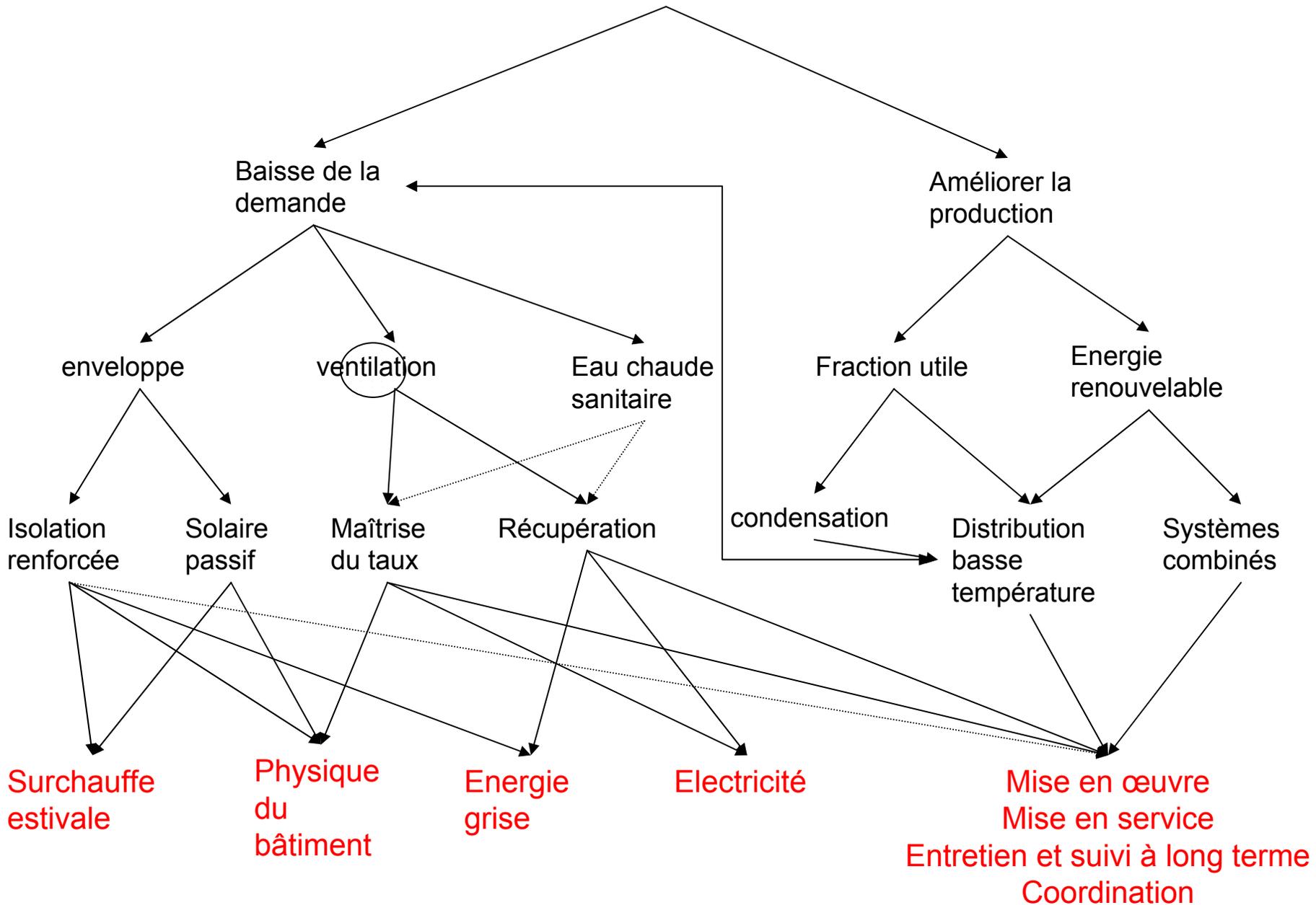
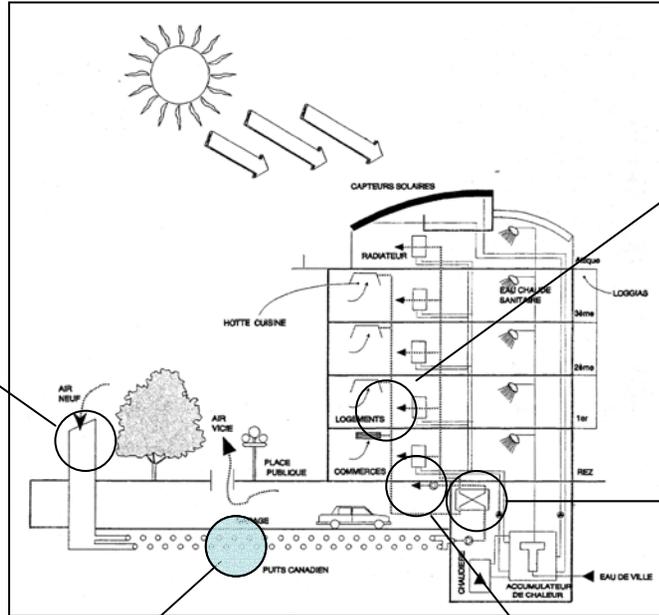
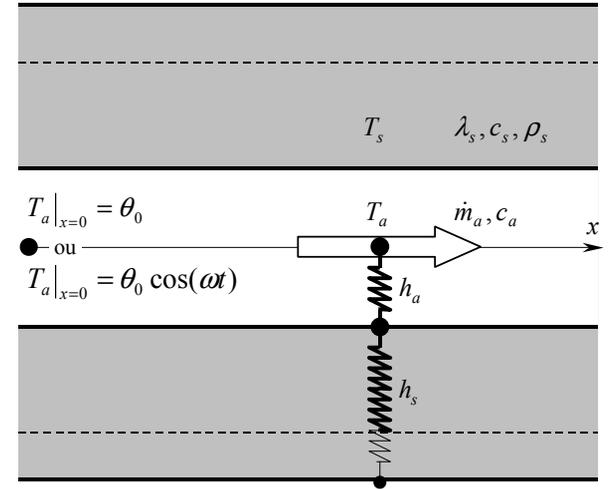
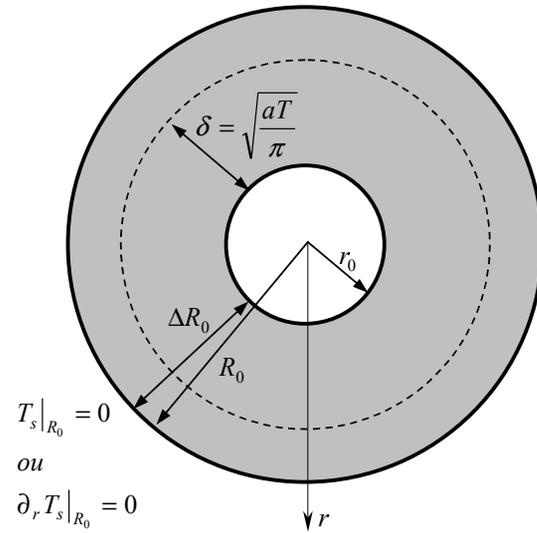


Baisse de la consommation thermique des bâtiments





Dimensionnement



Mise en oeuvre



Coordination

**ANALYSE THERMIQUE DE
LA CITE SOLAIRE A PLAN-LES-OUATES (GENEVE)**

Gisela Branco, Bernard Lachal,
Peter Gallinelli, Dolores Gonzalez, Willi Weber



Mandataires :

- Mairie de Plan-les-Ouates
- Service Cantonal de l'Énergie (Genève)
- Office Fédéral de l'Énergie

1997 – 2002

E. Pampaloni, C. Soutter
Cuepe, mesures



Groupe d'accompagnement

Représentants du maître d'ouvrage

G. SAUTY
Conseiller administratif
 J.-F. CHAL
 P. GIAUQUE
Conseil Municipal
 G. VOSS
Mairie Plan-les-Ouates

Suivi scientifique de la Cité Solaire Pré-du-Camp à Plan-les-Ouates / Genève

Feuille d'information N°1 - juin 1997

Comité scientifique d'étude des problèmes de l'énergie - 18 avenue de la Justice - CH-1205 Genève - Tél 022 765.73.20 - Fax 022 765.73.00

Pourquoi cette feuille ?

Sous l'impulsion du maître de l'énergie, « Cité Solaire P3 » a été explicitement conçu comme un bâtiment à énergie positive. Cet objectif a été rendu réalisable et en partie accompli par les connaissances et les innovations de technologie architecturale, de fonctionnement des systèmes énergétiques et des équipements techniques.

C'est dans ce sens que le maître de l'œuvre, l'Office fédéral de l'énergie (OFES) est intervenu au sein du Comité scientifique d'étude des problèmes de l'énergie (CSEPE) pour assurer le suivi scientifique des travaux de conception, de réalisation et de mise en œuvre de ce projet innovant.

Nous avons souhaité associer à cette présentation de l'énergie dans des bâtiments innovants, un groupe d'accompagnement composé de représentants des maîtres d'ouvrage, des architectes, des physiciens et de spécialistes de l'énergie afin de présenter les résultats de cette expérience aux habitants et au public.

Son rôle de médiation est d'assurer la liaison entre le maître de l'œuvre, les architectes et les représentants des maîtres d'ouvrage et des habitants. Il est également chargé de la présentation de l'équipe de suivi et de la

Suivi scientifique de la Cité Solaire Pré-du-Camp à Plan-les-Ouates / Genève

Feuille d'information N°2 - nov 1997

Comité scientifique d'étude des problèmes de l'énergie - 18 avenue de la Justice - CH-1205 Genève - Tél 022 765.73.20 - Fax 022 765.73.00

Suivi scientifique de la Cité Solaire Pré-du-Camp à Plan-les-Ouates / Genève

Feuille d'information N°3 - juin 1998

Comité scientifique d'étude des problèmes de l'énergie - 18 avenue de la Justice - CH-1205 Genève - Tél 022 765.73.20 - Fax 022 765.73.00

Suivi scientifique de la Cité Solaire Pré-du-Camp à Plan-les-Ouates / Genève

Feuille d'information N°4 - nov 1998

Comité scientifique d'étude des problèmes de l'énergie - 18 avenue de la Justice - CH-1205 Genève - Tél 022 765.73.20 - Fax 022 765.73.00

Suivi scientifique de la Cité Solaire Pré-du-Camp à Plan-les-Ouates / Genève

Feuille d'information N°5 - nov 1999

Comité scientifique d'étude des problèmes de l'énergie - 18 avenue de la Justice - CH-1205 Genève - Tél 022 765.73.20 - Fax 022 765.73.00

Introduction

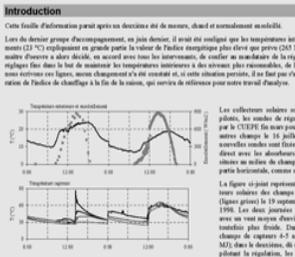
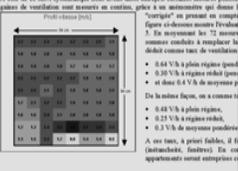
Le suivi scientifique de ce groupe de bâtiments exemplaires, réalisé par l'Université de Genève, l'Office Cantonal de l'Énergie et l'Office Fédéral de l'Énergie, est présenté dans ce document. Les premières conclusions de cette expérience sont présentées dans ce document. Le premier bilan pour l'année 1997 est donné et montre que le taux de couverture est positif, ce qui signifie que le bâtiment fonctionne de manière autonome pendant certaines périodes de l'année.

Le bilan de l'année 1997 est donné et montre que le taux de couverture est positif, ce qui signifie que le bâtiment fonctionne de manière autonome pendant certaines périodes de l'année.

Bilan de la première année de mesure

La première année de mesure s'est terminée le 31 juin et permet de tirer un premier bilan de l'expérience. Les premières conclusions de cette expérience sont présentées dans ce document.

Les premières conclusions de cette expérience sont présentées dans ce document.



Le bilan de l'année de mesure s'est terminé le 31 juin et permet de tirer un premier bilan de l'expérience. Les premières conclusions de cette expérience sont présentées dans ce document.

Le bilan de l'année de mesure s'est terminé le 31 juin et permet de tirer un premier bilan de l'expérience. Les premières conclusions de cette expérience sont présentées dans ce document.

Bilan final

Après deux années de mesure (juin 97 à mai 99), nous pouvons dresser le bilan énergétique de la Cité Solaire de Plan-les-Ouates. Il s'agit d'un ensemble de bons bâtiments qui ont pu exploiter tout leur potentiel. Ce qui est remarquable est le fait que le bilan énergétique est positif, ce qui signifie que le bâtiment fonctionne de manière autonome pendant certaines périodes de l'année.

Après deux années de mesure (juin 97 à mai 99), nous pouvons dresser le bilan énergétique de la Cité Solaire de Plan-les-Ouates. Il s'agit d'un ensemble de bons bâtiments qui ont pu exploiter tout leur potentiel. Ce qui est remarquable est le fait que le bilan énergétique est positif, ce qui signifie que le bâtiment fonctionne de manière autonome pendant certaines périodes de l'année.

Après deux années de mesure (juin 97 à mai 99), nous pouvons dresser le bilan énergétique de la Cité Solaire de Plan-les-Ouates. Il s'agit d'un ensemble de bons bâtiments qui ont pu exploiter tout leur potentiel. Ce qui est remarquable est le fait que le bilan énergétique est positif, ce qui signifie que le bâtiment fonctionne de manière autonome pendant certaines périodes de l'année.



Page 2 : Analyse principale énergétique et économique.
 Page 3 : Bilan énergétique annuel complet.
 Page 4 : Présentation des études en cours sur l'état de la toiture solaire.

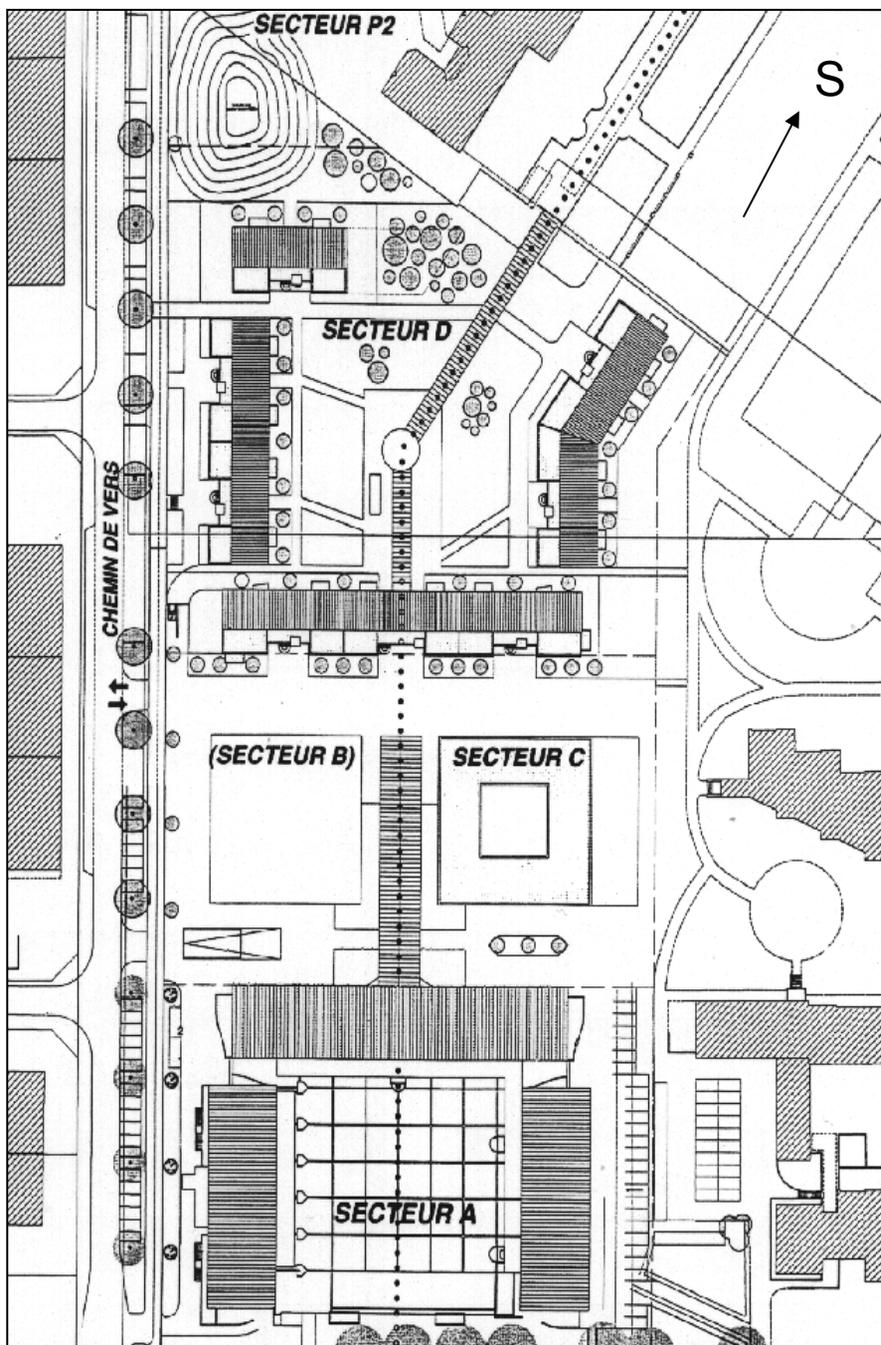
Le bilan de l'année de mesure s'est terminé le 31 juin et permet de tirer un premier bilan de l'expérience. Les premières conclusions de cette expérience sont présentées dans ce document.

Le bilan de l'année de mesure s'est terminé le 31 juin et permet de tirer un premier bilan de l'expérience. Les premières conclusions de cette expérience sont présentées dans ce document.

Page 2 : Analyse énergétique en 1998.
 Page 3 : Evaluation de performance de la toiture solaire.
 Page 4 : Synthèse comparative de l'évaluation par année de bâtiment, estimation de l'état thermique en été.

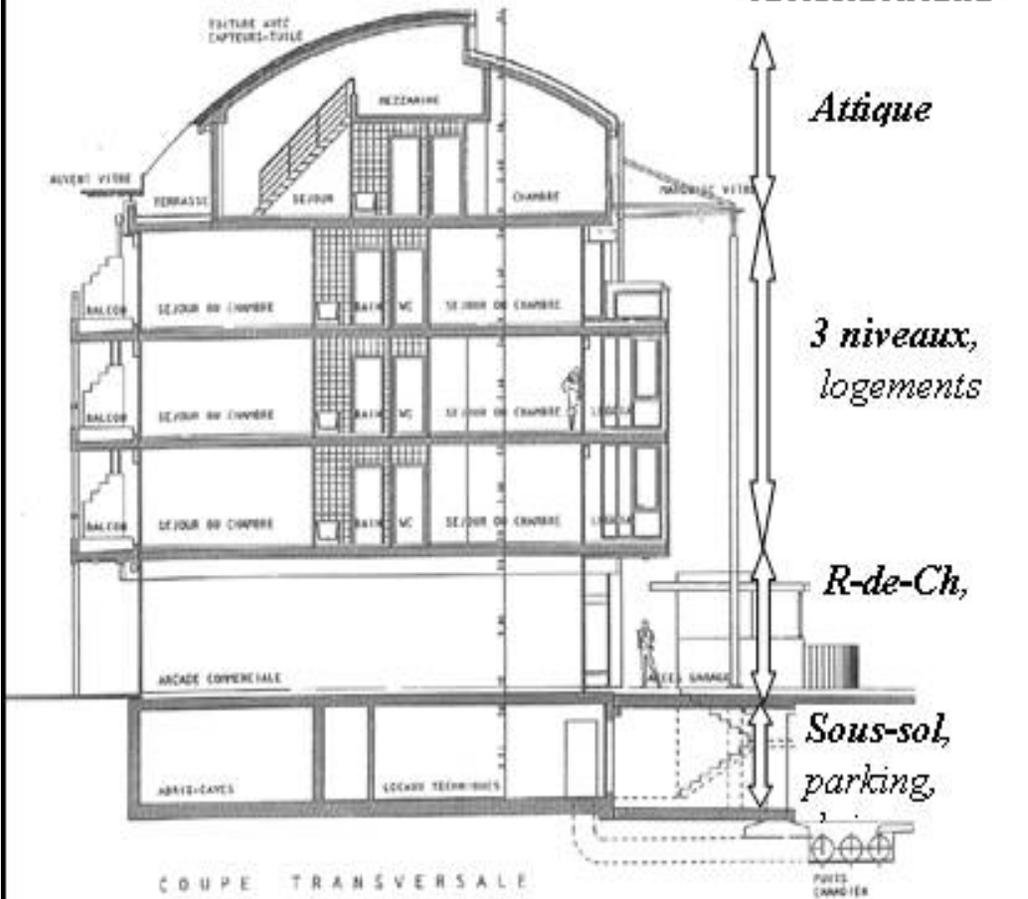
Page 2 : Diagramme des flux et données principales mensuelles.
 Page 3 : Analyse et conclusions par période.
 Page 4 : Résultats et analyse de bilan thermique selon SA 1801.

Plan d'aménagement



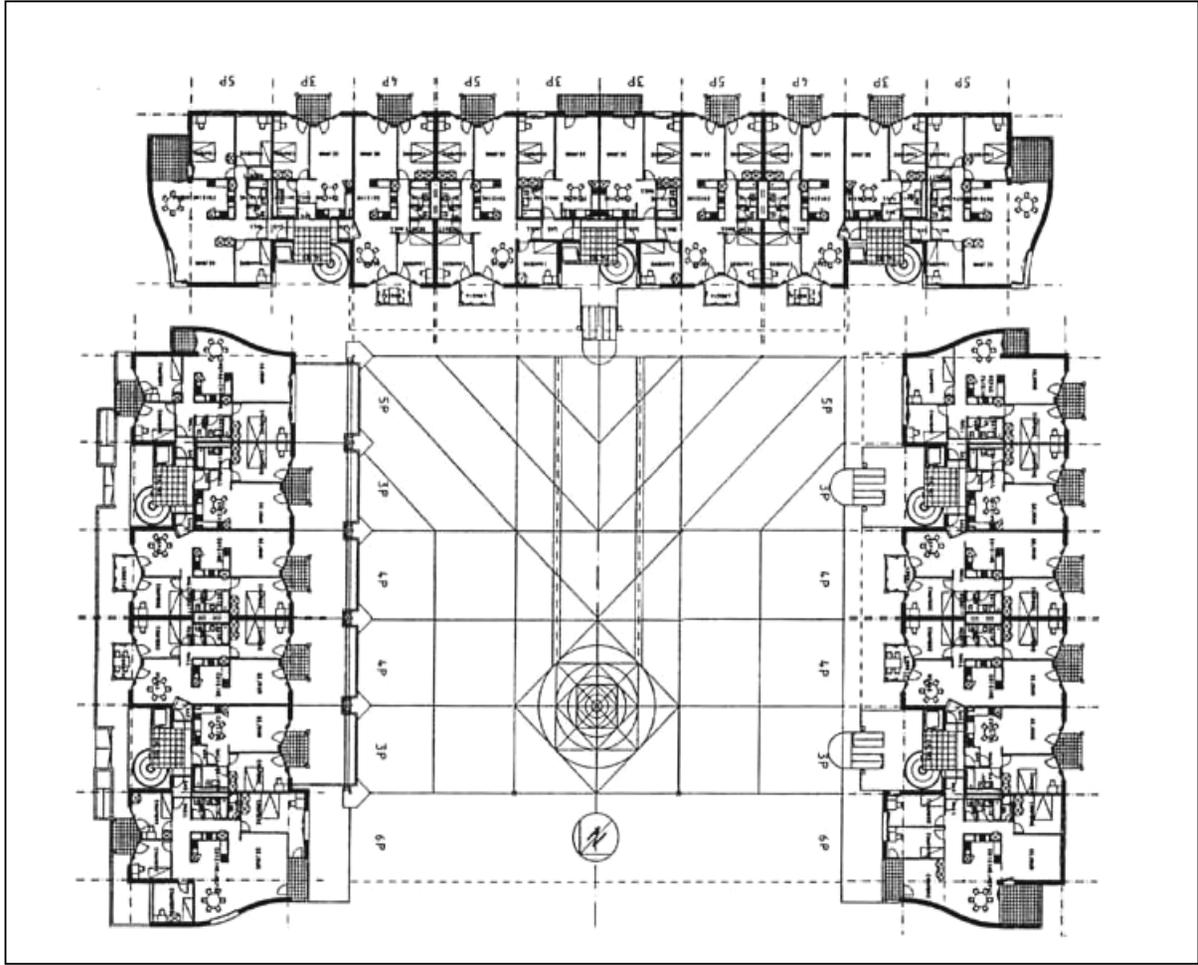
Surface du terrain:	8'000 m ²
Emprise au sol:	2'100 m ²
Surf. de référence éner.:	11'116 m ²
Surface commerciale :	1'700 m ²
Volume SIA:	59'763 m ³
Logements :	82
Pièces :	394
Prix :	509 CHF/m ³

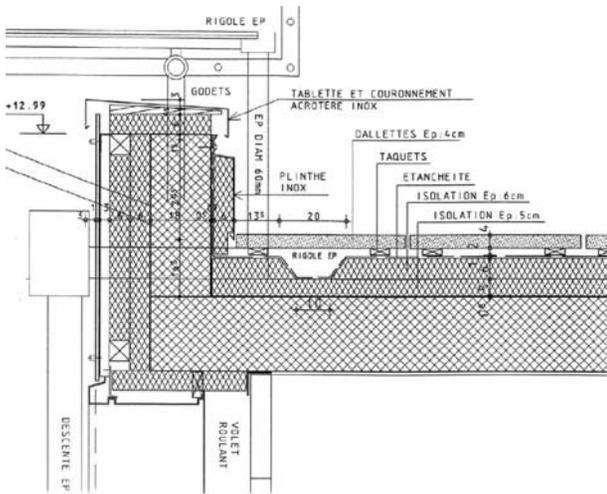
Répartition fonctionnelle



Coupe type







Détail terrasse attique

Coefficient-u

Fichier Module ?

Toiture Façade Plancher

Nom TOITURE TERRASSE-

Couche	lambda	densité	épaisseur	Alpha ext.
	[W/mK]	[kg/m³]	[cm]	0.125
1 Chape	1.500	2200	4	0.03
2 Air, couche horizontale en toiture, 50mm	0.307	1	5	0.16
3 Verre cellulaire, lourd	0.048	140	11	2.28
4 Couches de bitume	0.200	1200	0.1	0.01
5 Béton armé P300	1.800	2400	22	0.12
6 Enduit intérieur	0.700	1400	1	0.01

Epaisseur totale [cm] 43.1

Alpha int. 0.125

Exterieur 0 °C

Interieur 20 °C

Total résistance thermique R [m²K/W] 2.89

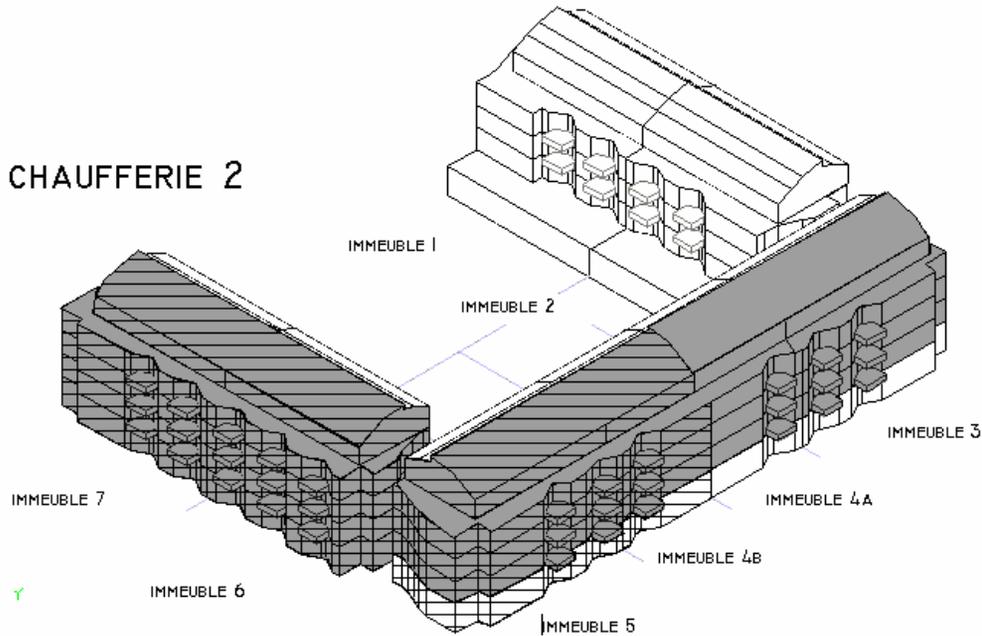
Coefficient u = 1/R [W/m²K] 0.35

(Notes) Appliquer

$$K = 0.35 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

CHAUFFERIE I

CHAUFFERIE 2



DISTRIBUTION DE LA CHALEUR DE LA CHAUFFERIE 2

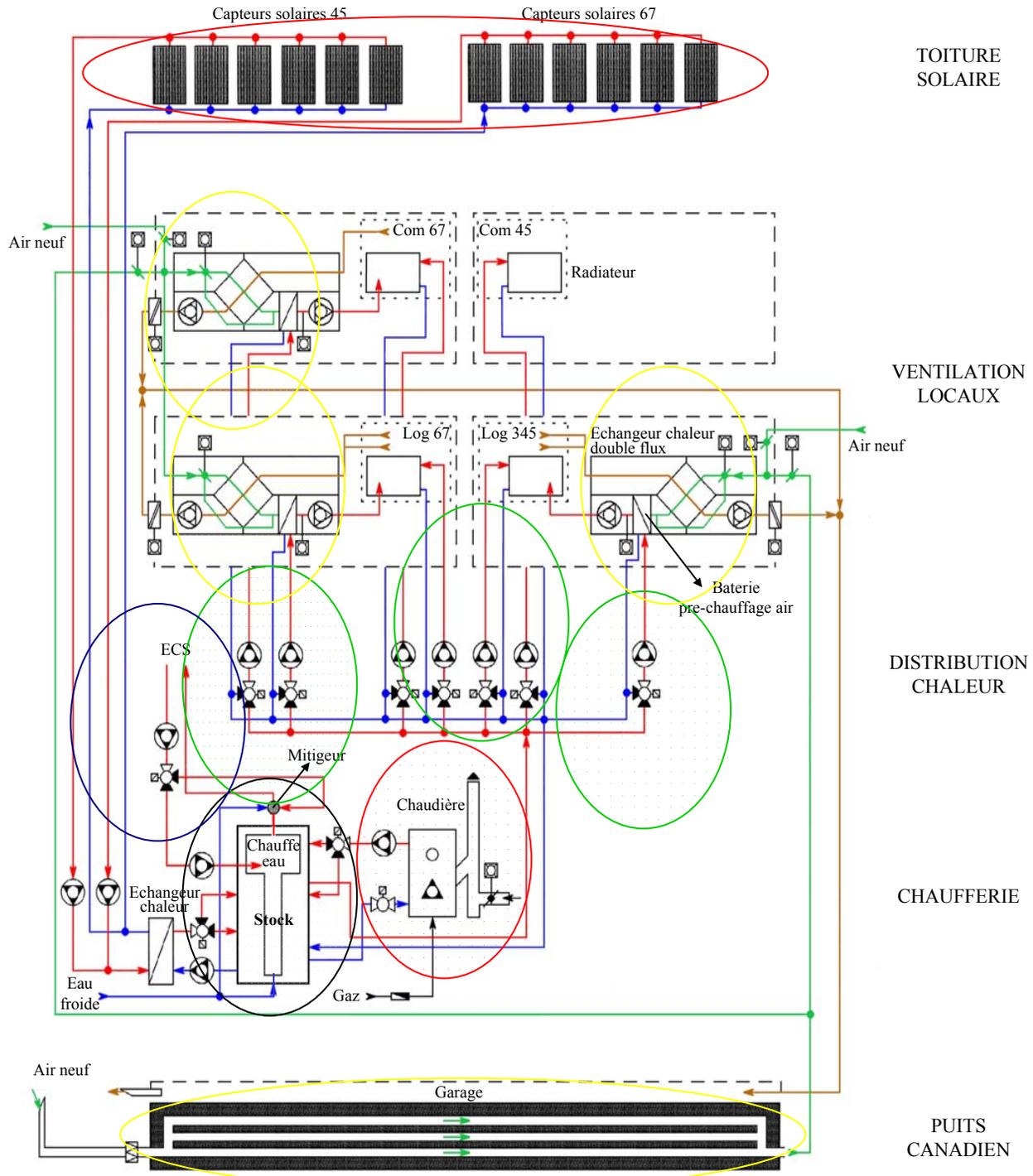


- BÂT 3-4A ÉTAGES ET ATTIQUE
- BÂT 4B-5 REZ-DE-CHAUSSÉE
- BÂT 4B-5 ÉTAGES ET ATTQUES
- BÂT 4B-5 ÉTAGES ET ATTIQUE
- BÂT 6-7 REZ-DE-CHAUSSÉE, ÉTAGES ET ATTIQUE

DISTRIBUTION DE LA CHALEUR DE LA CHAUFFERIE I

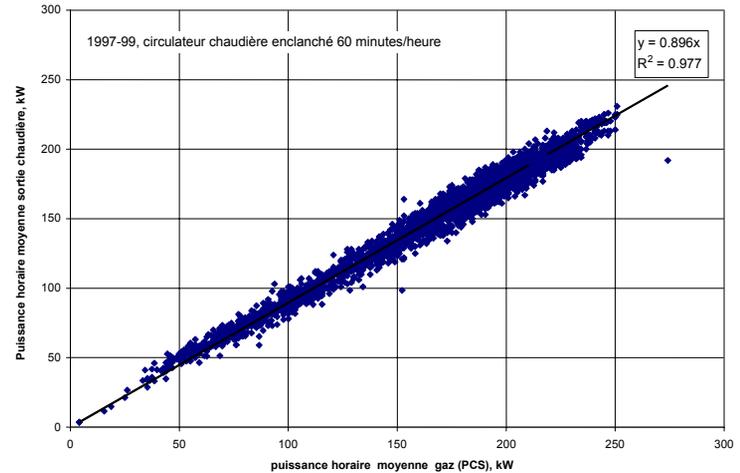


- BÂT 4B-5 REZ-DE-CHAUSSÉE
- BÂT 3-4A ÉTAGES ET ATTIQUE
- BÂT 1-2 REZ-DE-CHAUSSÉE, ÉTAGES ET ATTIQUE
- BÂT 3-4A REZ-DE-CHAUSSÉE



Chaudière à gaz

Analyse des différents sous systèmes



Ygnis AG
Heiz- und Industriekessel
Wolfuserstrasse 31/33
CH-6017 Ruswil
Telefon 041-739 111
Telefax 041-739 250

Pyrogas

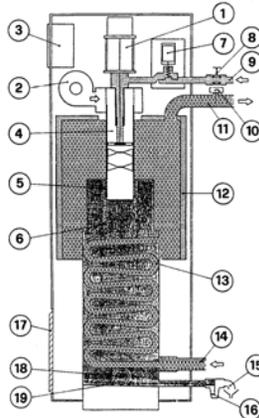
SVGW Nr. PB / SSIGE No PB
Pyrogas 40-100 No 86-059-4
150-200 No 90-036-4

41.1

05.1992

Erfüllt LRV 92
Conforme
à l'OPair 92

- 1 Vollmodulierender Gasbrenner
- 2 Druckgebläse
- 3 Elektronische Regelung
- 4 Mischkammer
- 5 Brennfläche - variabel
- 6 Brennkammer (Edelstahl)
- 7 Gas-Regelgerät Multiblock
- 8 Absperrmahn
- 9 Gas-Eintritt
- 10 Wasserdurchfluss-Wächter
- 11 Vorlauf-Stutzen
- 12 Doppelschalige Isolation
- 13 Kondensator (Edelstahl)
- 14 Rücklauf-Stutzen
- 15 Kondensat-Ablauf
- 16 Siphon
- 17 Verbrennungsluft
- 18 Abgasstutzen (versetzt gezeichnet)
- 19 Kondensat-Auffangwanne (Edelstahl)



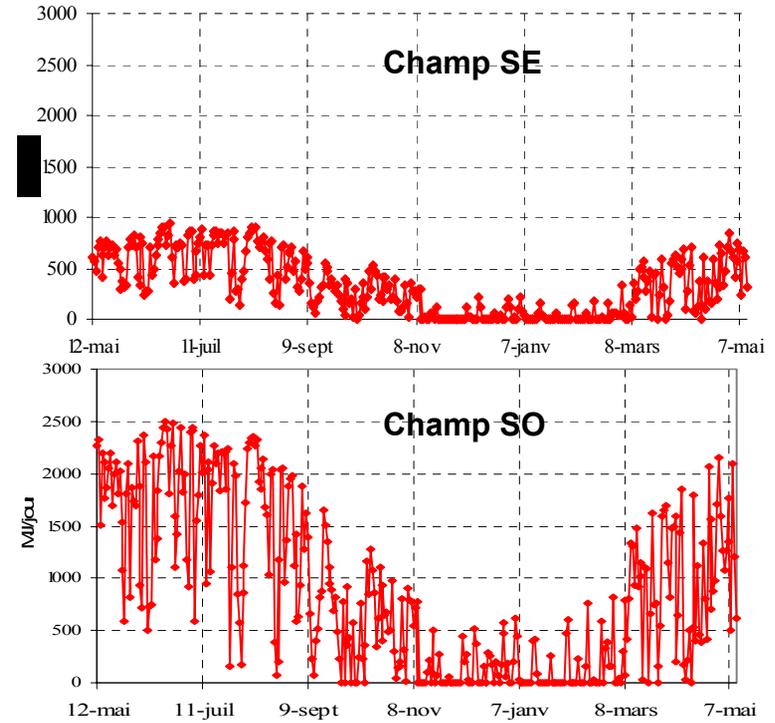
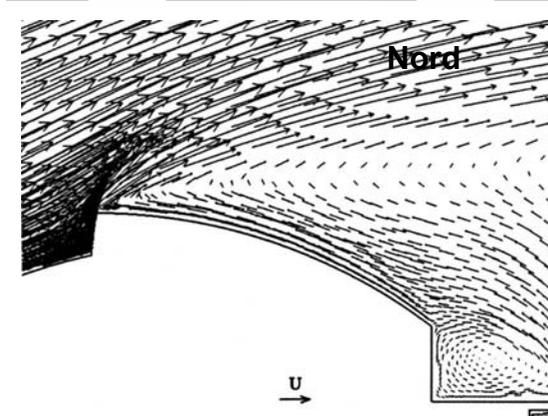
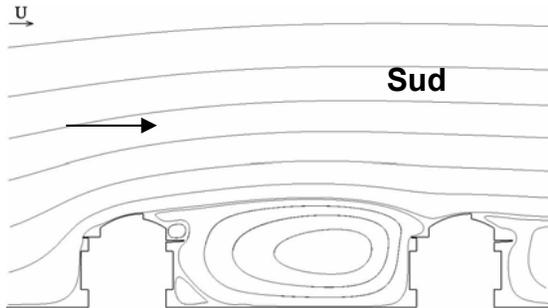
- 1 Brûleur à gaz total-modulant
- 2 Ventilateur
- 3 Régulation électronique
- 4 Chambre mélangeuse
- 5 Surface du brûleur - variable
- 6 Chambre de combustion (inox)
- 7 Unité de réglage gaz Multibloc
- 8 Robinet à boisseau
- 9 Entrée gaz
- 10 Contrôleur de débit d'eau
- 11 Tubulure de départ
- 12 Isolation double
- 13 Condenseur (inox)
- 14 Tubulure de retour
- 15 Ecoulement du condensat
- 16 Siphon
- 17 Air comburant
- 18 Buse des fumées (dessinée désaxée)
- 19 Bac collecteur de condensat (inox)

T retour Rendement mesuré Fabricant, 100% puissance

	PCS	PCI	PCI
30 °C	93 %	103 %	104 %
40 °C	90 %	100 %	102 %
50 °C	87 %	97 %	99 %

Toiture solaire : 1'400 m² Energie Solaire SA

Analyse des différents sous systèmes

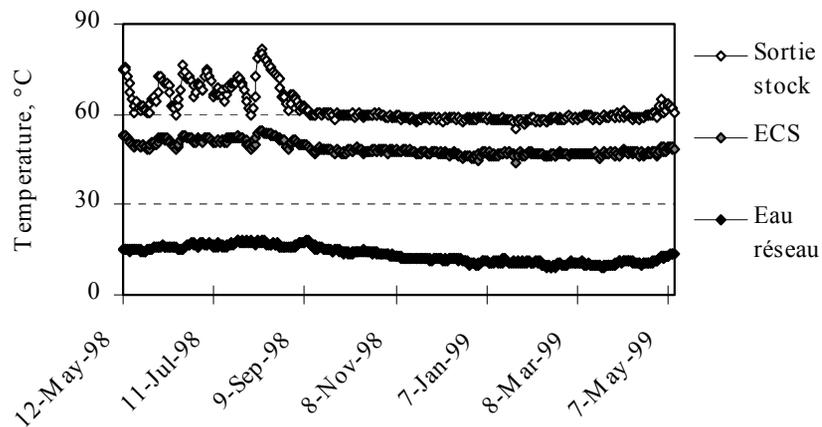


Quantité produite : 360'000 MJ/an,
10'000 m³ gaz
20% de la demande

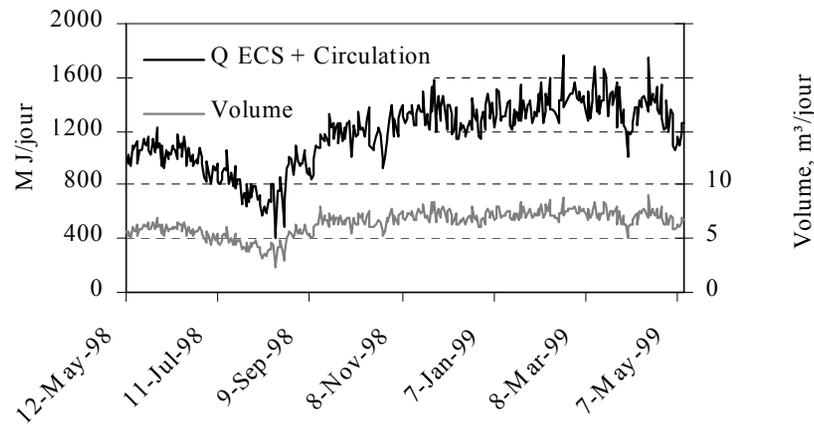
Coût de la chaleur : 20 ct/kWh

Coût pour le locataire : 13 ct/kWh

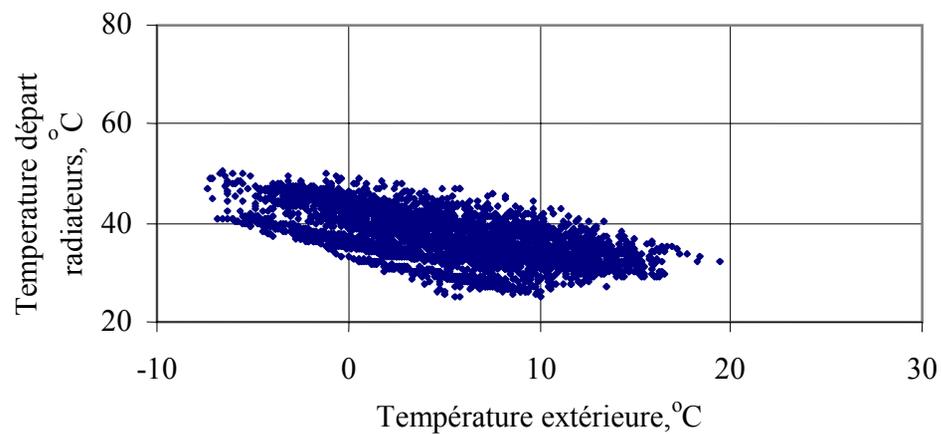
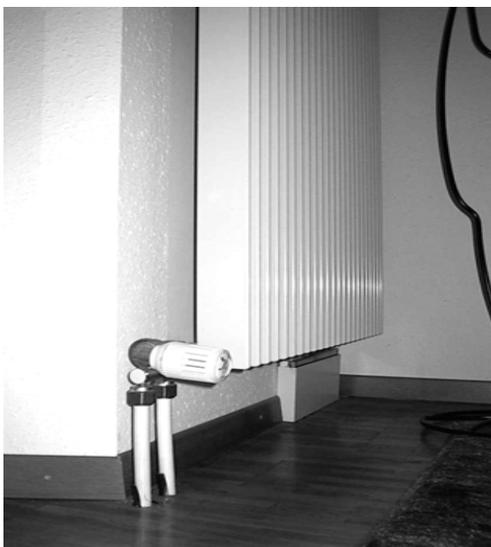
Eau chaude sanitaire

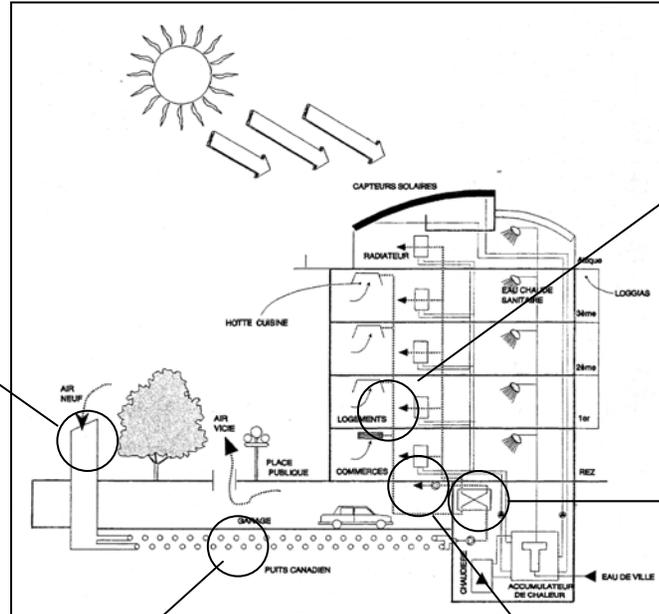


Analyse des différents sous systèmes



Distribution par radiateurs





Logements 3-4-5

Surface : 4056 m²
Volume : 8504m³
Pulsion : 3890 m³/h
Extraction : 3240 m³/h
0.46 volume/heure

Logements 6-7

Surface : 2422 m²
Volume : 5078m³
Pulsion : 850 m³/h
Extraction : 1700 m³/h
0.33 volume/heure

Commerces 6-7

Surface : 391 m²
Volume : 821m³
Pulsion : 1100 m³/h
Extraction : 1000 m³/h
1.34 volume/heure

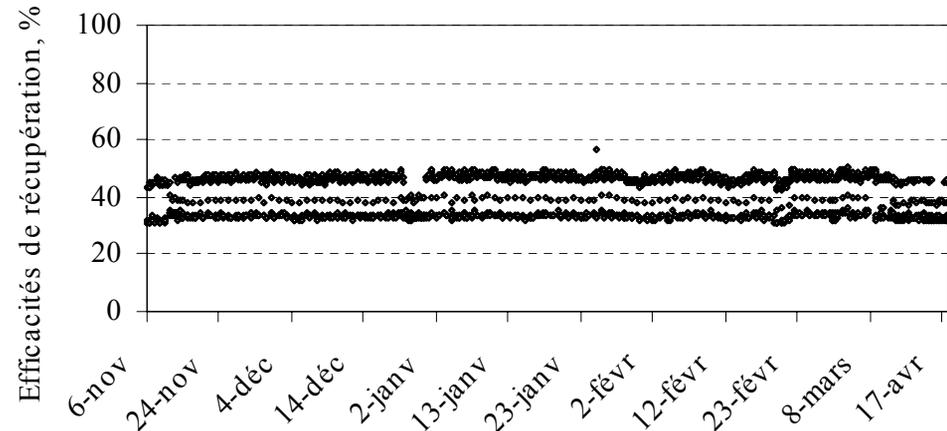
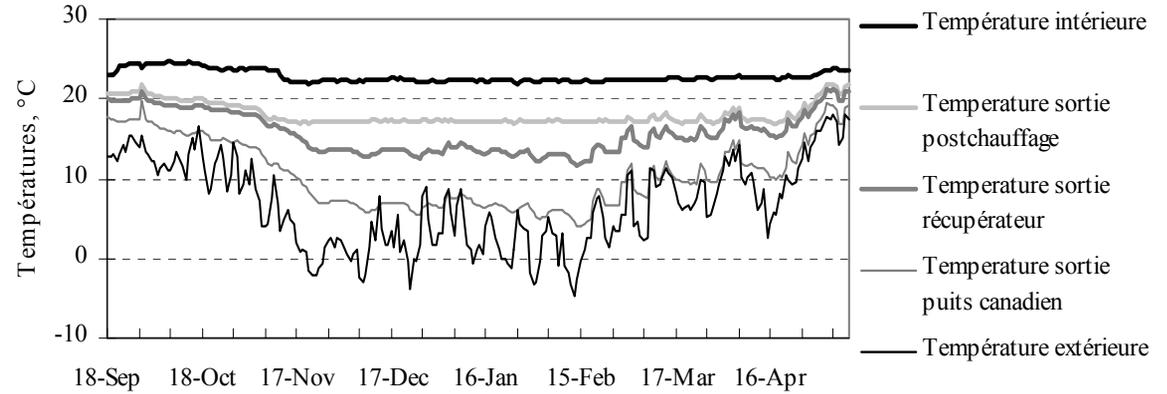
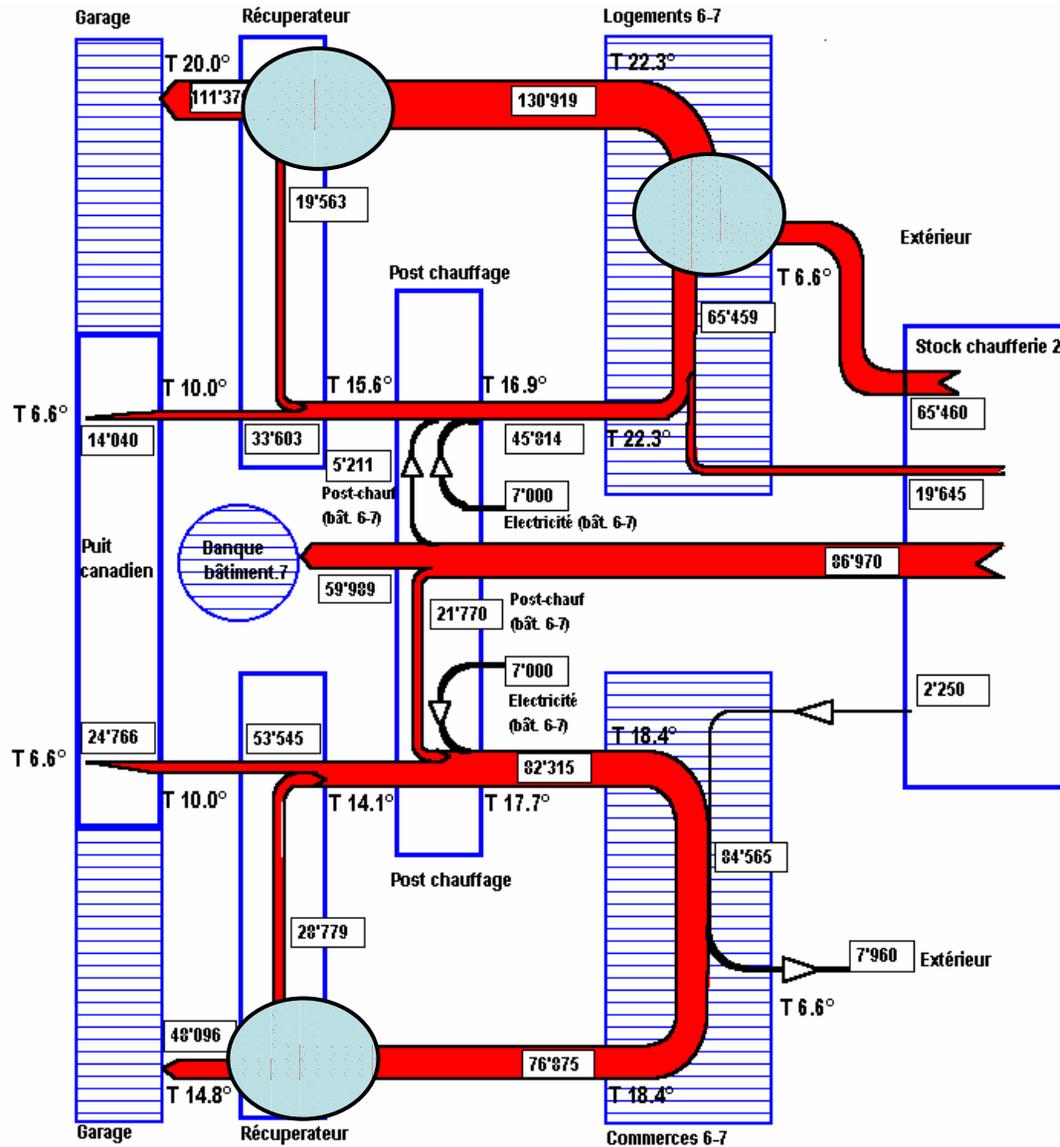
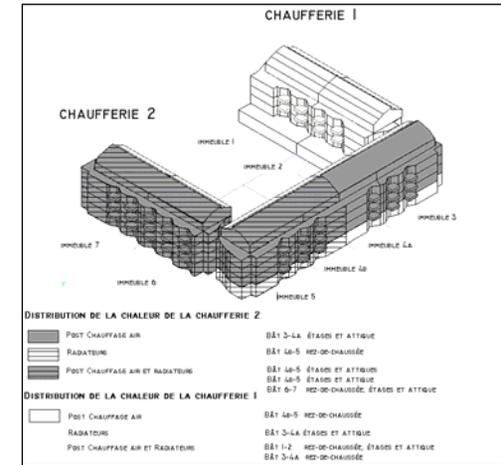
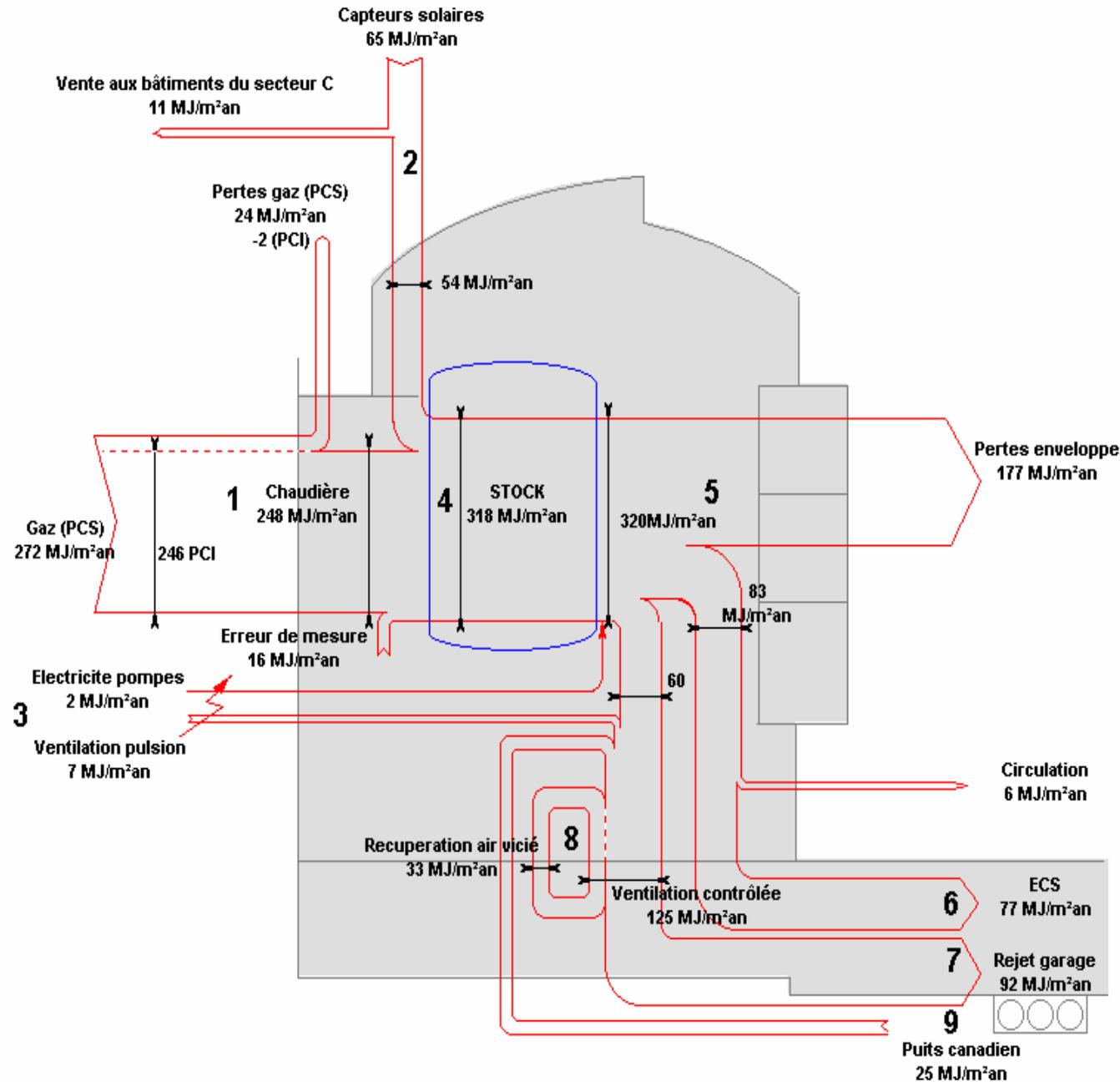


Diagramme thermique, ventilation Bâtiment 6-7

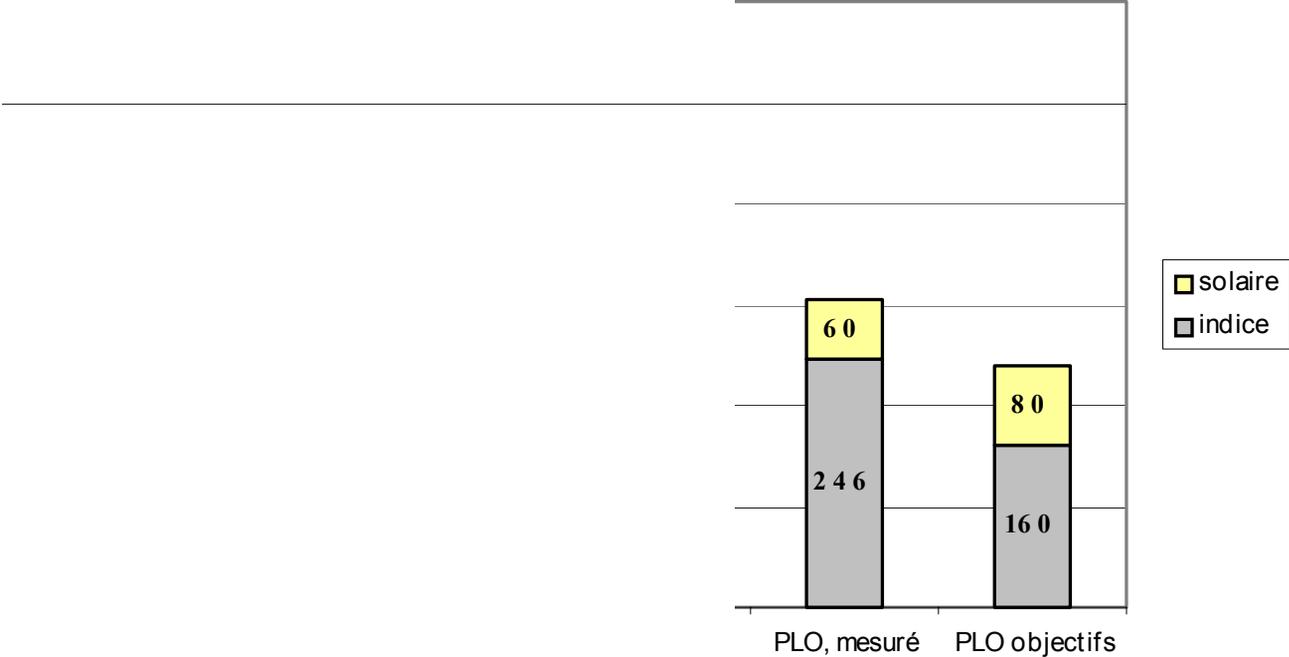


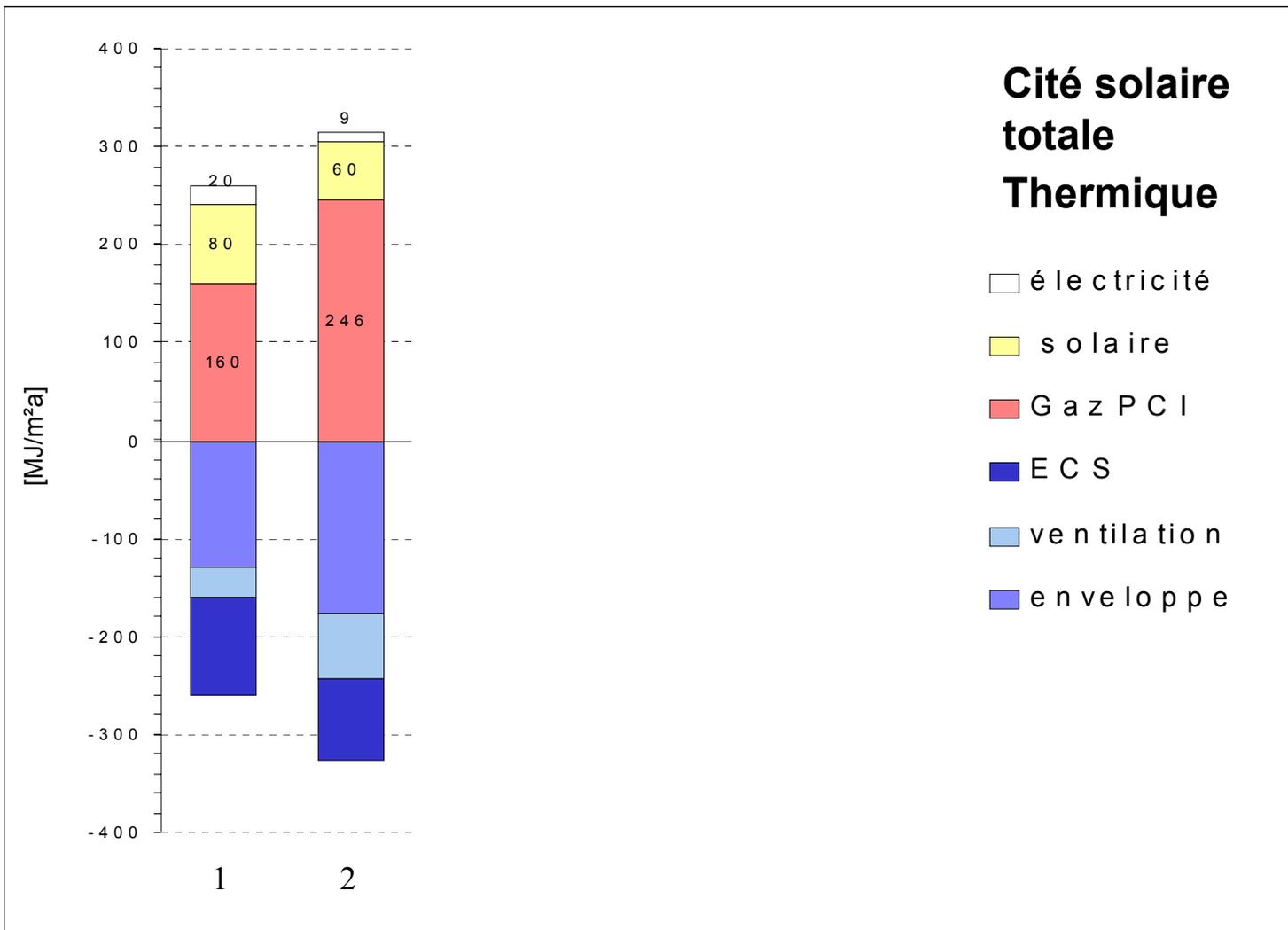
	Unité	Ventilation double-flux + Puits canadien	Ventilation double-flux sans puits canadien	Ventilation double-flux 80% rendement sans puits canadien
Investissements et amortissement				
Coût de l'installation	CHF	1'120'000	736'900	736'900
Installation traditionnelle	CHF	400'000	400'000	400'000
Durée de vie	Années	25	25	25
Annuités sur le surcoût, intérêt de 5%	CHF	50'552	23'904	23'904
Exploitation				
Entretien	CHF	3'500	3'000	3'000
Electricité de fonctionnement	kWh	35'000	35'000	35'000
Coût de l'électricité, Avec un coût moyen de 24 cts/kWh	CHF	8'400	8'400	8'400
Coût total annuel	CHF	62'452	35'304	35'304
Energie récupérée	kWh/an	179'232	136'082	258'700
Coût de l'énergie	cts/kWh	35	26	14
EFFET DE LA SUBVENTION				
Subvention solaire OFEN	CHF	200'000		
Coût après subvention	CHF	520'000		
Coût total annuel avec subvention	CHF/an	48'410		
Production énergie totale	kWh/an	179'232		
Coût de l'énergie SUBVENTIONNÉE	cts/kWh	27		

Bilan énergétique pour la chaufferie 2



Indice énergétique thermique, MJ/m².an





1 : objectif

2 : mesuré

Conclusions :

Les résultats obtenus restent bons par rapport aux autres expériences de ce type, surtout si on tient compte que :

- Le début de la conception a plus de 10 ans,
- Il s'agit d'une expérience « grandeur nature », réalisée dans l'organisation traditionnelle de la construction,
- Des températures intérieures élevées : avec les conditions standards (20°C au lieu de 22.5°C mesuré), l'indice thermique est ramené à près de 200 MJ/m².an au lieu des 246 mesurés.

Même si on a relevé quelques faiblesses, l'ensemble reste exemplaire par :

- Le souci du bien commun à l'origine du projet,
- La prise de risques de la part des personnes qui ont porté le projet et qui ont demandé une évaluation indépendante,
- Les résultats obtenus, même s'ils sont un peu au-deçà de ce qui aurait pu être réalisé avec l'investissement engagé,
- L'analyse effectuée a montré qu'un indice aussi bas que $160 \text{ MJ/m}^2.\text{an}$ pouvait être atteint dans l'organisation traditionnelle de la construction, grâce à une enveloppe bien maîtrisée, des installations techniques simples mais bien adaptées et une contribution importante d'énergie renouvelable (1/3).

Les leçons à tirer

- Une enveloppe bien maîtrisée reste la clé de voûte d'un bâtiment économe en énergie,
- Le niveau de complexité des installations techniques doit pouvoir être maîtrisé lors des diverses étapes :
 - o planification,
 - o exécution,
 - o mise en service y compris réglages,
 - o exploitation.
- Le concept énergétique doit être simple et cohérent,
- A l'heure actuelle, le prix de l'énergie est bas par rapport au coût de la main d'œuvre et il est important de bien évaluer les coûts engendrés par l'exploitation d'installations complexes,
- Les installations pilote innovantes ne peuvent pas fonctionner à coup sûr et il est fondamental de les suivre et les évaluer correctement pour profiter de l'expérience et améliorer ce qui peut l'être.