

Prestations des procédés énergétiques du bâtiment: synthèse

Autor(en): **Saugy, Bernard**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **109 (1983)**

Heft 26

PDF erstellt am: **29.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75012>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

- 2) Prévoir un élément pouvant stocker momentanément une certaine humidité.

par ex. — mur extérieur en terre cuite
— isolant absorbant (par ex. liège)
— feuille de « Kraft ».

9. Rester crédible en préconisant l'abandon des barrières de vapeur?

Aucun problème avec les lecteurs qui nous auront suivis jusqu'ici...

Par contre il faut penser à tous ceux qui auront été surpris par le titre et qui auront tourné la page.

Comme il est difficile d'accepter qu'une « notion acquise » soit remise en jeu! Rien n'est simple, mais on peut com-

prendre un rejet instinctif devant une nouvelle difficulté.

Si nous pouvions au moins obtenir de ceux qui veulent absolument garder une barrière de vapeur qu'ils exigent l'« imperméabilité à l'air », nous aurions l'impression de ne pas avoir perdu notre temps et fait œuvre utile!

10. Rester crédible en persistant à imposer les barrières de vapeur?

Le « petit problème » de la barrière de vapeur: « en mettre ou pas » apparaît comme bien secondaire devant les vrais problèmes auxquels nous sommes confrontés.

Il n'y a pas de honte à déclarer un jour qu'une méthode est dépassée et qu'il faut changer de pratique. On peut même penser que le plus vite serait le mieux, si l'on veut « rester crédible ».

11. Conclusions

Depuis vingt ans, on prescrit, voire on impose, une « barrière de vapeur » en relation avec toute isolation thermique et notamment si celle-ci est intérieure. L'expérience montre cependant que la chose n'est pas évidente et que, dans certains cas, elle peut même être nuisible.

Le temps semble donc venu de reconsidérer cette pratique et peut-être de publier de nouvelles recommandations.

Adresse de l'auteur:
Olivier Barde
Ingénieur-conseil en thermique
du bâtiment
Boulevard des Promenades 4
1227 Carouge

Prestations des procédés énergétiques du bâtiment

Synthèse

par Bernard Saugy, Lausanne

1. Introduction

En période d'instabilité énergétique, on peut s'attendre à des évolutions rapides qui peuvent réduire localement la demande d'énergie ou créer une forte demande induite par la commodité proposée.

Dans ce cas, il est préférable de baser la *planification énergétique* sur l'évolution possible du nombre d'emploi, du nombre d'habitant et du niveau de prestation que sur les pronostics de demande d'énergie utile [1]¹.

En matière de *restauration énergétique*, il importe, pour qu'une économie d'énergie soit durable, qu'elle soit faite sans réduction du niveau de prestation. Les premiers bâtiments à traiter sont les moins performants, soit ceux qui ont le plus mauvais rapport entre le niveau de prestation et la consommation d'énergie ainsi qu'une taille suffisante [3].

Par ailleurs, en période de bas coût énergétique, la *régulation* se fait par ouverture des fenêtres. Dès que l'on cherche à réduire les consommations, la régulation des appartements les plus froids ou le confort des locaux les plus mal situés devient déterminante. Il importe ainsi de pouvoir juger du niveau de confort fourni.

Enfin, en matière de *savoir faire énergétique*, l'électronique permet d'envisager une régulation fine des installations qui permette d'éviter les conditions d'inconfort sans recourir à un traitement global de l'ensemble de l'immeuble. Les portes des magasins s'ouvrent à l'approche des clients, les pompes de circulation du chauffage et le chauffage des locaux peu fréquentés peuvent être montés sur horloge, l'éclairage, le chauffage ou la ventilation pourraient avoir des régimes différents selon que les usagers soient présents ou non.

Dans tous ces cas, il importe de définir la *prestation énergétique* qui, au-delà de l'énergie utile, très liée aux appareils, décrit le service rendu ou le bien produit, indépendamment de l'agent énergétique ou du procédé d'utilisation.

A titre d'exemple, la figure 1 traite le cas de l'eau chaude sanitaire. En terme d'énergie utile, il y a une demande de chaleur à basse température dont un tiers environ sert à la prestation de lavage du linge et de la vaisselle.

Imaginons des échangeurs ou des pompes à chaleur entre l'eau sortante et l'eau entrante ou encore des détergents agissant à 30 ou 60 °C à la place de 90 à 100 °C. L'énergie requise ne sera plus qu'une fraction de l'énergie dite utile. Cette économie se fera sans réduire le niveau de prestation ou même en l'améliorant, par réduction par exemple du temps de cuisson.

Cette *substitution de procédés d'utilisation* modifie en quantité et en qualité la demande d'énergie et doit être prise en considération. Prendre en compte la prestation conduit à identifier le récepteur, soit les objets, les plantes ou les usagers. Le service fourni sera pour ce dernier le niveau de confort ou de la température adaptée au type d'activité, par exemple.

En effet, il faut une température de 27° pour qu'un individu nu inactif soit à l'aise, et cette température est inconfortable pour un individu habillé actif. Dès lors, c'est le bien-être thermique des usagers qui doit être pris en considération, soit un *indicateur direct* du niveau de confort et non seulement une température de locaux indépendante de l'activité.

Dans cet esprit, et pour faciliter la prise en compte des paramètres économiques globaux, nous décrivons les *consommations par personne logée ou par emploi* et non par volume ou surface chauffé.

2. Notion d'équipement et de confort des locaux

La performance d'un bâtiment se définira comme le rapport entre le *niveau de prestation attendu* et l'énergie mise en jeu. La performance pourra s'exprimer pour les diverses activités de l'usager liées au bâtiment, soit (fig. 2):

Alimentation: mise en forme, cuisson, stockage et consommation des aliments.
Entretien: soins aux personnes, objets et locaux.

Station: confort des personnes, équilibre des végétaux et non-dégradation des objets.

Mobilité: liée à l'architecture et à l'implantation du bâtiment pour les personnes, objets et informations.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

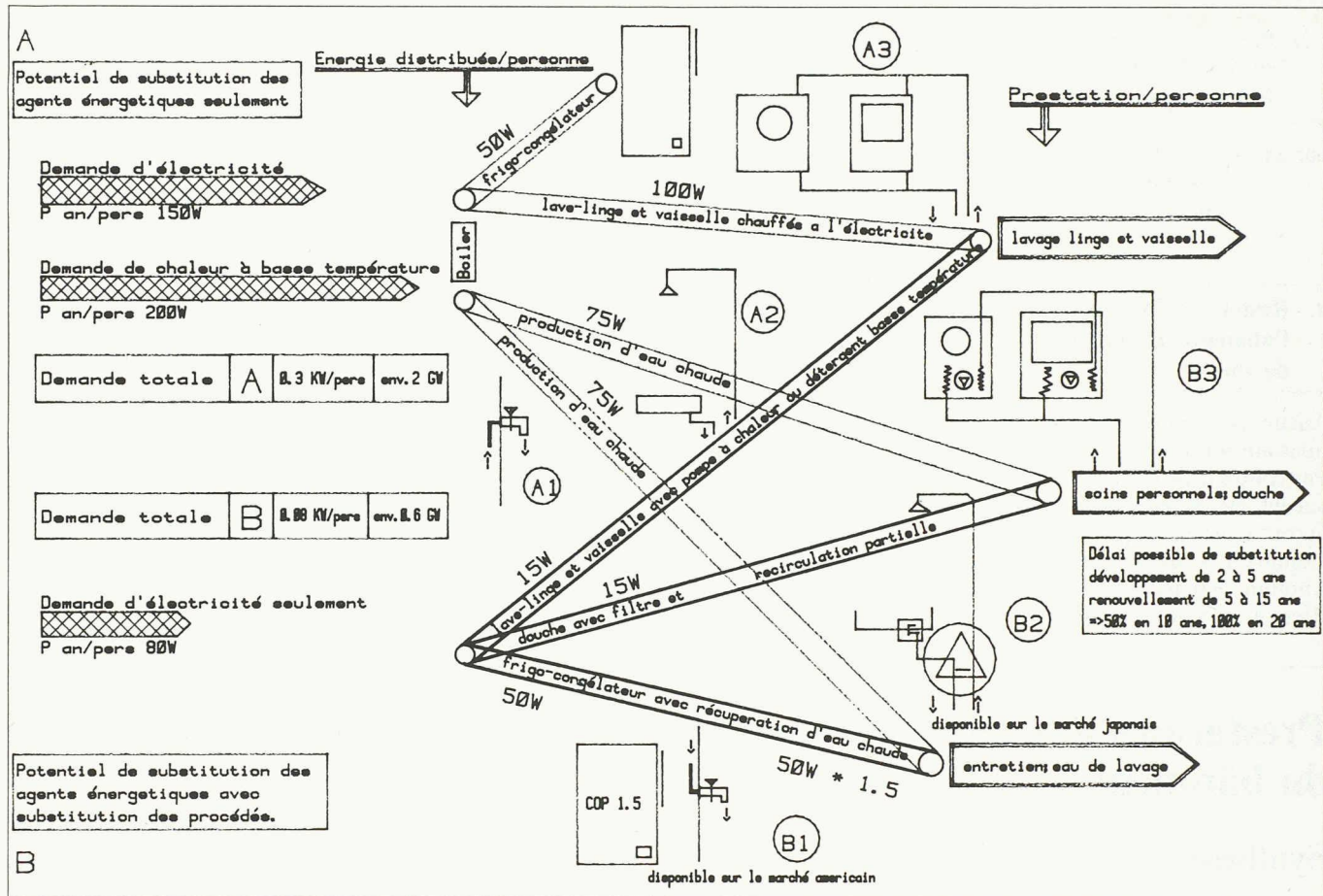


Fig. 1. — Le concept de prestation appliqué à la substitution de procédés de lavage.

Production: formation et loisirs, activités rémunérées ou non.

A chacune de ces activités correspondent un équipement et un niveau de confort attendu. Les indicateurs indirects décrivent la disponibilité en équipement ou en température des locaux. Les indicateurs directs que nous utiliserons le plus possible tiennent compte de la présence des usagers ou de l'adaptabilité des conditions de confort à la présence des usagers et de l'usage fait des équipements. A la limite, les indicateurs directs se réduisent à contrôler l'absence d'inconforts ou le non-défaut d'équipements. L'affectation des consommations directes et du contenu énergétique des biens (énergie nécessaire à produire la table sur laquelle on mange, par exemple) à l'une des activités décrites est malaisée. Par ailleurs, la structure architecturale des appartements est probablement suffisamment uniforme pour qu'une analyse fine soit inefficace. Nous admettrons un découpage simplifié en trois groupes, soit:

Mobilité: inverse du temps nécessaire aux déplacements internes ou pour se déplacer entre les lieux de logement, d'achat et de travail. Les ascenseurs ou un central téléphonique réduisent les distances spécifiques de l'architecture.

Équipement: assistance énergétique aux activités d'alimentation, d'entretien ou de production.

Conditionnement des locaux, y compris l'éclairage: il corrige le climat intérieur

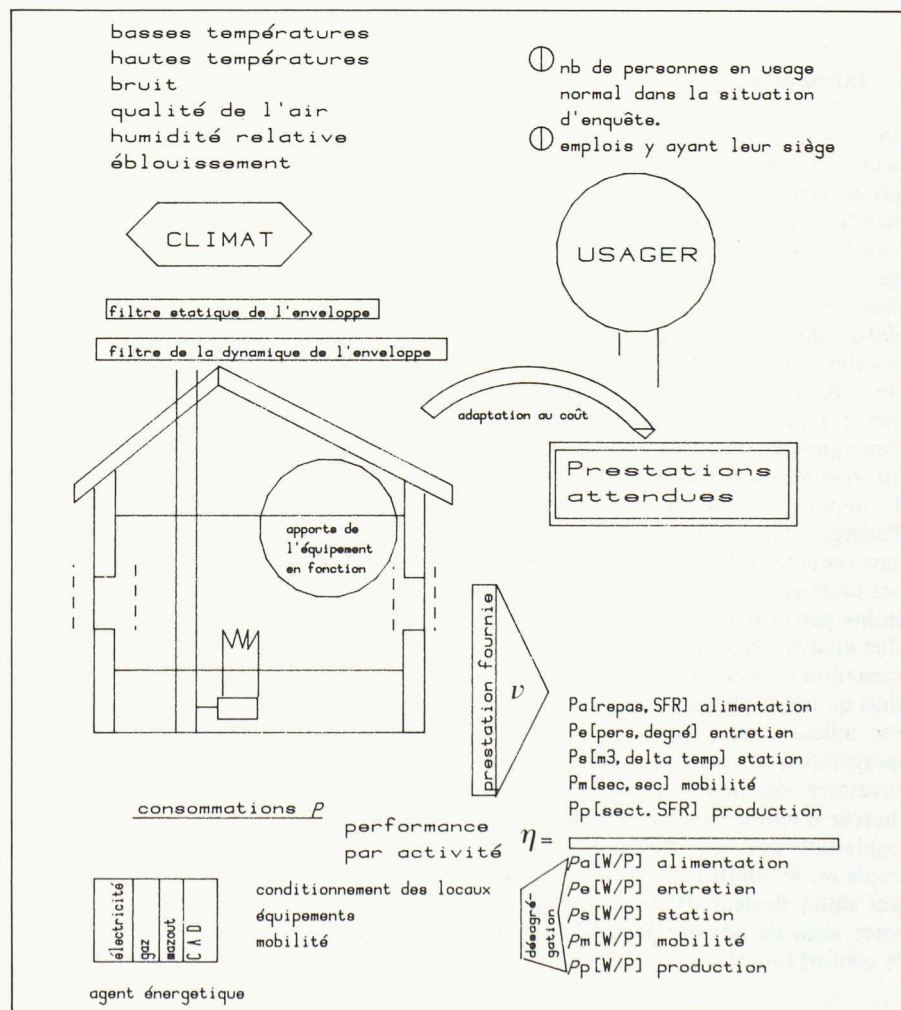


Fig. 2. — Performance d'un bâtiment par activité.

déoulant de l'architecture et modifié par l'équipement (odeurs de cuisine, ou chauffage par le réfrigérateur).

3. Niveau de confort et de prestation

De manière générale, nous admettons que le niveau de prestation des procédés énergétiques est égal à l'écart entre le climat intérieur résultant de l'enveloppe et le niveau de confort qui est attendu.

Le niveau de confort attendu de l'utilisateur est celui qui correspond à l'équilibre thermique du corps humain sous l'effet des échanges convectifs et diffusifs avec l'air, des échanges radiatifs avec les parois, et des mécanismes d'évapo-transpiration (fig. 3).

Le niveau de prestation peut être réduit par les émanations des équipements énergétiques (bruit, odeurs et poussière, par exemple) ou augmenté par une protection contre le bruit et la pollution des voitures (« architecture climatisée », par exemple) ou l'évacuation des odeurs corporelles ou du tabac (fig. 4).

La prestation de conditionnement thermique des locaux est l'écart entre les climats découlant du climat régional à travers l'enveloppe et ses filtres statiques (fenêtres, inertie, perméabilité à l'air, par exemple) ou dynamiques (volets, rideaux, ouverture des fenêtres, végétaux à feuilles caduques, non-usage de vérandas en hiver par exemple) et les climats requis par les activités. Bien qu'il soit possible de concevoir une architecture peu énergivore très spécifique aux activités et aux éléments du climat (soleil, brouillard, etc.) qui, à l'image de l'ancien habitat rural (cuisine chauffée par le potager, chauffage ponctuel de la chambre de séjour et hebdomadaire de la salle de bains, par exemple), lie étroitement l'enveloppe, l'équipement et l'activité, nous admettons un climat régional de référence indépendant des activités.

Les indicateurs du niveau de prestation de l'équipement se mesurent sur une semaine type ou s'estiment par calcul en combinant les équipements disponibles et le nombre de personnes dont l'alimentation et l'entretien principalement est assuré dans le bâtiment analysé. Les règles de calcul proposées montrent que le niveau de prestation varie le plus souvent entre 0,64 et 1,3 pour l'alimentation selon que l'utilisateur prend peu ou beaucoup de repas au domicile avec un équipement léger ou très complet. Le niveau de prestation d'entretien varie plus selon que le linge soit traité à domicile ou que l'utilisateur recoure à la douche hebdomadaire, au bain hebdomadaire ou à la douche journalière, au bain journalier. Les règles d'estimation proposées montrent que le niveau de prestation de l'équipement peut varier par personne logée entre 0,5 et 3.

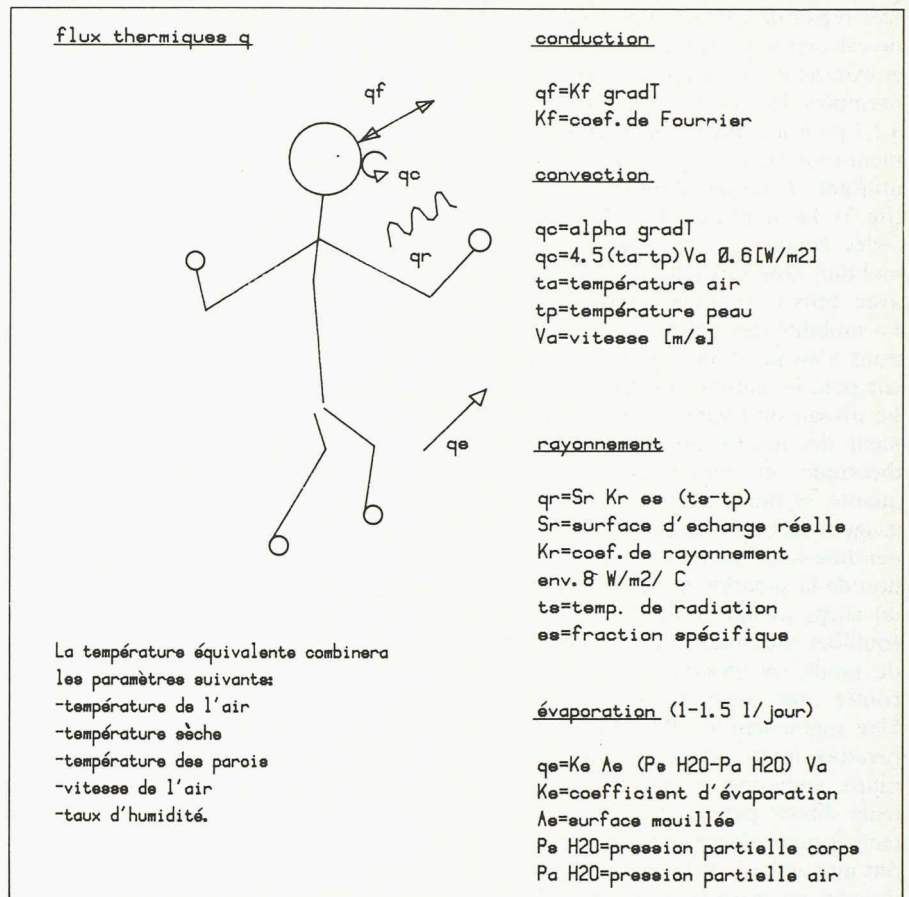


Fig. 3. — Paramètres régissant la régulation thermique de l'homme [4].

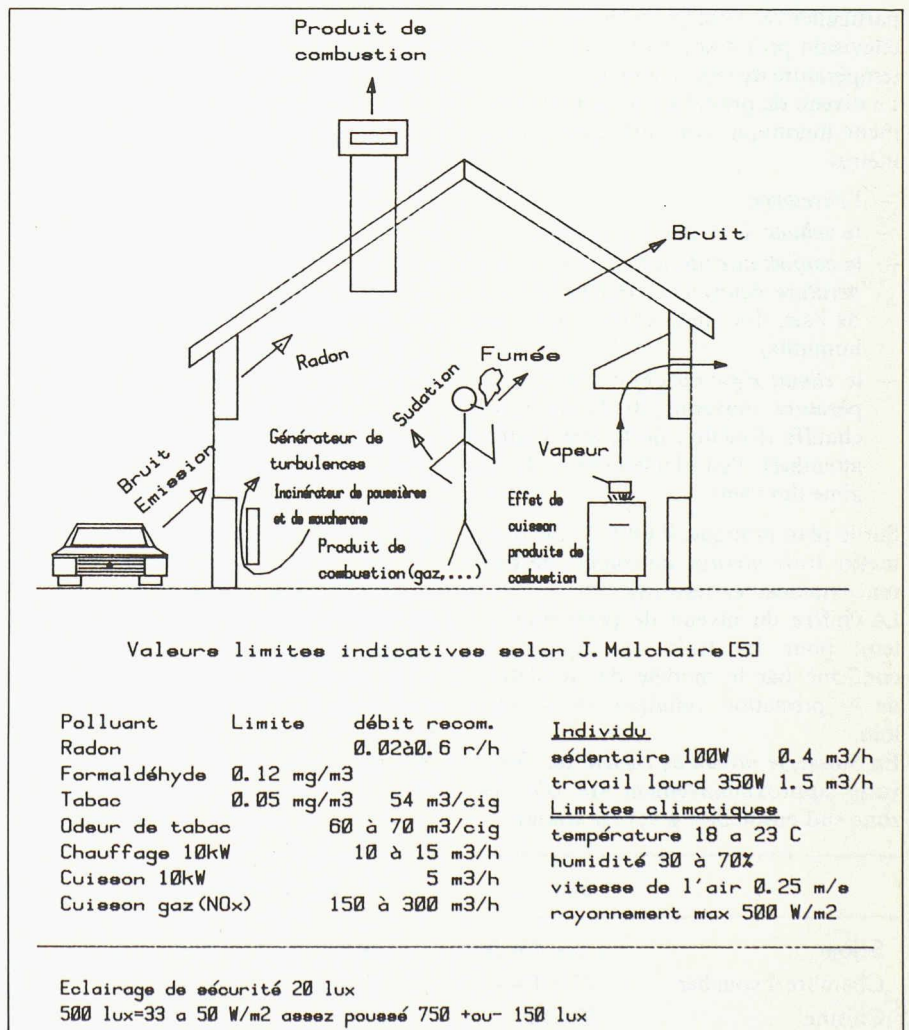


Fig. 4. — Paramètres du confort [Malchaire].

Des règles de calcul simples permettent de calculer le niveau de *mobilité* interne et externe d'un bâtiment allant dans les exemples donnés de 1 pour un triplex à 1,7 pour un appartement dans un bâtiment-tour ou à 1,3 pour une entreprise utilisant 3 étages d'un bâtiment-tour (fig. 5). Le niveau de prestation des procédés énergétiques est l'écart entre la mobilité sans procédés énergétiques ou avec ceux-ci (voiture, ascenseur, etc.). La mobilité des objets ou des informations n'est pas traitée de manière explicite pour les bâtiments d'habitation. Le niveau de *prestation du conditionnement* des locaux pourrait, de manière théorique et volontairement provocante, se mesurer au pouls relatif des usagers. La baisse du pouls par une température insuffisante est liée à la réduction de la sudation et de la température du corps lorsque celui-ci n'est plus en équilibre thermique. Après cette baisse du pouls, on observe le frisson luttant contre une température insuffisante. Une augmentation spécifique de la température interne dénoterait une température ambiante excessive. Ces indicateurs directs permettraient d'éviter une température élevée lorsque les usagers ont une activité physique (halle de production ou travaux d'entretien du ménage le matin, par exemple) et de valoriser une température élevée dans le cas particulier où l'usager calme regarde la télévision près d'une baie vitrée à basse température de rayonnement. Le niveau de prestation du conditionnement thermique combine quatre paramètres:

- l'enveloppe,
- le volume disponible par personne,
- le confort attendu mesuré par la température équivalente (intégrant celle de l'air, des murs, vitesse de l'air et humidité),
- le climat régional défini par la température moyenne de la durée de chauffe (fonction de la température attendue), l'ensoleillement et le régime des vents.

Sur le plan pratique, il est possible d'admettre trois *niveaux de confort* de référence (tableau ci-dessous).

Le chiffre du niveau de prestation retenu pour les trois cas devra être confirmé par le modèle de simulation de la prestation cellulaire décrit plus loin.

En Suisse, le *niveau de rigueur du climat* varie approximativement de 0,75 en zone sud ensoleillée à 1,5 en altitude.

	Bas	Moyen	Haut
Séjour	$25 < T \leq 20^{\circ}\text{C}$	20-22	$22 < T < 24^{\circ}\text{C}$
Chambre à coucher	$22 < T \leq 17^{\circ}\text{C}$	17-20	$20 < T < 23^{\circ}\text{C}$
Cuisine	$T \leq 18$	18-20	$20 < T$
Niveau de confort	0,8	1	1,3

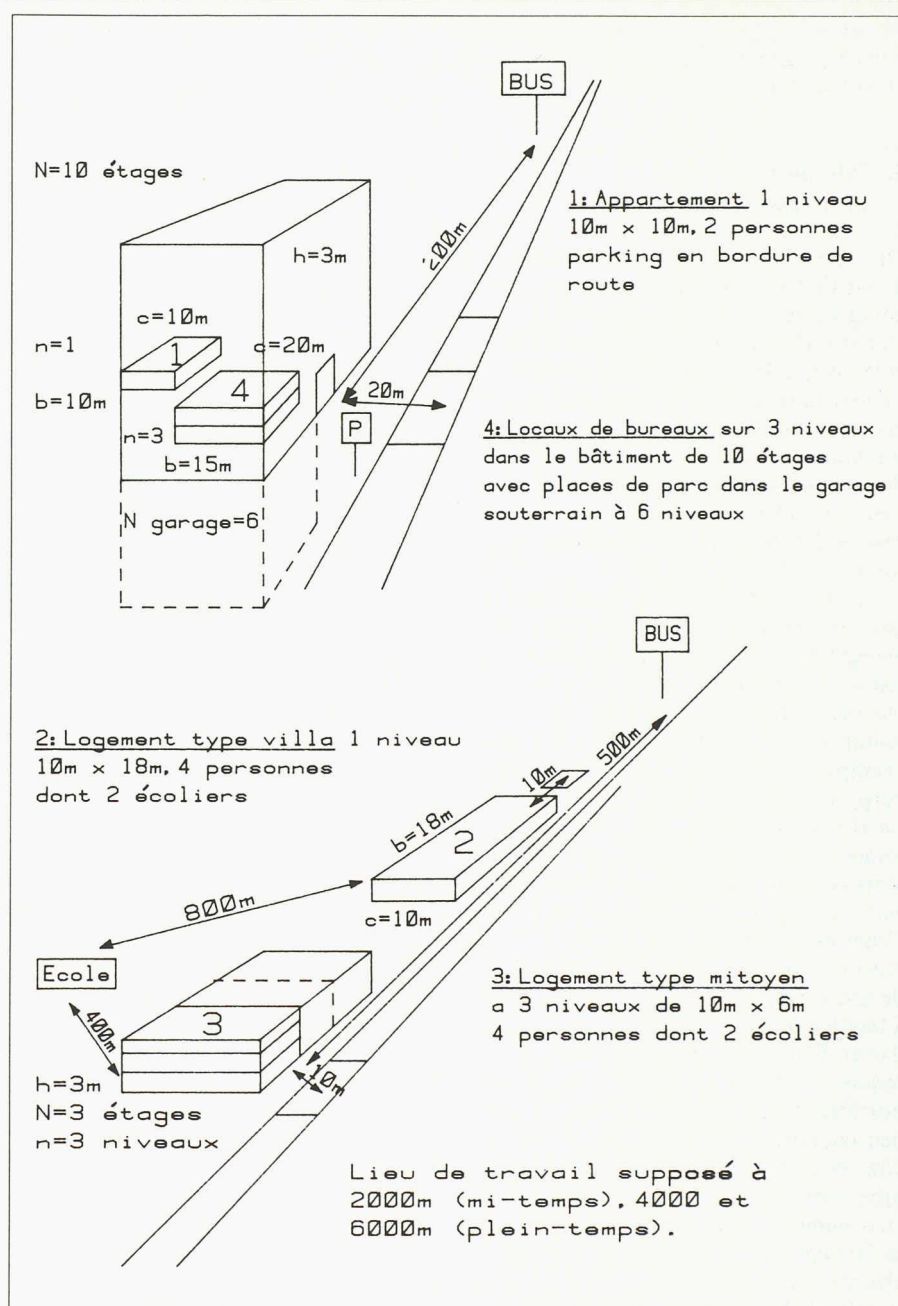


Fig. 5. — Exemple illustrant la méthode de calcul de la mobilité.

La *qualité de l'enveloppe*, normée sur les constructions actuelles, peut approximativement varier entre 0,5 pour un bâtiment très soigné sur le plan énergétique ou pour une «architecture solaire» et 1,5 pour des bâtiments légers construits entre 1960 et 1975.

Le niveau global de prestation pourra varier de 0,2 à 6 en admettant que le *volume par personne*, normé à 1 pour 150 m³/personne, varie approximativement de 0,7 à 2.

Relevons que les consommations par personne logée, en moyenne de 1 kW ou de 1 t de mazout par an en chiffre

rond, peuvent effectivement évoluer entre 0,2 kW dans une maison solaire au sud des Alpes et 6 kW dans une villa en altitude.

Le niveau de prestation de l'ensemble d'un bâtiment (fig. 6) peut s'établir par combinaison des performances de mobilité, d'équipement et de conditionnement des locaux. Cette approche s'applique aussi aux emplois, les chiffres donnés pour illustrer l'influence des principaux paramètres devront être contrôlés et calibrés.

4. Equipements et méthodes de mesure

Il n'est pas usuel de contrôler le niveau de prestation d'un bâtiment en relation avec l'usage fait des locaux. Les acqui-siteurs décentralisés (microprocesseurs avec index ou stockage hebdomadaire du type Donacq Iener) développés pour

	I	II	III	IV
	appartement dans immeuble	villa	mitoyen	bureaux
Distance interne d	$d = (b^2 + c^2)^{1/2} + 10 (n-1)h/2$ s'exprime en secondes en divisant par les vitesses			
Surface de l'unité b, c (m)	10 x 10	10 x 18	6 x 10	20 x 15
Distance horizontale (m)	14	21	12	25
Distance verticale (mx10)	--	--	30	30* (15 s)
Distance interne (20 tr/J)	280 s	420 s	840 s	860 s
Accessibilité a	$a = (b^2 + c^2)^{1/2}/2 + 10 h (N-1)/2 + (a_{\text{bus}} + a_{\text{garage}})/2$ s'exprime en secondes en divisant par les vitesses.			
Accès horizontal (m)	7	11	6	13
Accès vertical (mx10)	135* (+ 15s)	--	30	135* (+ 15s)
Accès au parking	20 m	10 m	10 m	13+13+(75+75)* yc 15s ascens.
Accès au bus	200	500	500	200
ah 4/J (s)	28	44	24	52
av 4/J (s)	114	--	30	114
ag 2/J (yc 2x1 min)	160	140	140	226
ab 2/J (yc 1x5 min)	700	1300	1300	700
Accessibilité (4 tr/j)	1001 s	1484 s	1494 s	1092 s
Rayon d'action r	$r = r_{1.1} + r_{1.2} + r_2 + r_3$ Le rayon moyen en temps et la moyenne des 4 rayons significatifs.			
Usager 1(m) (lieu de trav.) (achats, divers) (m)	$2 \times \frac{2000}{300}$	$4 \times \frac{4000}{300}$	$4 \times \frac{4000}{300}$	$4 \times \frac{4000}{300}$
Temps (s)	800	800	800	800
Usager 2 (m)	$4 \times \frac{4000}{300}$	$4 \times \frac{6000}{300}$	$4 \times \frac{6000}{300}$	$4 \times \frac{4000}{300}$
Temps (s)	800	1200	1200	800
Autres usagers (m)	---	$2 \times 4 \times 800$	$2 \times 4 \times 400$	$n \times \frac{4000}{300}$
Temps	---	2×3200	2×1600	800
Rayon d'action (4 tr/j)	800 s	2100 s	1300 s	800 s
Mobilité M	2082s ou 1,73	4004s ou 0,9	3634 ou 1	2752 s ou 1,3
Légende XX	trajet professionnel affecté pour moitié au logement et à l'emploi à pieds 1m/s			
*	trajet motorisé vitesse 10m/s + embarquements			

la mesure des consommations d'énergie devraient être étendus pour la mesure des indicateurs directs de confort tels que les pouls-mètres ou des indicateurs indirects dont la mesure de la température équivalente avec des instruments du type du confort-mètre ou de détecteurs de présence. La prise en compte de la température des parois, de la nature de l'activité et de la variation des températures en fonction de l'usage (résidences secondaires notamment) nous a conduit à proposer le concept de *prestation cellulaire du bâtiment* (PCB).

Dès lors, un bâtiment est composé de cellules de comportement moyen ou sensibles à la proximité de cellules différentes.

Le module de mesure de la prestation cellulaire du bâtiment (fig. 7) (MPCB) remplace durant une semaine le dispositif usuel de chauffage, il est finement réglé en tenant compte de la présence d'usagers et de la température équivalente définie plus haut.

Ce module donne la signature énergétique de la cellule pour un niveau de prestation contrôlé.

5. Valeurs de référence de la consommation et des performances

La détermination de valeurs de référence peut se faire par l'une des approches suivantes:

- comparaison de consommation pour un niveau de prestation donné [3];
- modélisation des composants de la consommation et identification des défauts par calage du modèle;

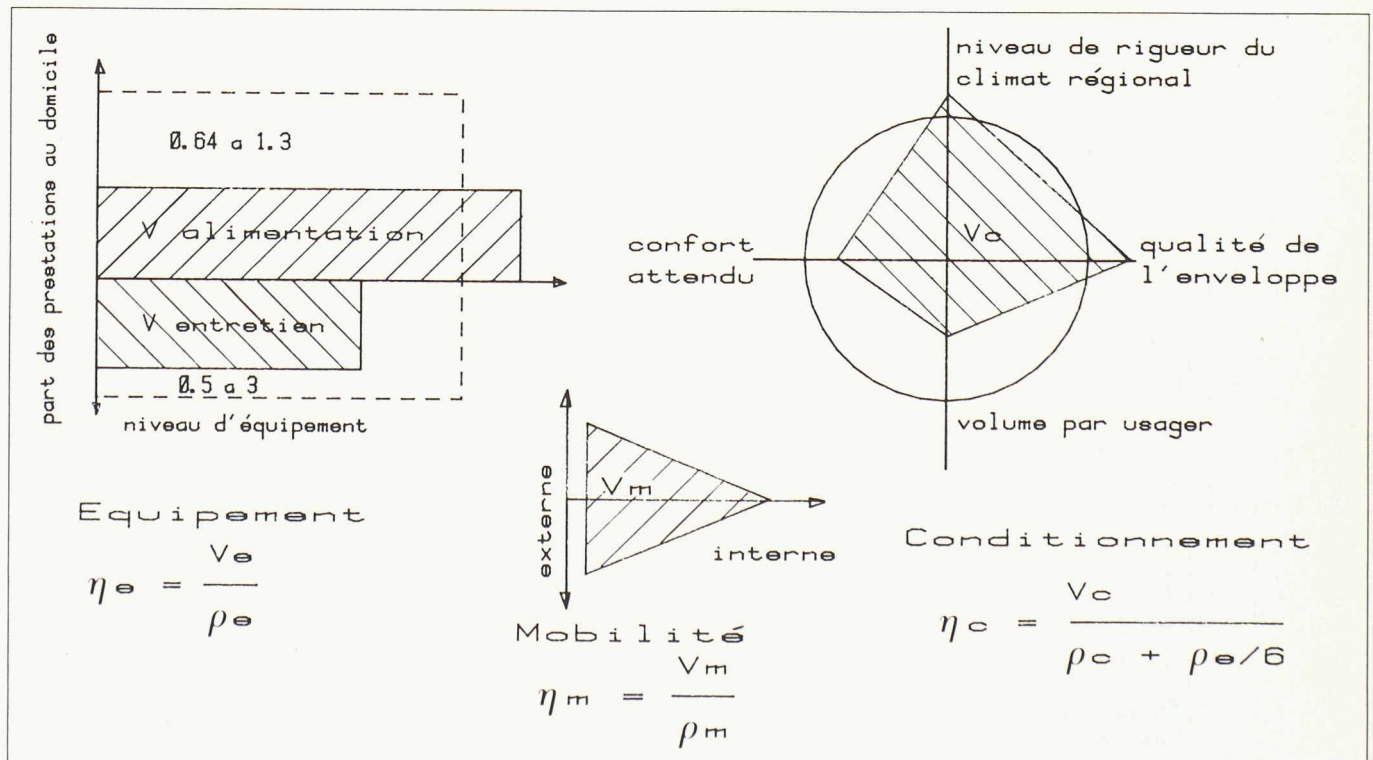


Fig. 6. — Abaque du niveau de prestation d'un bâtiment.

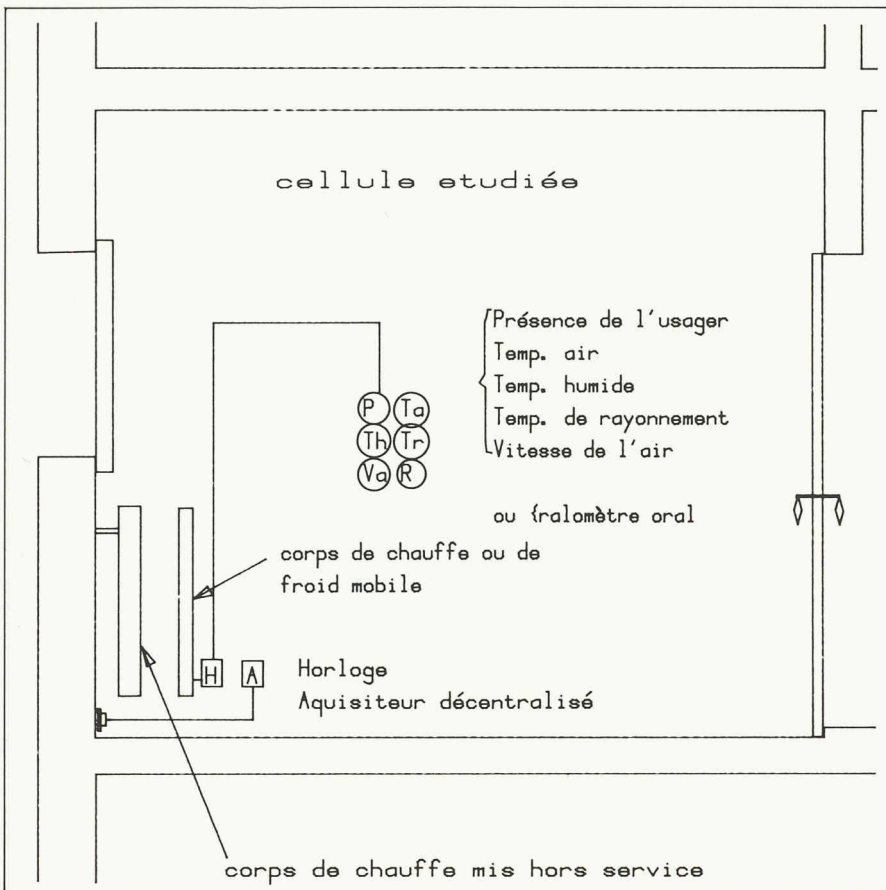


Fig. 7. — Module de mesure de la prestation cellulaire du bâtiment.

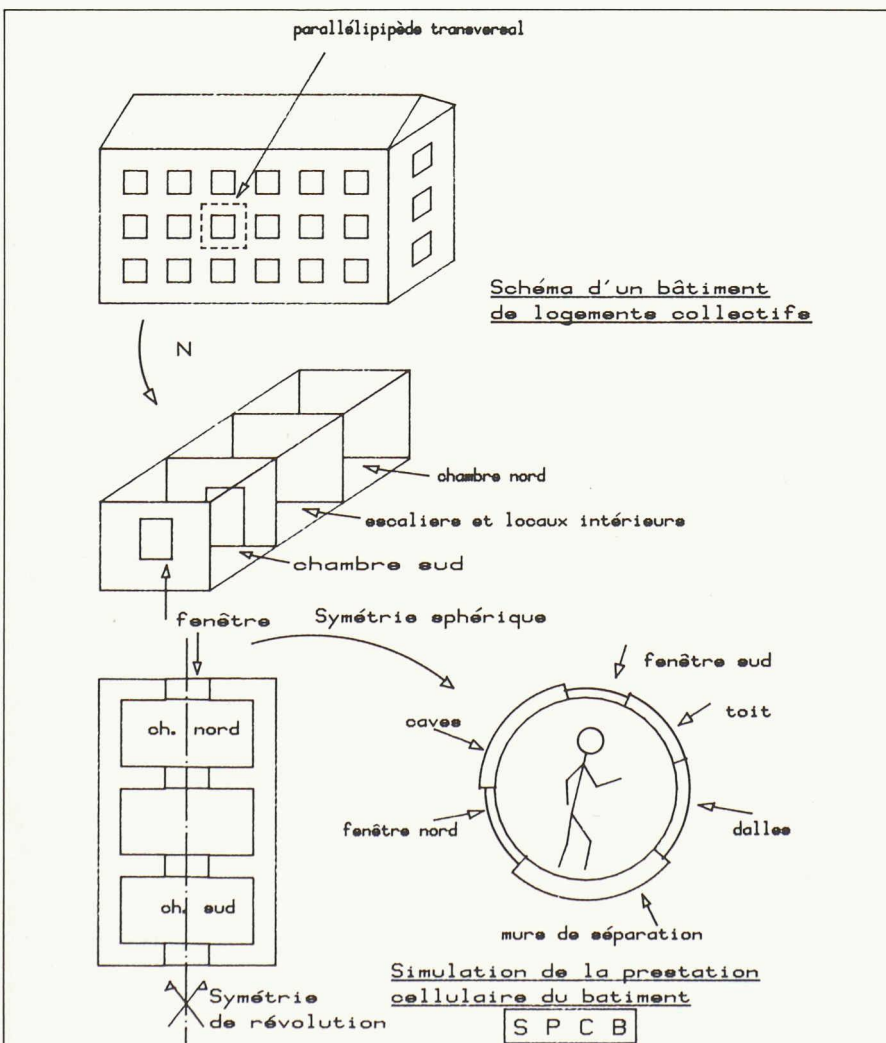


Fig. 8. — Transformation topologique d'un bâtiment-type en cellules sphériques.

— contrôle in situ du comportement du bâtiment.

La méthode de description du niveau de prestation du bâtiment (fig. 6) facilite la comparaison objective de consommations par l'introduction des coefficients de performance de la mobilité, de l'équipement et du conditionnement des locaux.

Le module de mesure de la prestation cellulaire du bâtiment (MPCB) (fig. 7) permet d'établir la signature énergétique [2] de cellules significatives et, pour le niveau de prestation attendu, d'identifier les paramètres à améliorer sans nuire au niveau de confort.

La prise en compte de la statique et dynamique de l'enveloppe, de la température équivalente de confort et des indicateurs directs de prestation exige le développement d'un nouveau type de modèle, le modèle de *simulation de la prestation cellulaire du bâtiment*. La cellule approximée par une sphère de rayon lié au rapport des volumes et des surfaces de murs extérieurs et intérieurs du bâtiment permet, par une transformation topologique (fig. 8), de réaliser un modèle de calcul par éléments finis en régime transitoire utilisable sur un ordinateur de table.

Pour une cellule moyenne ou spécifique, les échanges convectifs, diffusifs et radiatifs par les fenêtres sont influencés par l'usage des volets ou de rideaux. L'inertie des murs internes et extérieurs est prise en compte. Un tel modèle devrait être testé et calibré sur différents cas types, il permettra de préciser les domaines de variation des paramètres décrits au chapitre 3.

Un tel outil permet aussi bien de juger de l'apport d'une mesure d'isolation ou de restauration, de trancher dans un cas de litige sur le niveau de confort des divers appartements d'un bâtiment, ou encore de la contribution des diverses cellules au coût global des procédés énergétiques.

En conclusion, le rapport dont la synthèse est effectuée ici met en évidence les priorités de recherche suivantes:

Bibliographie

- [1] B. SAUGY, D. BONNARD, M. HITZ, *Energy Audit in commercial and residential Buildings*, 2nd Congress on Building Energy Management, Ames, Iowa, USA, June 1983.
- [2] P. FAVRE, CH. TRACHSEL, *La signature énergétique*, EPFL, juillet 1981.
- [3] L. DUBAL, B. SAUGY, *Building rating for Audit*, IEA TASK XI OFEN, déc. 1982, Proc. Iowa, June 1983.
- [4] PAULE REY, *Bases physiologiques du confort thermique*, cours Institut de médecine sociale et préventive, Genève.
- [5] J. MALCHAIRE, *Critères optimaux de ventilation, d'éclairage et de conditions thermiques de l'habitat dans le contexte des économies d'énergie*, OMS, Copenhague, nov. 1982, I CP/BSM 002.

- Contrôle de l'adéquation du concept de prestation et de performances du bâtiment pour réaliser des économies efficaces et durables.
- Etude de la praticabilité des indicateurs directs pour la compréhension de l'interaction usager-bâtiment ou la mesure du confort.
- Développement d'acquisiteurs décentralisés pour la mesure des

consommations et du niveau de prestation.

- Mise au point de module de mesure et du modèle de simulation de la prestation cellulaire du bâtiment.

Enfin, la présente étude permet de penser que la prise en compte du récepteur soit de l'utilisateur et, notamment, de l'ensemble des paramètres de l'équilibre physiologique de l'homme permet de

mieux adapter les bâtiments au confort requis par l'utilisateur et aux variations du prix des agents énergétiques.

Adresse de l'auteur:

Bernard Saugy, Dr ès sc. techn.
ingénieur EPFL/SIA
Bureau de service et d'ingénierie
Maurorget 6, 1003 Lausanne

Industrie et technique

Couplage chaleur-force dans une zone de construction à usage mixte

Un système énergétique combiné inédit a été récemment mis en service dans une zone industrielle et d'habitation à Wädenswil (ZH). Cette installation a été conçue par Sulzer Energie Consulting SA et comporte un système composé d'une turbine hydraulique, d'un générateur, d'une pompe à chaleur et d'une chaudière. Cette installation se distingue par la combinaison des différents composants et la liaison de leurs systèmes de réglage. Elle démontre que des solutions individuelles de systèmes énergétiques sont en mesure d'apporter des économies considérables.

Un lotissement de sept immeubles totalisant 44 appartements a été construit sur l'aire Meierhof à Wädenswil. L'emménagement a débuté en été 1983. Vu que la fabrique de literie et de matelas Schnyder SA (maître de l'ouvrage) est attenante au lotissement précité et que sa chaufferie dispose d'une grande réserve de puissance, on a étudié le raccordement du complexe à la chaufferie de l'usine. L'augmentation ainsi obtenue du taux d'utilisation de la chaudière en a amélioré le rendement.

En outre, il a été possible d'utiliser l'installation hydraulique existante de la Schnyder SA et une nouvelle pompe à chaleur pour le chauffage du lotissement. La turbine hydraulique, qui n'était plus en service depuis les années soixante, a été révisée et est maintenant utilisée pour l'entraînement du générateur et comme source de chaleur pour la pompe à chaleur.

La pompe à chaleur fournit au lotissement et à la fabrique la chaleur nécessaire pendant l'entre-saison, et la chaudière ne doit produire de la chaleur que lorsque la température extérieure est inférieure à environ $+8^{\circ}\text{C}$. La pompe à chaleur a été dimensionnée à quelque 30% de la puissance calorifique pour une température journalière moyenne de -11°C et fournit environ 60% de la chaleur normalement produite à partir de mazout. Elle chauffe en outre pendant toute l'année l'eau chaude sanitaire du lotissement. L'installation de turbine doit autant que possible couvrir les besoins en électricité de la fabrique et de la pompe à chaleur.

Elle a été dimensionnée pour une puissance électrique de 30 kW. Avec la quantité d'eau accumulée dans le réservoir, elle est en service pendant 8 h. par jour et génère ainsi annuellement quelque 87 000 kWh. Pendant les heures avec tarif de jour, l'installation hydraulique est aussi utilisée pour couvrir les pointes de puissance électrique de la fabrique.

Cette combinaison de turbine hydraulique, pompe à chaleur et chaudière permet d'obtenir une grande sécurité d'approvisionnement. La chaudière est en mesure de fournir en tout temps la puissance calorifique nécessaire, même en cas de défaillance de la pompe à chaleur. A l'inverse, la pompe à chaleur évite une chute trop forte de la température ambiante dans les locaux en cas de défaillance de la chaudière.

Si la turbine est utilisée principalement pour l'entraînement de la pompe à chaleur, le bilan énergétique du complexe d'habitation et de la Schnyder SA se présente

très avantageusement. Seulement 40% de la chaleur nécessaire sont couverts par le mazout, 18% le sont par du courant fourni de l'extérieur comme énergie complémentaire pour l'entraînement de la pompe à chaleur. Les 42% restants de la chaleur nécessaire sont ainsi couverts avec de l'énergie produite par Schnyder SA. Si l'électricité est produite essentiellement pendant les heures bénéficiant du tarif de jour, la durée d'amortissement de toute l'installation s'élève à environ 10 ans.

Bibliographie

L'étude des coûts et des prix dans le bâtiment

par C. Pauloz. — Un vol. 15,5 x 23 cm, 248 pages, Editions Eyrolles, Paris 1983. Prix broché: 180 fr.

Parmi les multiples tâches auxquelles doit faire face un entrepreneur, l'étude du prix de revient est une des plus délicates et comporte de nombreux risques. Lorsque la proposition de prix de l'entrepreneur est insuffisante,

l'opération est déficitaire, lorsqu'elle est excessive l'entrepreneur n'obtient pas le marché. Dans un cas comme dans l'autre, l'entreprise court à l'échec.

Pourtant il y a des principes immuables, il y a des méthodes, il y a des moyens permettant de maîtriser les paramètres du prix et de mieux cerner la réalité, c'est pourquoi les auteurs ont voulu réaliser un ouvrage simple et pourtant complet qui permette de dominer les techniques de calcul des prix et de faire les choix d'organisation et de gestion indispensables.

L'ouvrage ne se limite pas à une simple présentation de la structure d'un prix, de techniques de calcul ou de méthodes de gestion, il dénonce de nombreuses inexactitudes, élimine les idées fausses concernant notamment le caractère insurmontable de telle ou telle difficulté, apporte une nécessaire clarification de la terminologie et s'attache à indiquer les techniques usuelles de résolution adaptables à une majorité de cas.

Des exemples aident à la compréhension et à l'illustration des méthodes proposées.

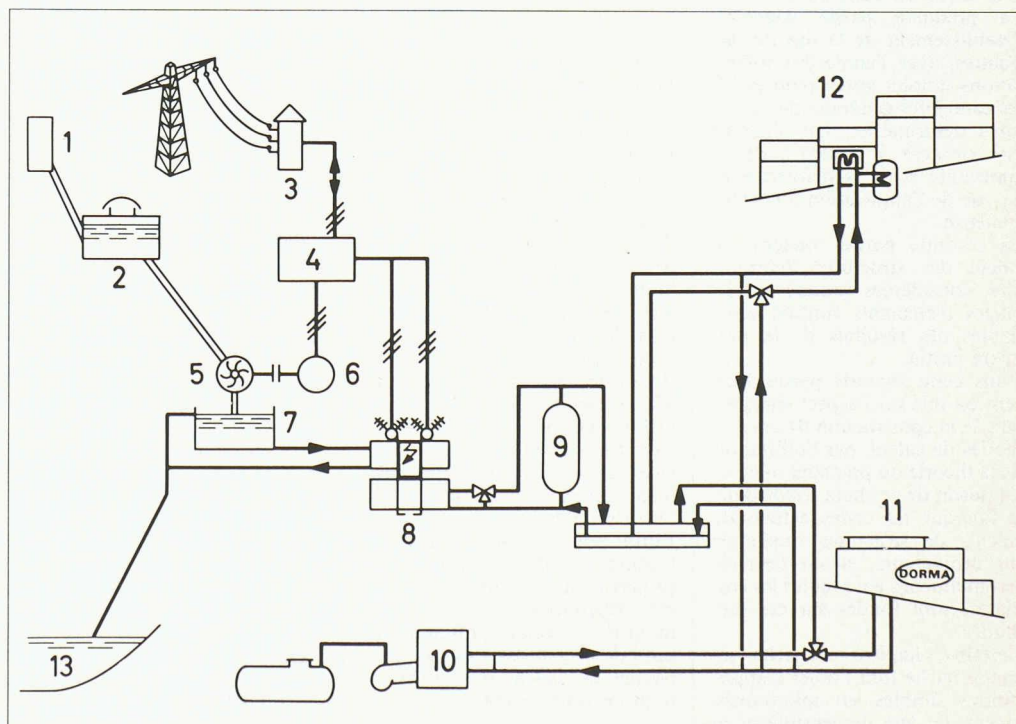


Schéma de principe simplifié de l'installation Meierhof/Schnyder à Wädenswil/Zurich.

- | | |
|--|--|
| 1 Captage d'eau | 8 Pompe à chaleur |
| 2 Réservoir | 9 Accumulateur |
| 3 Poste de transformation | 10 Chaudière |
| 4 Armoire de distribution et de commande | 11 Bâtiment de fabrication Schnyder SA |
| 5 Turbine | 12 Lotissement Meierhof |
| 6 Générateur | 13 Lac de Zurich |
| 7 Bassin de retenue | |