments compètent les choix principaux :

- Une production de chaleur à basse température par une chaudière à gaz à condensation.
- Une distribution par le sol basse température.



- Les loggias, très imbriquées dans le plan, sont chauffées. Leur peau extérieure est la peau isolante, leur séparation avec les séjours étant limitée par un simple vitrage.
- La distribution de l'eau se fait par circulation et non pas par câble chauffant.

Conclusions

Un tableau résume les principaux résultats. On a discerné différentes combinaisons que pourrait adopter le maître de l'ouvrage.

- **Minimaliste** : on ne fait rien, le bâtiment est conforme et il se situe déjà dans la classe des bâtiments performants.
- **Maximaliste** : toutes les mesures étudiées sont appliquées. L'enveloppe est améliorée dans sa totalité (vitrages, murs, sol, toiture), un renouvellement d'air contrôlé est mis en place et une installation de production d'eau chaude solaire est posée. Techniquement parlant, c'est possible et énergétiquement intéressant, aucune des mesures prises n'interférant avec les autres. Au niveau financier, il faut investir environ Fr. 400.000,-- pour économiser 460 MWh/an. La rentabilité brute est de 6.0 % l'an. C'est donc une opération à la limite de la rentabilité. Rapporté aux 10,2 Millions nécessaires à la construction du bâtiment, ce surinvestissement ne représente que 4 %.
- **Stratégique** : on applique les mesures en fonction de leur apport global (confort, habitabilité, économie) et de leur rentabilité en commençant par l'installation d'un renouvellement d'air contrôlé (habitabilité, économie), puis par l'amélioration des vitrages (rentabilité, économie, confort). Toutes ces opérations sont rentables. On pourrait s'arrêter là. Si l'on voulait y ajouter une dimension "écologique" on pourrait installer aussi les capteurs solaires. Leur apport est sensible au niveau économie d'énergie et la rentabilité juste atteinte.

Le maître de l'ouvrage a finalement choisi la combinaison "stratégique écologique" avec quelques améliorations supplémentaires de l'isolation de l'enveloppe.

SORANE S.A.
D. CHUARD

Intervenants

Maître de l'ouvrage

Ville de Fribourg avec différentes partenaires financiers

Architecte

Atelier d'architecture Dominique Rosset SA, Fribourg

Ingénieur Chauffage / Ventilation

Pierre Chuard SA, Fribourg

Ingénieur Sanitaire

Duchain SA, Villars-sur-Glâne

Ingénieur Electricité

Pasquier et Scherler SA, Fribourg

Optimisation énergétique

Sorane SA, Lausanne, Fribourg



SEMIRAMIS - BATIMENT APO - RESUME DE LA DEMARCHE D'OPTIMISATION

VARIANTE	CHALEUR			INVESTISSEMENTS PLUS VALUE	COUT EXPLOITATION	RENTABILITE BRUTE DES VARIANTES COMPAREE A LA BASE	
	MWh/an	MJ/m2,an	%				Fr
Base							
X	Façade Sud-Ouest: brique de verre	1010	458	100		52000	-
0	Base: façade Sud-Ouest modifiée	845	384	84	0	44000	-
<i>Enveloppe du bâtiment: amélioration vitrages et isolation</i>							
E1	Verre isolant + couche IR + Argon	670	304	66	65000	34000	15,4
E2	Meilleure isolation: murs, toitures, sols	817	371	81	45000	42000	4,4
E1+2	Meilleurs vitrages et meilleure isolation: murs, toitures, sols	642	292	64	110000	33000	10,0
<i>Renouvellement d'air contrôlé</i>							
R1	Renouvellement d'air contrôlé	702	319	70	70000	36000	11,4
<i>Eau chaude sanitaire: energie solaire</i>							
S1	Energie solaire pour le préchauffage de l'eau	717	326	71	220000	37000	3,2
Combinaisons							
A	Minimaliste: rien	845	384	84	0	44000	-
B	Maximaliste: verre IR + Argon, murs, toitures et sols, renouvellement contrôlé, énergie solaire	386	175	38	400000	20000	6,0
C	Stratégique: financière verre IR + Argon, renouvellement contrôlé	538	244	53	135000	28000	11,9
D	Stratégique + Ecologique verre IR + Argon, renouvellement contrôlé, énergie solaire	411	187	41	355000	21000	6,5

- Les investissements sont la plus-value par rapport à la solution de base.
- Le coût d'exploitation se limite au coût de l'énergie (gaz à 4.7 cts/kWh).
- La rentabilité brute est le quotient de l'économie annuelle de l'énergie rapportée à l'investissement total, elle devrait être de 6,5 % l'an pour couvrir les frais de capital.