Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 63 (1972)

Heft: 17

Artikel: Application du chauffage électrique dans un bâtiment administratif à Bâle

Autor: Wolfensberger, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915727

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

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

Application du chauffage électrique dans un bâtiment administratif à Bâle

Par M. *H. Wolfensberger*

621.365:725(494.23)

Pour le nouveau bâtiment administratif de la Société de Banque Suisse à Bâle, actuellement en construction, le bureau d'ingénieurs Suiselectra, Ingénieurs-Conseils S.A. de la Société Suisse d'Electricité et de Traction a été chargé de l'étude et de la direction des travaux de toutes les installations techniques tels que: chauffage, ventilation, climatisation, installations électriques à courant fort et à courant faible.

1. Données techniques

	Température ambiante extérieure	
	—15 °C	—7 °C
– Besoins en énergie calorifique par jour en admettant 11 h à pleine charge 4 h sans climatisation et sans ventilation	$20{,}3 \cdot 10^6$ kcal	$15{,}4 \cdot 10^6$
– Accumulateur prévu pour chauffage en 9 h, puissance	2250 kW	
– rendement η = 0,95), volume d'eau	140 m³	
– Volume du bâtiment	170 000 m³	
– Nombre d'employés	1000	
– Besoins en énergie calorifique par heure de jour (après déduction des sources de chaleurs internes):		
– pour la climatisation ventilation	1,34 Gcal/h	
– pour la transmission de chaleur	0,372 Gcal/h	

2. Bases de calcul

Après avoir déterminé toutes les valeurs et tous les paramètres pouvant servir au dimensionnement des installations de climatisation ainsi que des installations électriques, nous nous sommes trouvés dans la situation suivante en ce qui concerne les puissances à installer:

Eclairage (1000 lx)	
Climatisation, réfrigération, ventilation	
Ordinateurs	
Equipement bureaux, imprimerie, pompes, etc.	*environ 2500 kW*
Chauffage par accumulation de chaleur pendant les heures creuses de 21 h à 6 h (compte tenu d'une température min. à l'extérieur de –15 °C)	*environ 2500 kW*

Pour la détermination de ces besoins en énergie calorifique il a déjà été tenu compte des sources de chaleur à l'intérieur du bâtiment telles que:

éclairage
chaleur humaine (personnel)
machines

En outre, il a été tenu compte d'une réduction des apports d'air frais au chiffre de 70 m³ d'air par personne et par heure lorsque la température extérieure est de –15 °C. Ceci a permis de réduire les besoins en enérgie pour le réchauffement de l'air frais et pour l'humidification tout en permettant une meilleure utilisation de la chaleur contenue dans l'air vicié aspiré à travers les luminaires.

Les chiffres que je viens de citer démontrent bien que les besoins en puissance électrique de jour – sans le chauffage électrique – sont identiques aux besoins en puissance électrique de nuit – compte tenu du chauffage électrique.

Cette comparaison très généralisée nous a incités à examiner de très près les possibilités d'inclure le chauffage à l'électricité dans l'étude du bâtiment que nous avons entreprise (fig. 1).

J'ouvre ici une paranthèse pour donner quelques explications au sujet du schéma simplifié de la climatisation que vous apercevez en projection. Nous avons d'abord le circuit alimentant les convecteurs de climatisation avec les batteries de chaud et de froid, l'humidification, la compression et la sortie d'air traité avec possibilité d'aspiration d'air ambiant. Un autre système, à deux canaux celui-ci, achemine l'air traité jusqu'au faux-plafond, à travers lequel il est pulsé dans les bureaux. L'air vicié est repris et passe par les luminaires pour être traité à nouveau dans la centrale de climatisation. Un système de clapets permet le dosage d'air frais et l'acheminement de l'air vicié vers le parc à voitures ou vers le toit. Pour économiser l'énergie de chauffage, il est possible, en hiver, de travailler en circuit fermé et d'utiliser la chaleur dégagée par l'éclairage (fig. 1).

L'examen des critères suivants nous a, de plus, convaincus que l'idée du chauffage électrique valait la peine d'être poursuivie:

1e: Possibilité de production et d'accumulation de toute la chaleur dont on a besoin pendant la nuit, aux heures de bas-tarif.
2e: Le coût des pointes de puissance n'est pas à la charge du chauffage, étant donné que celles-ci se produisent de jour.
3e: Il n'est pas nécessaire d'envisager de frais de raccordement supplémentaires au réseau urbain pour les besoins du chauffage, donc pas de transformateurs supplémentaires, pas d'augmentation de section des câbles.
4e: Consommation nocturne et diurne équilibrée pendant les mois d'hiver, aussi bien en puissance qu'en énergie.
5e: Aucune pollution de l'air.

Compte tenu de toutes ces relations, nous pouvions supposer que les Services d'électricité accueilleraient d'une manière favorable notre proposition d'un chauffage électrique. Par la suite, les discussions que nous avons eues avec les Services d'électricité nous ont prouvé que nous avions prévu juste.

Les tarifs d'électricité qui nous ont été proposés nous ont permis d'établir un tableau comparatif du coût des quatre systèmes de chauffage suivants:

1 – chauffage au mazout
2 – chauffage au gaz
3 – chauffage électrique
4 – chauffage urbain à distance

Cette comparaison a été faite en tenant compte de tous les facteurs qui pouvaient y intervenir tels que prix de l'installation, prix du mètre cube de construction, prix d'une cheminée, prix des réservoirs de stockage, prix de l'énergie, etc. Le résultat en a été que le chauffage électrique était comparable, quant au coût, aux autres moyens de chauffage envisagés

tout en offrant des avantages non négligeables d'ordre physiologique.

Le maître de l'œuvre a, là-dessus, décidé de l'installation du chauffage électrique dans ce nouveau bâtiment.

3. Exécution

Le pas suivant a été, ensuite, la détermination du genre d'accumulation à adopter. Nous avons examiné la possibilité d'incorporer dans le système de chauffage un accumulateur à sels liquéfiés. Ses deux grands avantages auraient été le faible encombrement d'une part et, d'autre part, le fonctionnement du système primaire à pression atmosphérique. Mais les inconvénients de ce système: frais d'investissement très élevés, matériaux encore à l'étude, ont fait que nous avons opté pour l'accumulation de chaleur à l'eau chaude sous pression.

Ce genre d'accumulation de chaleur, que l'on peut qualifier de classique, utilise, en circuit primaire, une chaudière aux caractéristiques suivantes:

– Pression	12 bar
– Température à pleine charge	180 °C
– Décharge à	70 °C
– Volume de la chaudière	2 chaudières de 70 m³ chacune
– Vase d'expansion	un
– Maintien de la pression	par générateur à vapeur
– Chauffage électrique	3 × 750 kW, 380 V, avec graduateur

Dans le système secondaire nous utilisons un circuit de distribution d'eau chaude normal jusqu'aux points de consommation, la différence de température d'eau utilisée étant de 80 °C à 60 °C.

Le schéma simplifié du chauffage donné dans la fig. 2 vous montre les éléments que je viens de décrire, soit les réservoirs principaux, le vase d'expansion, les générateurs électriques d'eau chaude et de vapeur, les échangeurs de chaleur, les pompes de circulation des circuits primaire et secondaire.

Lors de l'étude détaillée et du dimensionnement des éléments du chauffage il s'est avéré qu'il n'était pas judicieux de choisir la capacité de l'accumulateur en fonction de la température extérieure de –11 °C, voire même de –15 °C, températures de référence qui sont habituellement admises dans nos régions. Nos accumulateurs ont donc été dimensionnés sur la base d'une température extérieure minimum de –7 °C.

Il est en effet plus économique, pour les quelque 100 heures par année ou la température tombe en dessous de –7 °C, de produire la chaleur supplémentaire en enclenchant les générateurs de jour. Les frais d'investissement pour des accumulateurs à volume plus élevé sont, en comparaison, prohibitifs.

A titre d'information, je voudrais vous indiquer que nous avons également appliqué ce principe de ne pas choisir la température extérieure de référence la plus basse pour d'autres installations, telles que piscines couvertes. Un simple calcul économique nous en a toujours démontré l'avantage.

D'ailleurs, seule l'énergie calorifique nécessaire au chauffage diurne est accumulée. Le chauffage nocturne pour le maintien de la température se fait directement, sans l'intermédiaire des chaudières accumulatrices. A l'exception des locaux des ordinateurs, les installations de ventilation sont

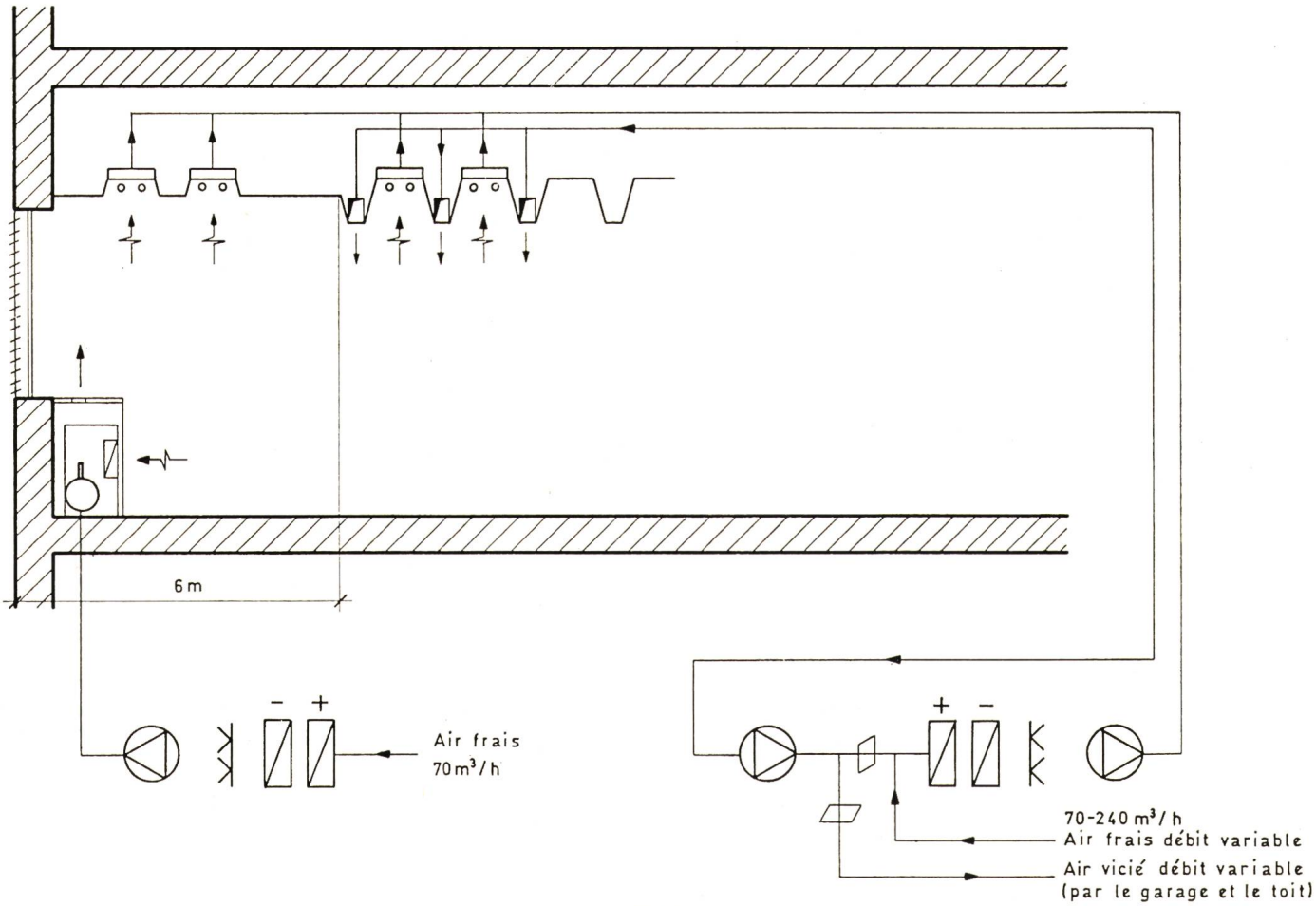

Fig. 1
Schéma simplifié de la climatisation

mises hors service la nuit et le chauffage s'effectue par circulation d'eau chaude dans les convecteurs de climatisation, qui ont alors fonction de radiateurs.

Les courbes de charge (fig. 3) calculées pour une année nous montrent que les charges de pointe se trouvent durant les mois d'été et toujours de jour. Le chauffage, à lui seul, ne produit pas la pointe d'hiver. La différence entre ces deux valeurs des charges d'hiver est donnée par le fonctionnement partiel de la climatisation pendant la nuit pour créer l'ambiance nécessaire aux ordinateurs qui, eux, sont toujours en fonction.

4. Récupération de la chaleur

Dans le bâtiment dont nous vous présentons ici les caractéristiques de l'installation de chauffage, il n'a pas été prévu de récupération de chaleur directe par échangeur. Certaines mesures ont toutefois été prises pour économiser de l'énergie électrique. Ce sont les suivantes:

a) Le premier sous-sol, qui est constitué par un parc à voitures, est chauffé par de l'air vicié en provenance des étages supérieurs.

b) Comme je l'ai déjà souligné au début, il est possible de travailler en circuit partiellement fermé avec la climatisation qui se fait à travers les luminaires et de récupérer ainsi une partie de la chaleur dégagée par l'éclairage et par les autres sources de chaleur.

La reprise de l'air vicié à travers les luminaires présente en outre l'avantage de refroidir les lampes et de prolonger leur durée de vie.

L'utilisation simultanée des installations de production de froid pour la climatisation en été et en demi-saison et en fonctionnement comme pompe thermique en hiver n'a pas présenté des avantages du point de vue économique. Ceci résulte en partie du caractère sous-terrain du bâtiment en question ainsi que des tarifs électriques applicables. Une légère modification de l'un ou l'autre de ces paramètres pourrait tout changer et pourrait surtout rendre intéressant l'utilisation d'une pompe thermique.

Nous avons également examiné la possibilité d'appliquer un système «échangeur de chaleur avec régénération» (système «Econovent») dans le circuit chauffage-climatisation. Ceci aurait apporté quelques avantages économiques, mais il aurait fallu en tenir compte dès le début du projet. Dans le cas présent, le maître de l'œuvre n'a pris la décision d'installer un chauffage électrique que lorsque les études étaient déjà très avancées. Il n'a alors plus été possible de modifier le bâtiment sans occasioner des frais qui auraient été sans proportion au gain qu'un échangeur de chaleur avec régénération aurait apporté.

5. Considérations d'ordre général

Je l'ai déjà dit, mais j'aimerais le répéter et même le souligner: dans ce bâtiment administratif, les conditions étaient particulièrement favorables pour l'utilisation intégrale de l'électricité dans toutes les installations, y compris le chauffage. Le caractère du bâtiment, dont la plus grande

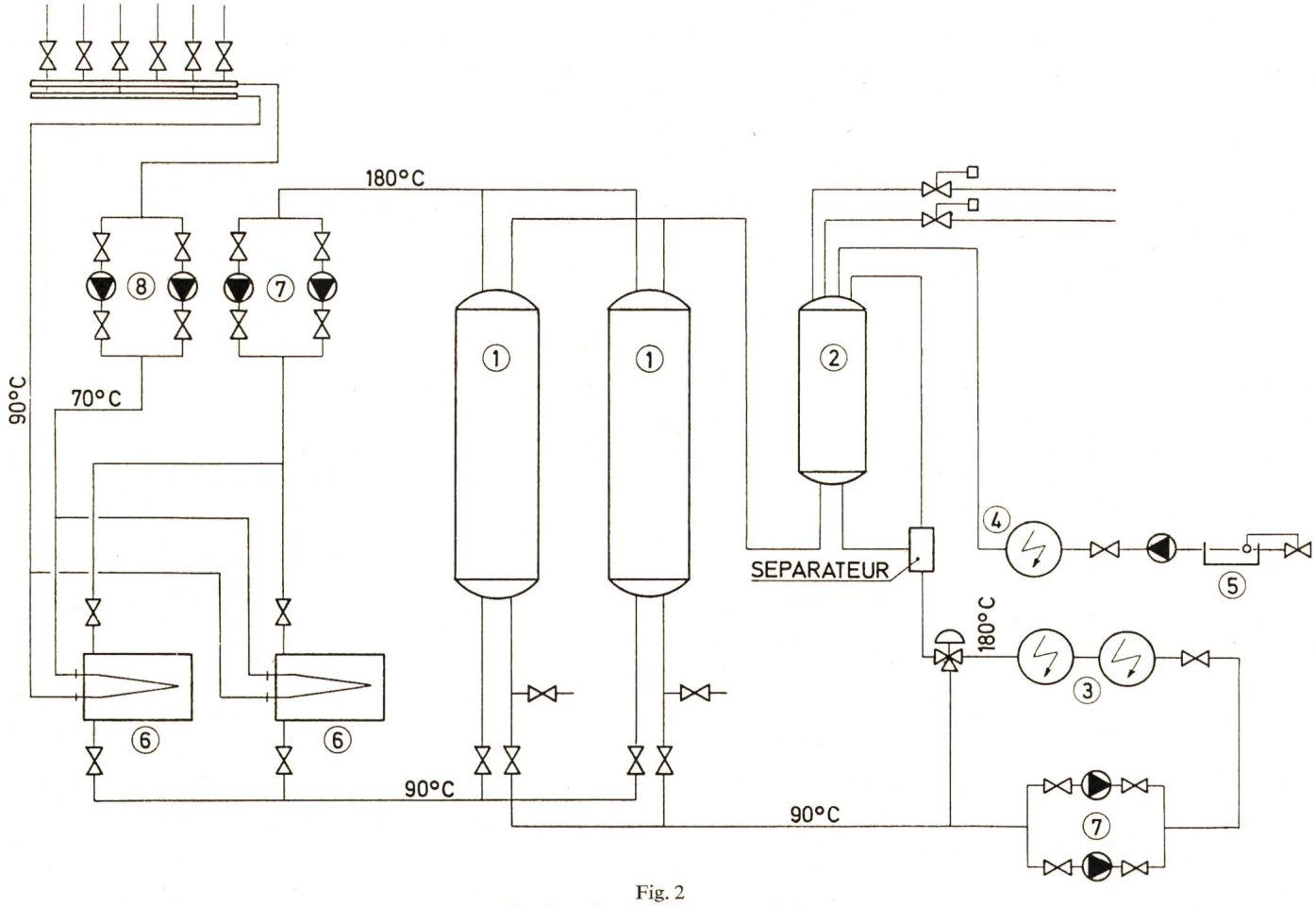

Fig. 2
Chauffage électrique par accumulation

1 réservoir d'eau chaude $V = 2 \times 70$ m³, $p = 12$ bar
2 vase d'expansion $V = 21$ m³
3 générateur électrique d'eau chaude
4 générateur électrique de vapeur
5 bassin complémentaire
6 échangeur de chaleur
7 pompe de circulation «circuit primaire»
8 pompe de circulation «circuit secondaire»

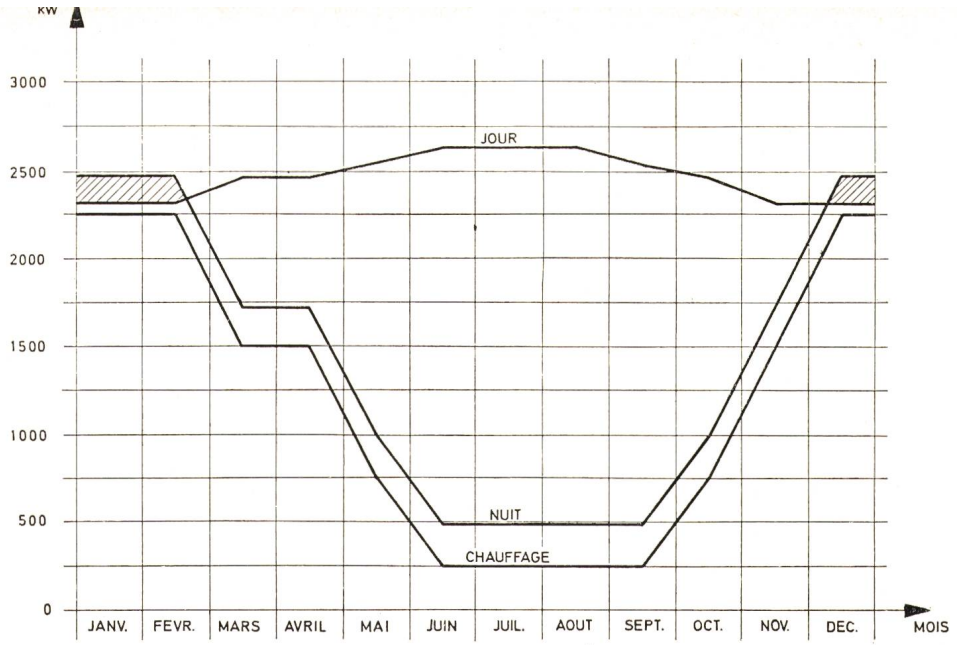

Fig. 3
Charges de pointe
pointe de jour pour force, lumière et froid pointe de nuit pour chauffage, éclairage de nuit, ordinateurs

partie est réalisée en construction souterraine, sa fonction et les tarifs d'énergie électrique sont des raisons qui y ont contribué. Si l'on pense que le bâtiment est prévu sans isolation spéciale en vue du chauffage électrique et qu'il n'y aura pas de récupération de chaleur, il peut paraître surprenant que le chauffage électrique soit comparable du point de vue économique au chauffage utilisant une autre source d'énergie.

Des études comparatives que nous avons effectuées pour d'autres bâtiments nous ont convaincus que le chauffage électrique peut être intéressant et économique, même si le prix de l'énergie électrique devait être supérieur à celui que nous avons admis dans le cas présent. Il est cependant indispensable que cette question soit étudiée à temps quand un bâtiment est encore à l'état de projet. Ce n'est qu'alors qu'on est en mesure de tenir compte de toutes les variables qui interviennent, et qui ne sont qu'en partie du domaine de l'architecte et de l'ingénieur civil. L'utilisation de toutes les sources de chaleur à l'intérieur d'un bâtiment devient intéressant surtout en liaison avec une installation de récupération de chaleur et, bien entendu, une climatisation intégrale.

Je ne pense pas qu'il soit judicieux de dimensionner les accumulateurs de chaleur en fonction de la température extérieure la plus basse. Les frais d'investissement seraient alors difficilement justifiables et les puissances installées souvent trop élevées. Du point de vue du fournisseur d'énergie électrique, il semble que le chauffage électrique mixte doit trouver la préférence, c'est-à-dire celui qui utilise des radiateurs électriques branchés directement sur le réseau et des accumulateurs. Ceci spécialement dans des bâtiments non-climatisés. Ces derniers nécessitent de toute façon une meilleure isolation.

Ainsi que nous avons pu le voir dans l'exemple que nous venons d'examiner, les pertes par transmission sont relativement faibles dans un bâtiment climatisé par rapport aux besoins en énergie pour l'échauffement de l'air frais et pour son humidification. Une isolation poussée n'apporte alors pas nécessairement un avantage dans le bilan économique.

Le chauffage électrique n'est qu'un des éléments qui – et nous le souhaitons qu'il le fasse de plus en plus – peut intervenir dans l'étude et la réalisation de nouveaux bâtiments. Car, en vue d'éviter l'échange de la chaleur excédentaire avec l'atmosphère qui nous entoure et de limiter tous les effets, peu heureux finalement, sur notre environnement, il serait souhaitable que nos efforts se penchent sur les questions suivantes dans toute nouvelle étude d'un bâtiment:

a) Utilisation totale de toutes les sources de chaleur à l'intérieur du bâtiment.
b) Réduction des surfaces vitrées à des valeurs raisonnables.
c) Utilisation d'équipements de récupération de chaleur.
d) Utilisation de matériaux de construction ayant une bonne isolation thermique.
e) Lavage, filtrage et désodorisation de l'air vicié, ce qui permettrait une réduction des apports d'air frais et, par conséquent, une économie de chauffage.

Adresse de l'auteur:
H. Wolfensberger, Bureau d'ingénieurs Suiselectra, Ingénieurs-Conseils S.A. de la Société Suisse d'Electricité et de Traction, Malzgasse 32, Bâle.