

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 109 (1983)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Conception énergétique des installations: chauffage, ventilation et climatisation  
**Autor:** Thürig, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-74977>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



Façade sud: les consoles qui supporteront les bacs à fleurs.



Pose d'un bac à fleurs de l'entrée principale.

portants sommiers d'une portée de 18 m.

Deux joints de dilatation divisent la structure de l'immeuble en 3 secteurs.

### 3. Façades préfabriquées

Les façades, à l'exclusion de la halle de déchargement, sont réalisées en préfabriqué lourd pouvant être classé en 4 types d'éléments:

- les façades « sandwich » qui sont toutes porteuses et dont le jointoyage a été réalisé selon la technique du joint ventilé;
- les parapets qui sont d'épaisseurs et de formes différentes selon qu'il s'agit de parapets de dalle parking ou d'escaliers de secours;
- les bacs à fleurs qui sont situés sur les bords extérieurs des dalles des parkings;
- les bandeaux qui servent de couronnement aux dalles et dont la plupart se trouvent en dalle toiture.

L'immeuble a nécessité la réalisation de 369 pièces, dont la livraison sur le chantier s'est effectuée selon un programme parfaitement coordonné avec le consortium de gros œuvre, afin d'éviter le stockage intermédiaire des éléments. La majorité de ceux-ci et principalement les plus lourds ont été manutentionnés et posés au camion-grue.

L'intervention de cet engin a été rendue nécessaire pour deux raisons:

- le poids des éléments, dépassant souvent 10 t, excluait l'utilisation des 2 grues de l'installation de chantier:

#### Données quantitatives

Paroi moulée	3400 m <sup>2</sup>
Ancrages	156 p. (2100 m)
Béton	18 500 m <sup>3</sup>
Acier	1695 t

élément le plus lourd: 13 t  
bacs à fleurs: max. 10,5 t;

- la nécessité de « tourner » les pièces du rez pour les mettre en position verticale, afin de les poser. En effet, leur hauteur de 5 m dépassant le gabarit routier, l'ensemble de ces

pièces a été transporté horizontalement, leur largeur de 4 m exploitant au maximum les gabarits de transport.

Adresse de l'auteur:

Franco Benini  
Ingénieur civil SIA

Chemin des Bosquets  
1012 Lausanne

## Conception énergétique des installations

### Chauffage, ventilation et climatisation

par Werner Thürig, Zurich

#### 1. Cahier des charges

Dès le début de 1978 (ouverture du chantier en automne 1980), le maître de l'ouvrage nous a chargé d'étudier une conception énergétique globale devant aboutir à des solutions optimales d'approvisionnement et d'utilisation des énergies.

Tout d'abord, il a été nécessaire d'examiner dans quelle mesure l'utilisation d'énergies nouvelles, telles que pompes à chaleur, énergie solaire ou une combinaison des deux, avec les énergies traditionnelles, était possible dans le cadre d'une application rationnelle tant au niveau technique qu'économique.

#### 2. Bases de la planification

Afin d'obtenir une utilisation optimale des énergies thermiques à disposition,

certaines contraintes de base furent arrêtées au préalable, à savoir:

- une excellente isolation thermique du bâtiment;
- des installations de climatisation et de ventilation doivent être munies d'une régulation permettant d'économiser un maximum d'énergie, et équipées de systèmes de récupération de chaleur;
- dans la mesure du possible des récupérations des grandes quantités de chaleur mises à disposition par la production du froid industriel des vitrines réfrigérées, des chambres froides et de congélation.

Sur la base de ces contraintes, nous nous sommes fixés les priorités suivantes:

- Système d'utilisation d'énergie optimale par:
  - l'utilisation à deux reprises de l'air frais chauffé ou refroidi initialement;

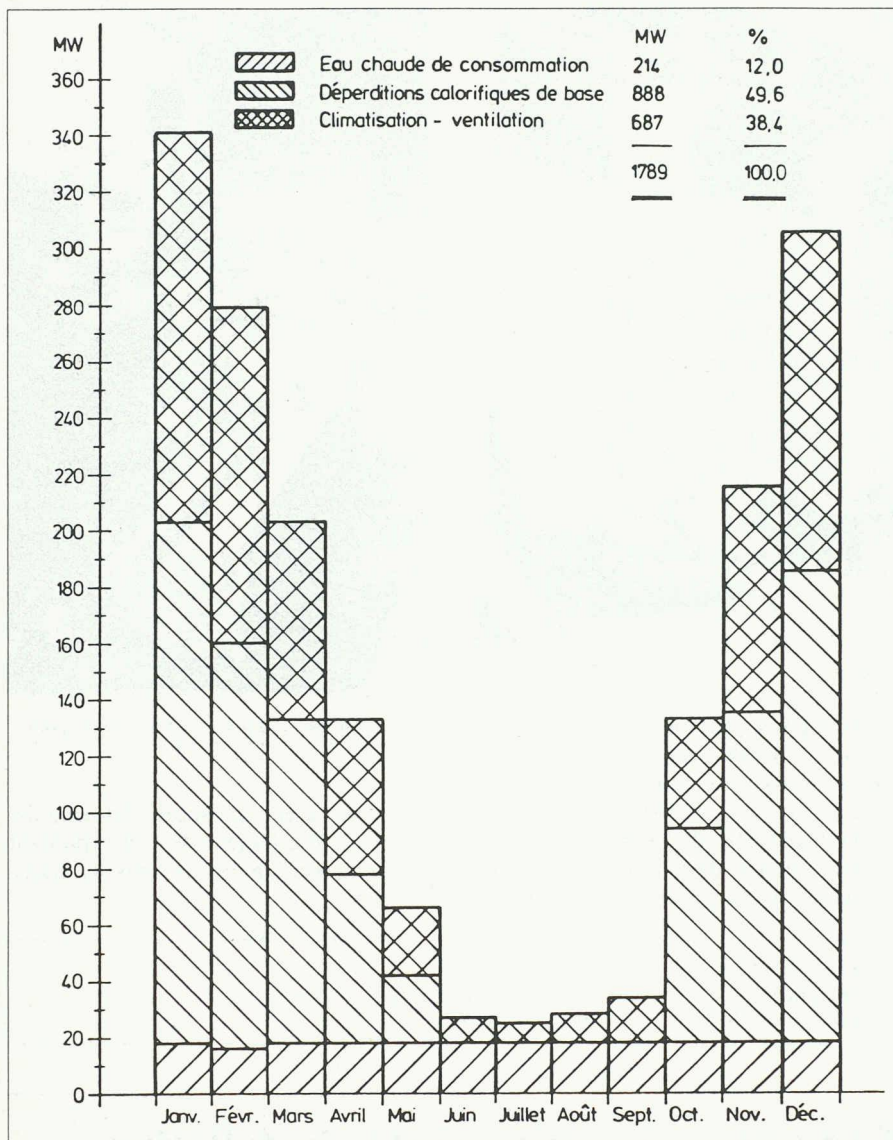


Fig. 1. — Besoin annuel en énergie thermique.

- la récupération de la chaleur contenue dans l'air avant son expulsion à l'extérieur;
  - la récupération maximale de la chaleur provenant du froid industriel;
  - la création d'un système de refroidissement pour la climatisation permettant une utilisation minimale des compresseurs.
- B. Production d'énergie optimale avec diverses solutions de rechange.

### 3. Producteur d'énergie

En principe, diverses possibilités de production d'énergie thermique s'offraient à notre disposition: huile de chauffage, gaz, électricité, nappe phréatique, eau de surface (rivière), transformation de l'énergie provenant de la production du froid industriel, soleil.

Ces différentes solutions ou possibilités combinées devraient tenir compte des caractéristiques du bâtiment, des besoins de l'utilisateur en énergie et de sa répartition en temps et puissance sur une période annuelle (fig. 1).

Tenant compte de ce qui précède, les variantes suivantes ont été analysées:

- Variante A: production d'énergie classique
- B: pompe à chaleur électrique
- C: pompe à chaleur à gaz;

variantes complémentaires:  
production d'énergie par capteurs solaires afin d'obtenir:

- chaleur à basse température pour production d'eau chaude de consommation ou
- chaleur à haute température pour la production de froid pour la climatisation par une machine à absorption.

Au vu de ces analyses, on s'est décidé pour une production de chaleur combinée entre une pompe à chaleur à gaz et une production de chaleur traditionnelle à base d'huile de chauffage ou gaz, la chaleur provenant de la production du froid industriel étant une énergie secondaire pour la pompe à chaleur à gaz. Chaleur produite par le froid industriel: 222 kW/h.

Chaleur à disposition (coefficient de simultanéité 0,5): 111 kW/h.

L'exploitation de la pompe à chaleur à gaz (gaz naturel), en récupérant la chaleur des gaz d'évacuation et celle provenant de l'eau de refroidissement du moteur, permet d'utiliser l'énergie primaire jusqu'à concurrence de 90% (fig. 2).

De ce fait, la chaleur provenant du froid industriel, introduite dans le circuit de la pompe à chaleur, est plus que doublée.

Il en résulte dès lors:  
production de la pompe à chaleur:  
237 kW/h.;

exploitation pendant 24 h.: 5688 kW/j.

Les besoins en énergie thermique du bâtiment et de ses installations, tenant compte d'une part des températures extérieures moyennes admises et d'autre part des durées d'utilisation moyenne par jour, donnent pour le mois de janvier les valeurs suivantes (fig. 3).

Besoins moyens par jour:  
env. 9,20 MW, 100%.

Production par pompe à chaleur:  
env. 5,69 MW, 62%.

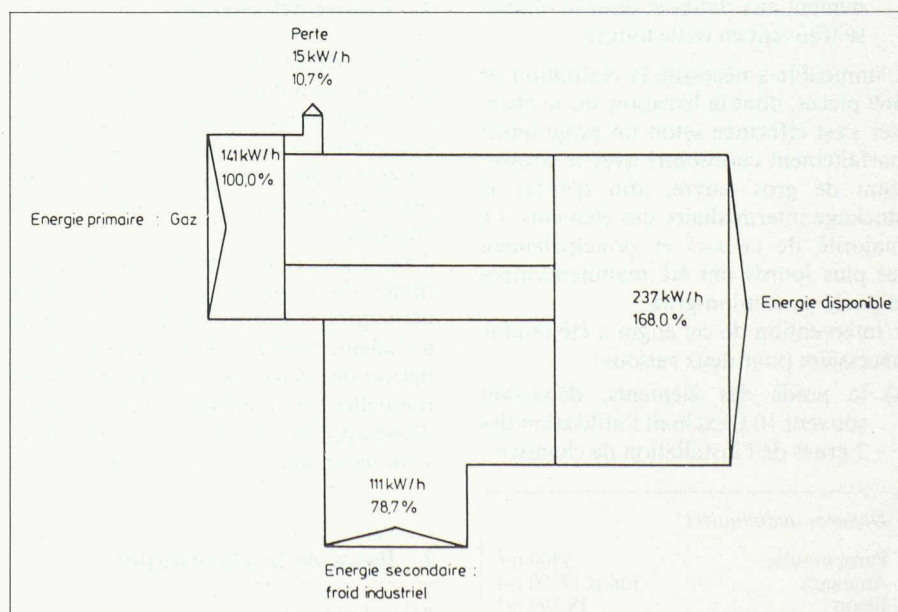


Fig. 2. — Diagramme d'énergie de la pompe à chaleur à gaz.

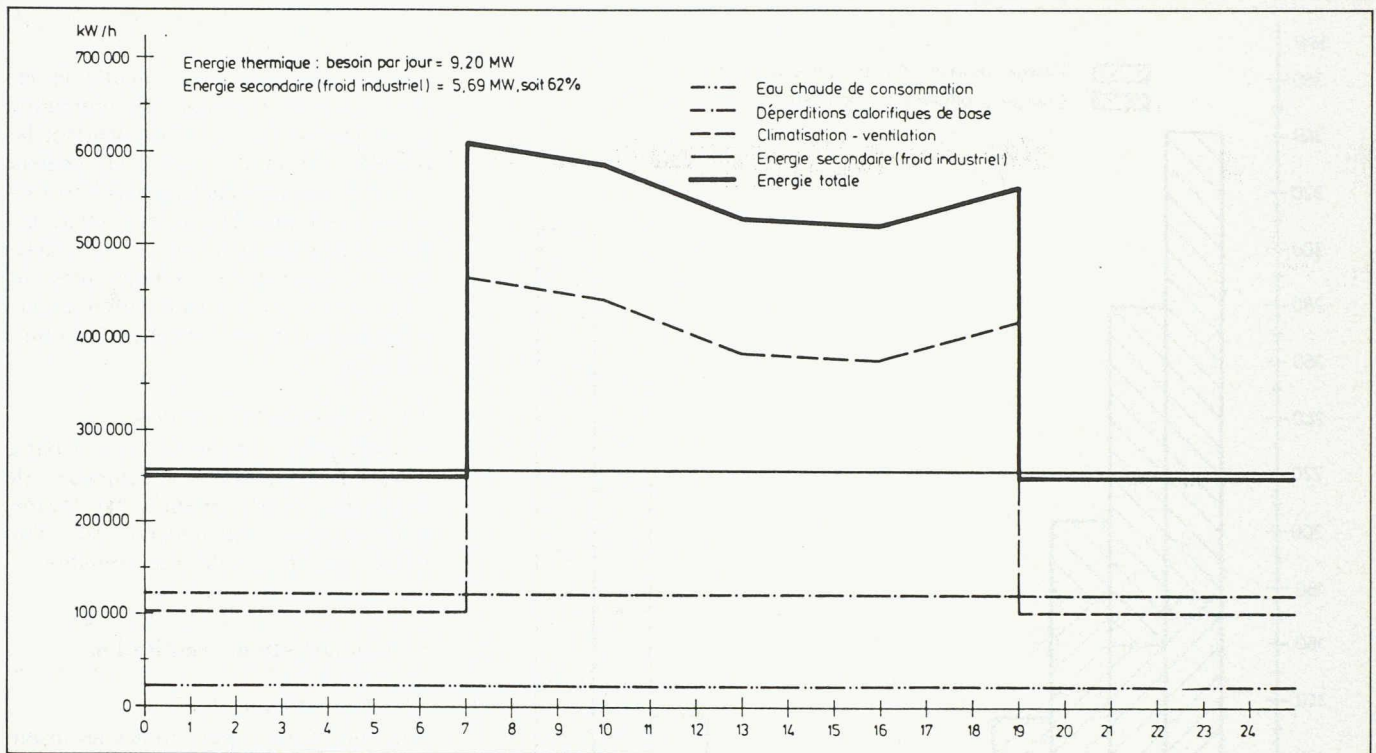


Fig. 3. — Besoins en énergie thermique du bâtiment. Température moyenne (janvier):  $-1,5^{\circ}\text{C}$ .

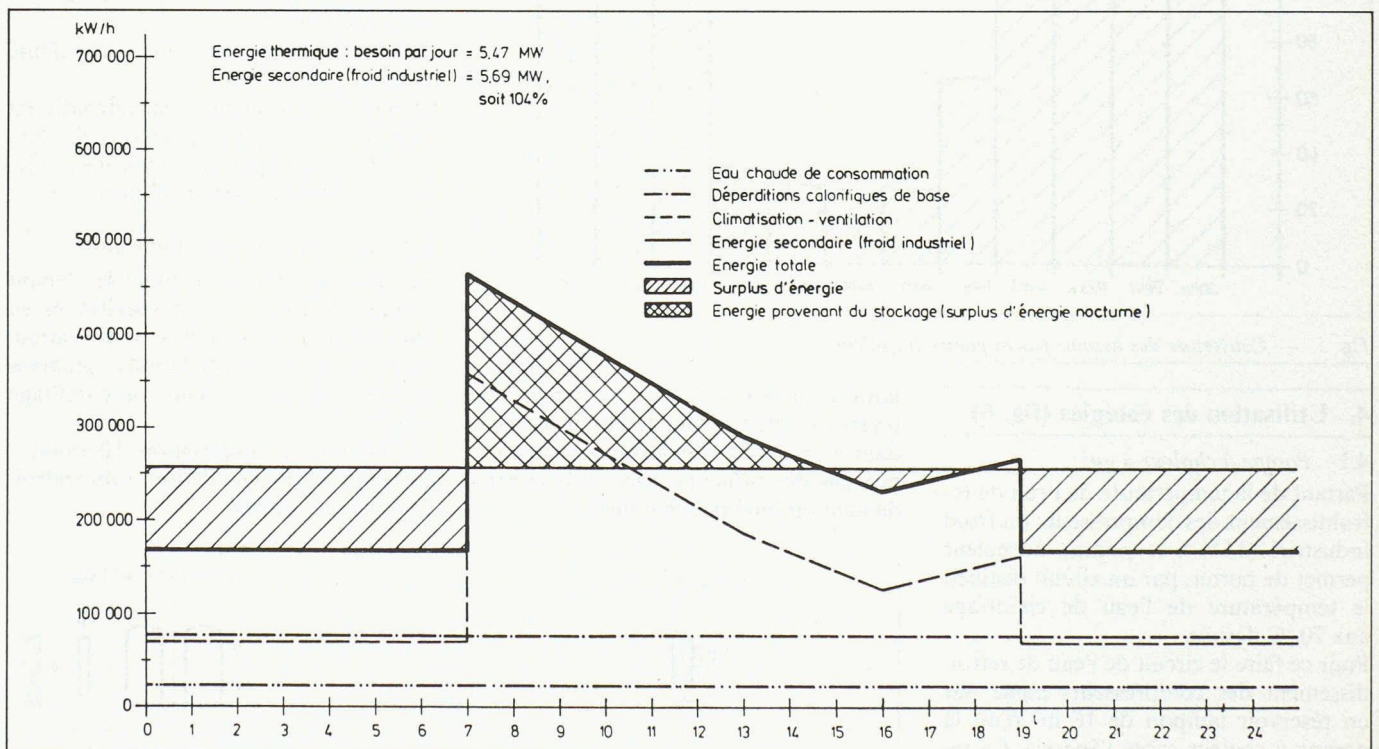


Fig. 4. — Besoins en énergie: emmagasinement de la chaleur produite la nuit. Température moyenne (mars):  $+4^{\circ}\text{C}$ .

Production par chaudière:  
env. 3,51 MW, 38%.

Ainsi, tenant compte des valeurs moyennes du mois de mars (courbe 4), la production de la pompe à chaleur couvre les besoins effectifs, la production d'énergie par la chaudière n'étant plus nécessaire.

Besoins moyens par jour:  
env. 5,47 MW, 100%.

Production de la pompe à chaleur:  
env. 5,69 MW, 104% (fig. 3-4).

La figure 4 montre en outre que la chaleur produite pendant la nuit doit être emmagasinée pour les besoins de l'exploitation diurne.

La figure 5 montre finalement que la pompe à chaleur couvre environ 73% des besoins annuels totaux; les 27% restants sont produits par la chaudière (fig. 5).

Ces résultats, indépendamment des considérants évoqués ci-devant, démontrent clairement qu'il aurait été économiquement irrationnel d'installer une seconde pompe à chaleur, ravitaillée par

l'eau de la rivière ou de la nappe phréatique, ceci d'autant plus que, pour des raisons de sécurité, une deuxième chaudière a été prévue.

Auteur du projet:

Fédération des coopératives Migros, Service technique / Chauffage-ventilation, 8005 Zurich;  
en collaboration avec: Polke et Ziege SA, ingénieurs conseils; Müller et Sigrist SA, ingénieurs conseils, Zurich;  
Fédération des coopératives Migros, Service technique / Froid industriel, 8005 Zurich.

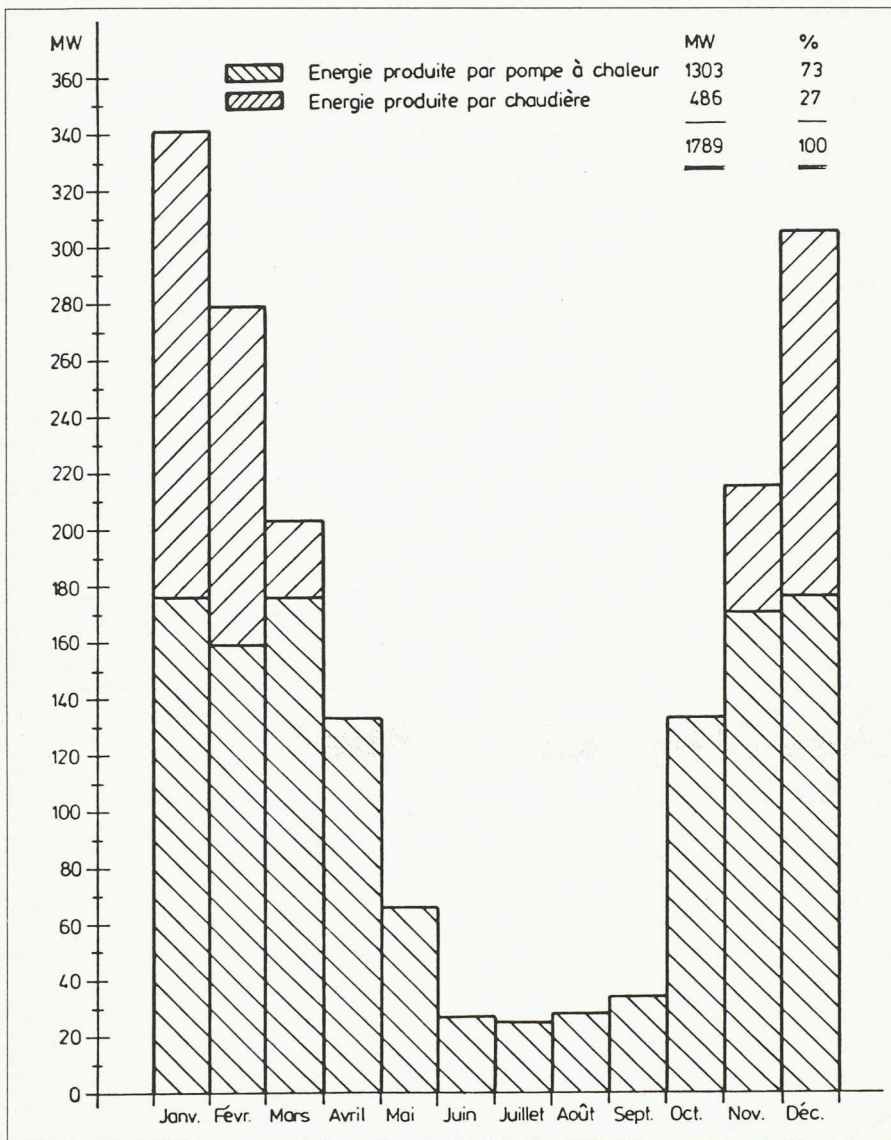


Fig. 5. — Couverture des besoins par la pompe à chaleur.

#### 4. Utilisation des énergies (fig. 6)

##### 4.1 Pompe à chaleur à gaz

Partant de la température de l'eau de refroidissement des compresseurs du froid industriel (32 °C), la pompe à chaleur permet de porter, par un circuit distinct, la température de l'eau de chauffage aux 70 °C désirés.

Pour ce faire le circuit de l'eau de refroidissement des compresseurs passe par un réservoir tampon de 16 m<sup>3</sup> d'où la pompe à chaleur capte l'énergie. Ce réservoir est nécessaire pour égaliser l'apport de chaleur irrégulier. En plus il est muni d'une régulation de température différentielle qui optimise son rendement.

Les accumulateurs du circuit de chauffage installés après la pompe à chaleur permettent d'autre part de suppléer aux pointes de consommation.

##### 4.2 Chaudières

Pour couvrir les 27% du besoin annuel de chauffage, 2 chaudières combinées «mazout-gaz» ont été installées. Pour des raisons de sécurité, cette installation a été dimensionnée de telle façon qu'elle puisse couvrir 80% des besoins

horaires maxima. Un autre système de réservoir, intégré dans le circuit «chaudière», évite des démarrages trop rapprochés des brûleurs tendant à un rendement optimal des chaudières.

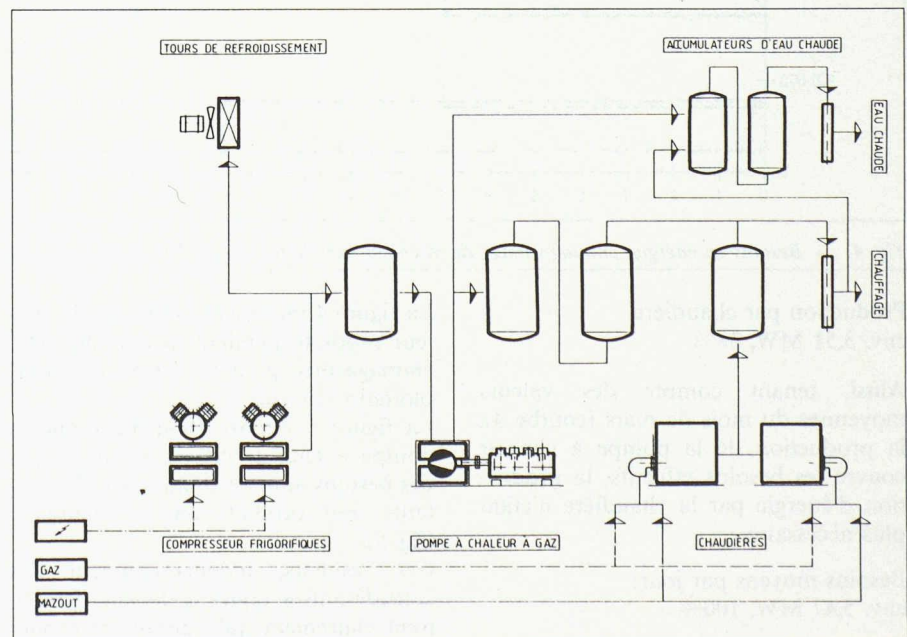


Fig. 6. — Schéma hydraulique de l'installation de chauffage.

#### 4.3 Production d'eau chaude de consommation

Les accumulateurs d'eau chaude ont été dimensionnés pour une consommation totale journalière, afin que pendant les périodes de faible besoin en chaleur (nuit), la pompe à chaleur puisse travailler au maximum de son rendement. Un deuxième échangeur, sur circuit «chaudière», garantit les températures de l'eau lors d'une consommation exceptionnelle ou en cas d'arrêt de la pompe à chaleur.

#### 4.4 Installation de chauffage

Il s'agit d'un système bi-tubes à basse température 70/45 °C, composé de 2 groupes séparés orientés par façade, d'un groupe climatisation et d'un groupe eau chaude de consommation.

### 5. Climatisation - ventilation

#### 5.1 Production de froid

Cette production, pour toutes les installations de climatisation, est assurée par les méthodes classiques:

2 compresseurs-turbo, puissance par unité 400 kW/h.

Avec une tour de refroidissement d'une puissance de 985 kW/h.

Depuis l'évaporateur, l'eau refroidie est transportée à travers un réservoir tampon de 6 m<sup>3</sup> et par un circuit d'eau glacée aux différents points d'utilisation.

#### 5.2 Installations de climatisation

Les différents locaux à climatiser, tenant compte de leurs besoins spécifiques en température et d'heures d'utilisation, sont équipés d'installations séparées munies chacune d'un appareillage adapté.

Installation de climatisation: 10 unités.

Installation de ventilation sans refroidissement: 2 unités.

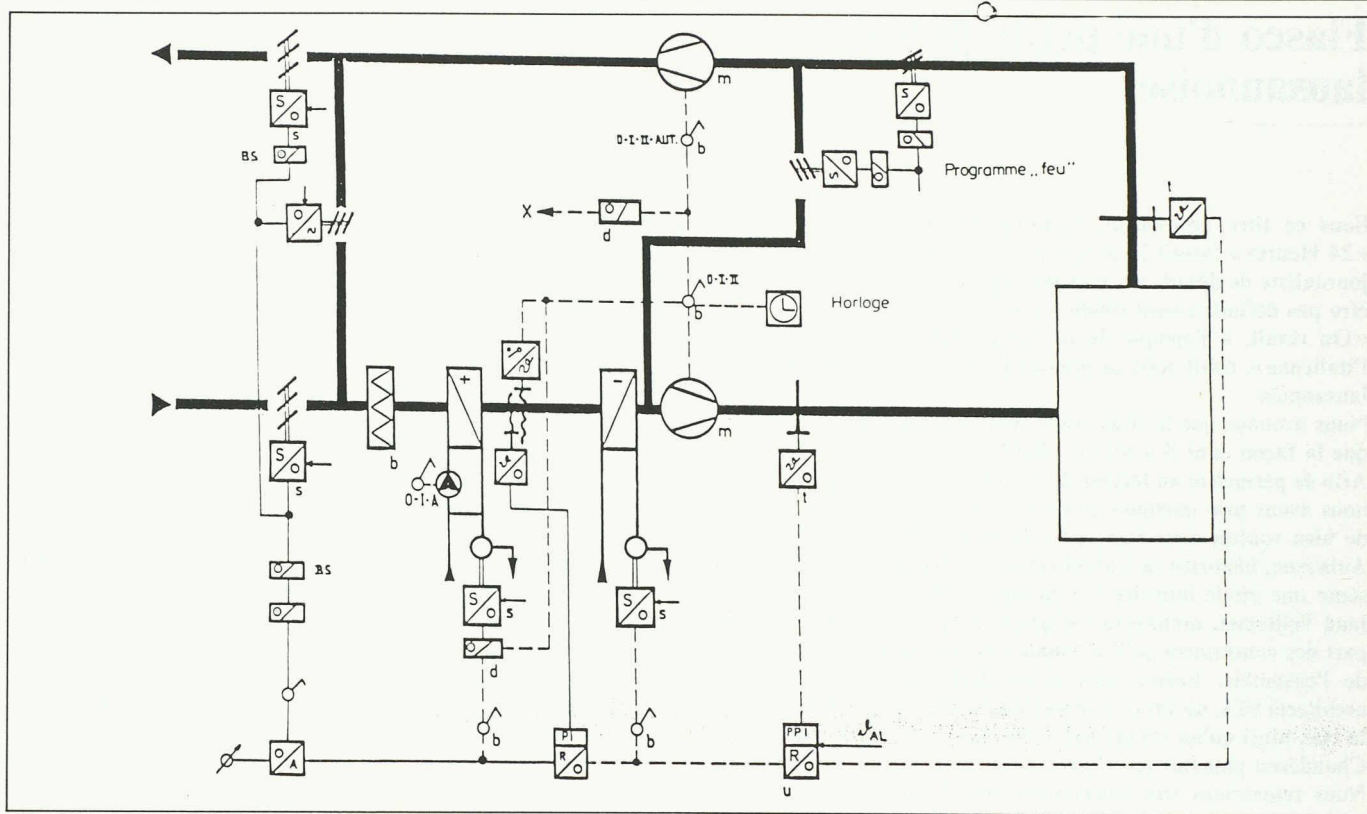


Fig. 7. — Schéma de principe de la climatisation.

Installation d'extraction (air vicié): 24 unités.

Total du volume d'air distribué mécaniquement (air frais, pulsé, roulement et vicié): max. 450 000 m<sup>3</sup>/h.

Toutes les installations sont construites pour une exploitation extrêmement économique. Ainsi l'air, relativement propre, provenant des surfaces de ventes, et complété partiellement par de l'air frais, est utilisé une deuxième fois pour les locaux tels que déchargement, dépôts, vestiaires, et locaux techniques. Ceci permet une réutilisation optimale de la chaleur provenant des surfaces de vente. Pour les locaux où l'air ne peut plus être récupéré, par exemple boulangerie, cuisine, restaurant, poissonnerie etc., des installations de récupération de chaleur sont incorporées dans les groupes d'extraction d'air vicié, cette chaleur est réutilisée pour chauffer l'air frais extérieur aspiré.

Puissance totale des installations de récupération de chaleur: 355 kW/h.

La conception des différentes installations de climatisation correspond en principe aux schémas de la figure 7.

Les installations travaillent à base d'air frais ou de roulement. Une régulation automatique garantit une exploitation optimale.

En cas de besoin de chaleur, la part d'air frais est limitée à 25 m<sup>3</sup>/h par personne.

En cas de besoin de froid, toutes les vannes du circuit chaleur sont fermées par la régulation. Aussi longtemps que la température de l'air extérieur est plus froide que la température intérieure voulue, l'air extérieur fait office de re-

Températures:	extérieure	intérieure
Hiver	jusqu'à +18 °C	+18 °C
Été dès +18 °C	température glissante	max. +26 °C

froidisseur jusqu'à ce que le potentiel froid de cet air soit complètement utilisé, donc sans mise en marche du compresseur. Lorsque l'air extérieur ne suffit plus pour maintenir la température de l'air intérieur à son niveau voulu, l'apport d'air extérieur est diminué à son minimum et le refroidissement nécessaire est fourni par le compresseur.

Tenant compte

- des quantités d'air extérieur nécessaires,
  - des niveaux de température intérieure fixés volontairement bas,
  - du nombre de personnes présentes dans les surfaces de vente
- une humidification de l'air de ces installations n'est pas prévue.

Les exceptions suivantes sont à noter concernant le principe de conception décrit ci-dessus:

- climatisation Boucherie et Poissonnerie: travaillent uniquement avec air frais y compris humidification;
- climatisation Cuisine et Boulangerie: travaillent uniquement avec air frais.

Auteur du projet:  
Fédération des coopératives Migros  
Service technique  
Chauffage / Climatisation  
8005 Zurich

Adresse de l'auteur:  
Werner Thürig, ingénieur  
Fédération des coopératives Migros  
8005 Zurich

## A nos lecteurs

### Perspectives du génie civil

Signalons que les articles publiés sur ce thème dans notre dernier numéro feront l'objet d'un tiré à part, commandé par le Département de génie civil de l'EPFL. Paraissant en septembre prochain, il est destiné à mieux faire connaître la carrière d'ingénieur civil tant aux jeunes gens confrontés au choix d'une profession qu'à un large public, souvent très mal informé sur le génie civil.

### Concours d'architecture

La surcharge de travail liée à d'importants numéros spéciaux ainsi que des absences forcées dans l'équipe rédactionnelle ont retardé la publication de plusieurs concours. Ce retard sera comblé dans nos prochains numéros. Il s'agit notamment des concours de Tolochenaz, de Lutry et de Chêne-Bougeries. Nous remercions nos lecteurs de leur compréhension.