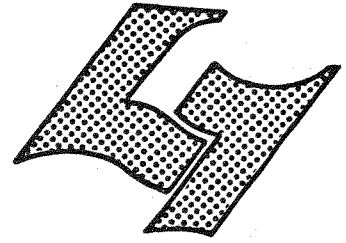


UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON-I  
43, Boulevard du 11 novembre 1918  
69621 VILLEURBANNE



*Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées*

Informations documentaires

- \* [REDACTED]
- \* NOTE DE SYNTHÈSE

REGULATION CLIMATIQUE  
DANS LES LOCAUX  
A USAGE D'HABITATION ET PROFESSIONNEL

**AUTEUR :** LEFORT-BAUDEQUIN DOMINIQUE

**DATE :** JUIN 1982

## S O M M A I R E

---

Avant-propos	p. 1
<u>1ère PARTIE</u>	
BUT ET STRATEGIE DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE	p. 2
<u>2ème PARTIE</u>	
LA REGULATION CLIMATIQUE DANS LES LOCAUX A USAGE D'HABITATION ET PROFESSIONNEL	p. 6
- Introduction	p. 7
- Chapitre 1 : Les grandeurs d'influence	p. 8
- Chapitre 2 : Définition d'un système de régulation	p. 12
- Chapitre 3 : Les principaux types de régulation thermiques	p. 17
- Chapitre 4 : Les matériels classiques	p. 20
- Chapitre 5 : Les techniques récentes	p. 24
- Chapitre 6 : Les systèmes de gestion d'énergie disponibles sur le marché Français	p. 28
- Chapitre 7 : Le marché actuel et les estimations futures	p. 32
- Annexe I : Organismes spécialisés	p. 35
- Annexe II : Règlementation Française	p. 37
<u>3ème PARTIE</u>	
BIBLIOGRAPHIE	p. 39

## AVANT PROPOS

---

Depuis 1973, date du premier choc pétrolier, l'une des grandes orientations de la politique énergétique française est l'économie d'énergie dans le secteur résidentiel et tertiaire qui représente en France près de 40 % de la consommation énergétique globale.

Les Pouvoirs Publics secondés par différents organismes privés ou publics A. E. E., A.N.A.H., A.T.E.E. ... (voir annexe I) ont tout d'abord sensibilisé le public à l'isolation de l'habitat, et des règles ont été édictées pour les constructions nouvelles.

Les efforts, qui ont porté leurs fruits, n'ont été que la première phase d'économie d'énergie.

Aujourd'hui, l'accent est mis sur le chauffage et sa régulation plus complexes que l'amélioration thermique du gros oeuvre des bâtiments.

La réglementation qui stipule que toute installation de chauffage d'une puissance supérieure à 30 kw doit comporter une régulation (voir Annexe II), ainsi que le succès des systèmes de gestion d'énergie au dernier salon Interclima (Novembre 1981) prouvent tout l'intérêt porté à ces techniques au centre des grandes préoccupations industrielles et économiques de la fin de ce siècle. [ 1 ]

### BIBLIOGRAPHIE

---

- [ 1 ] DAUSSY (Robert).- Les Economies d'énergie dans le secteur résidentiel et tertiaire.- Paris la Défense : Isover Saint-Gobain, 1er Octobre 1981, 174 p.

1ère PARTIE

---

BUT ET STRATEGIE

DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

---

BUT ET STRATEGIE  
DE LA RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Le but de cette recherche documentaire, destinée au responsable "produits" d'une Entreprise spécialisée dans la régulation de processus industriels, n'était pas de lui fournir une bibliographie aussi complète que possible sur le sujet, mais plutôt de lui permettre :

- de connaître les techniques particulièrement utilisées dans les secteurs résidentiel et tertiaire ;
- de savoir quelles sont les firmes françaises et étrangères dominant le marché ;
- d'estimer l'état actuel du marché, et ses prévisions futures.

Les deux derniers points exigent nécessairement des informations très récentes.

Pour de multiples raisons particulières à l'Entreprise concernée, cette note de synthèse se limite volontairement à la régulation destinée aux installations fonctionnant à l'aide d'énergies classiques (électricité, fuel, gaz ...). Les procédés de régulation propres aux énergies et techniques nouvelles (énergie solaire, géothermie, pompe à chaleur...) ont donc été écartés, bien qu'ils fassent l'objet actuellement de nombreuses communications.

Cette restriction a souvent été l'objet de "bruit" lors d'interrogations de bases de données.

La recherche documentaire a été effectuée en trois temps :

1<sup>o</sup> - Interrogation de bases de données

Compte tenu des moyens dont nous disposions, trois bases de données bibliographiques ont été sélectionnées :

- . E.D.F. - DOC - Créée par Electricité de France, cette base, mise à jour mensuellement, recense, depuis 1972, des références de documents concernant, entre autres, les applications domestiques de l'énergie.
  
- . PASCAL - Créée par le C. N. R. S., cette base, mise à jour mensuellement, recense depuis 1973 des références de documents concernant, entre autres, la physique, l'électronique, et le génie Electrique.
  
- . COMPENDEX - Créée par Engineering Index Inc., cette base, recense depuis 1969 des références de documents concernant, entre autres, l'électronique, l'électricité, le contrôle, la physique.

L'interrogation de chacune d'entre elles, par l'intermédiaire du Serveur E.S.A. et du langage Quest, a fourni une dizaine de références, et nous a conduit aux constatations suivantes :

- Les communications sur la régulation de température sont très abondantes ; mais lorsque l'on restreint le sujet au domaine concernant le bâtiment, on obtient un nombre de références grandement inférieur. Ceci peut, peut-être, s'expliquer par la prise de conscience récente des gaspillages d'énergie concernant le chauffage des locaux ;
  
- Le "bruit" dû aux références concernant les techniques destinées aux énergies nouvelles (voir ci-dessus) est non négligeable, mais il paraît difficile à éliminer autrement que par une sélection manuelle sur les résumés ;
  
- La difficulté de se procurer tous les documents primaires résultant d'une interrogation "on line" reste, pour le chercheur, un sujet de préoccupation. En effet, certaines références concernant des conférences tenues aux U.S.A. et en AUSTRALIE paraissaient fortement alléchantes. Malheureusement, il nous a été impossible d'obtenir les textes complets de ces communications ;
  
- Il est surprenant de constater qu'aucune référence fournie par ces trois bases ne se recoupe. On peut donc en déduire que dans le cas d'une recherche se voulant le plus exhaustive possible (ce qui n'est pas notre cas) il est impératif d'interroger plusieurs bases de données.

## 2° - Recherche Manuelle

Le succès de l'exposition Interclima qui s'est tenue à Paris en Novembre 1981 a incité la presse technique à publier un nombre abondant d'articles sur le sujet. Un dépouillement manuel de périodiques tels que l'Usine Nouvelle, Electronique Actualités... nous a fourni des informations précieuses concernant les matériels, les fabricants, et le marché.

## 3° - Prise de contact avec des Organismes et des Entreprises

Nous avons contacté par correspondance plusieurs entreprises constructeurs de matériel (HONEYWELL, JAEGER-REGULATION, SOPAC-REGULATION) qui nous ont envoyé fort aimablement les notices techniques concernant leurs produits.

Nous avons également interrogé par téléphone divers organismes publics ou privés tels :

A.E.E. - A.N.A.H. - ASSOCIATION CONFORT-REGULATION - A.T.E.E. - CACIRA -  
C.F.E. - COSTIC - C.S.T.B.

(voir signification des sigles : annexe I).

Cette démarche nous a permis d'obtenir des textes de conférences et des fascicules particulièrement intéressants et non signalés par les bases de données. Il s'agit là, sans doute, de littérature dite "souterraine".

Nous tenons à remercier les Entreprises et les Organismes cités plus haut de leur aimable collaboration.

2ème P A R T I E

---

LA REGULATION CLIMATIQUE

DANS LES LOCAUX

A USAGE D'HABITATION ET PROFESSIONNEL

---



## INTRODUCTION

---

La régulation a pour but de maintenir constante ou de faire varier, selon une loi déterminée, une grandeur physique dans une installation soumise à des perturbations.

Dans l'industrie, la régulation s'applique à de nombreux paramètres : température, pression, débit, pH ... Aussi les techniques de régulation de processus sont-elles déjà pratiquées depuis une vingtaine d'années.

Dans le secteur résidentiel et tertiaire, ces mêmes techniques ont été mises en oeuvre récemment pour la régulation thermique.

Dans ce domaine, on s'est longtemps contenté "d'à peu près", dans la mesure où les installations de chauffage projetées étaient souvent surpuissantes. Des écarts positifs de quelques degrés dans le temps et dans l'espace par rapport à une température intérieure déterminée n'étaient considérés ni comme des signes d'inconfort caractérisé, ni comme des révélateurs de gaspillage.

Mais aujourd'hui, réaliser une régulation entièrement satisfaisante ne relève plus seulement d'une simple technologie permettant de mettre en place, sur un circuit, ou un appareil de chauffage, des matériels plus ou moins élaborés assurant le maintien approximatif d'une température intérieure malgré des conditions extérieures variables. Une telle conception n'autoriserait pas en effet l'obtention d'un degré de finesse de plus en plus recherché.

## CHAPITRE 1

---

### LES GRANDEURS D'INFLUENCE

Tout bâtiment (sinon tout local) est soumis à des échanges thermiques avec l'extérieur et on est amené à définir, pour chacun, une loi de correspondance entre la variation de température extérieure et la variation de la température du fluide chauffant (ou de la puissance appelée de l'installation de chauffage) pour que la température intérieure reste constamment à la valeur désirée.

La température extérieure n'est pas seule en cause, il existe bien d'autres causes de variation. Il est donc nécessaire de tenir compte de toutes ces causes et toute approche sérieuse doit logiquement comporter d'abord un bilan de toutes les causes pouvant modifier le comportement thermique des locaux étudiés et permettre ensuite de préciser l'action relative et réciproque des variables les unes sur les autres.

Ces variables peuvent être classées de plusieurs façons et, en premier lieu, selon le sens dans lequel elles influencent la température intérieure. [2]

#### 1 - LES APPORTS DE CHALEUR

Ils viennent d'abord de l'installation de chauffage elle-même, ensuite de toute autre source (généralement qualifiée de "libre" ou de "gratuite" par rapport à l'installation proprement dite) :

- les occupants (en activité normale, une personne dégage environ 100 kcal/h) ;
- l'éclairage ;
- la cuisine ;
- l'ensoleillement (lorsque la pièce est très vitrée et très ensoleillée environ 400 kcal/h) ;

- le fonctionnement de postes ou machines.

(cette dernière source peut être très importante particulièrement dans des locaux professionnels ou certaines machines irradient une grande quantité de chaleur. Dans le secteur textile par exemple, l'exploitation de cet apport énergétique permet une économie de 13 à 15 % de la consommation totale d'énergie thermique). [ 3 ]

## 2° - LES PERTES DE CHALEUR

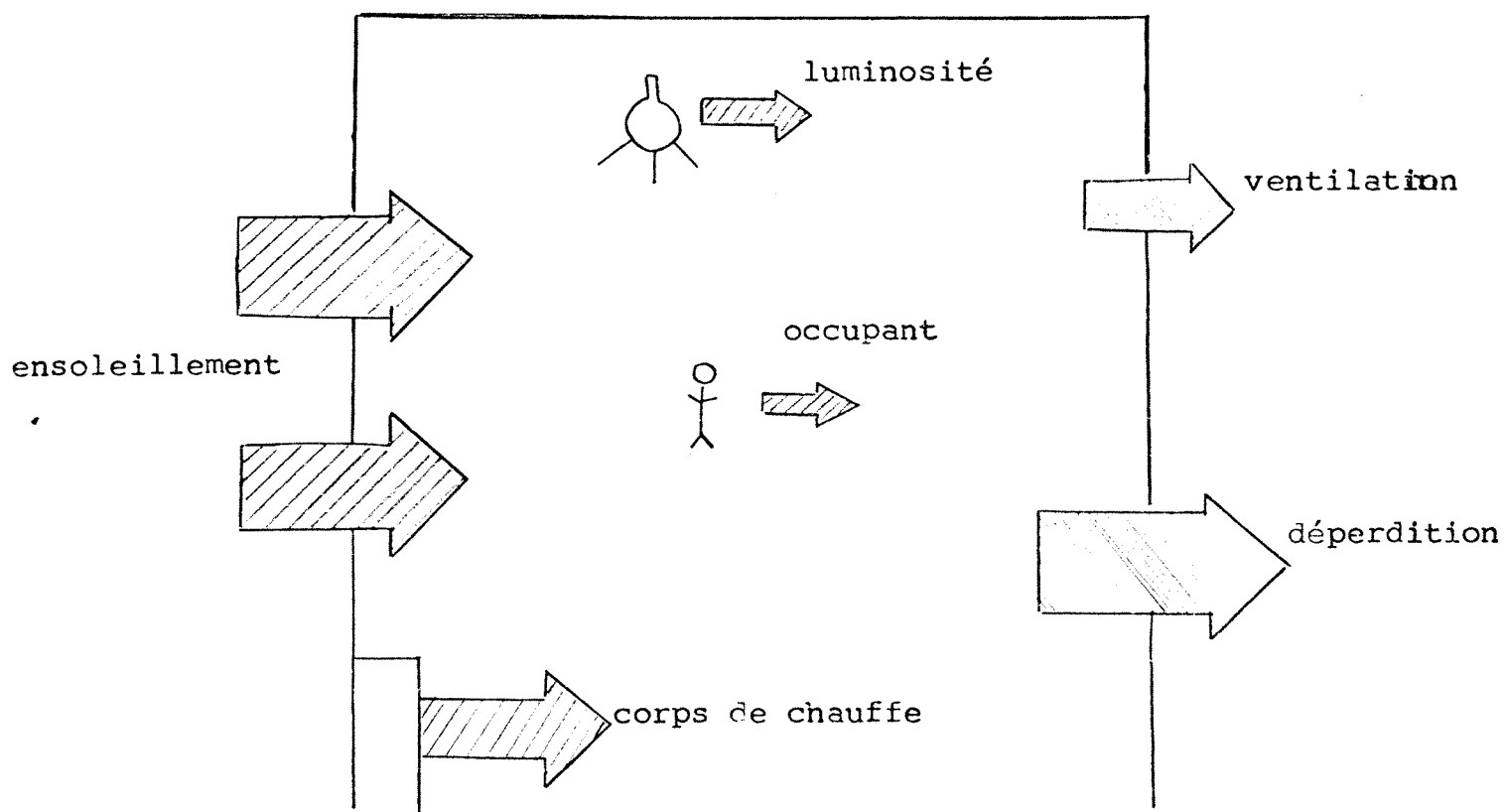
Résultant essentiellement de l'écart entre température intérieure et température sèche extérieure, elles sont aussi sous l'influence :

- du vent qui peut augmenter les coefficients de convection sur les façades et aussi les infiltrations d'air dites "parasites" ;
- de la luminosité qui, dans certains locaux particuliers comme les serres, conditionne les besoins en température ; [ 4 ]
- de l'humidité : pluie, neige... (certaines activités ont des exigences bien particulières d'humidité relative. Par exemple, en filature proprement dite, la température doit être de 24° C et l'humidité relative de 50 % pour le coton, alors que, pour la pure laine peignée, ces valeurs sont respectivement 24° C et 70 %). [ 3 ]

Ces variables peuvent être regroupées en trois catégories :

- variables indépendantes, dont les évolutions restent libres de l'action humaine (humidité ; ensoleillement ...),
- facteurs à régler : variables que nous voulons contraindre de suivre une loi prédéterminée de réglage (température intérieure),
- facteurs de réglage : variables sur lesquelles nous pouvons agir pour augmenter ou diminuer la puissance appelée en vue d'obtenir le réglage du ou des facteurs à régler (installation de chauffage).

Le nombre de variables dont peut dépendre la température intérieure est donc très élevé ; même si l'effet de certaines peut parfois être considéré comme négligeable, il ne le reste pas dans le temps.



l'équilibre thermique d'un bâtiment et de son installation dépend de nombreux paramètres.

BIBLIOGRAPHIE

- [ 2 ] \* SUBRA (Francis).- Notions de base de la régulation automatique.  
In : Les Cahiers de l'ANAH, n° 17, Juin 1981, p. 33-36.
  
- [ 3 ] \* A.E.E.- Economies d'énergie dans l'ennoblissement des textiles.  
Paris : A.E.E., 1981, 48 p.-(Collection : Economies d'énergie).
  
- [ 4 ] \* A.E.E.- Economies d'énergie dans les serres. - Paris : A.E.E.,  
1981, 44 p. - (Collection : Economies d'énergie).

## CHAPITRE 2

---

### DEFINITION D'UN SYSTEME DE REGULATION

Pour résoudre un problème de régulation, il faut faire correspondre à chaque variation des variables indépendantes, des variations des facteurs de réglage telles que le facteur à régler suive la loi que nous voulons lui imposer. Il faut donc :

- détecter les variations des variables indépendantes ;
- définir les variations corrélatives à imposer aux facteurs de réglage (en sens mais aussi en intensité) ;
- être capable d'imposer ces variations corrélatives de facteurs de réglage à l'instant voulu.

C'est le système qui doit savoir s'adapter aux conditions imposées par la nature du bâtiment, par l'expression des lois physiques liant les variables entre elles, et par les possibilités de réglage des facteurs de réglage.

#### 1° - Détection des variations des variables indépendantes

La principale qualité d'une bonne détection est sa rapidité. Tout retard d'information est totalement irrationnel, dès lors que l'on veut rester maître de l'action à entreprendre qui doit être soit immédiate, soit différée avec précision.

Cette nécessité implique au niveau de la détection une sensibilité maximale et une absence d'inertie thermique ou mécanique.

## 2° - Loi de Correspondance des facteurs de réglage

Les lois qui régissent les échanges de chaleur permettent toujours d'établir une liaison entre l'une des variables indépendantes et le facteur de réglage.

Il suffit d'additionner algébriquement les effets de chaque variable indépendante pour obtenir la résultante qui doit commander l'intervention du facteur de réglage.

Plusieurs cas de figure sont à considérer :

### 2.1. - Cas du régime établi à chaque instant

Toute variation d'une variable indépendante se traduit instantanément par une variation du facteur à régler ; cela parce que l'inertie calorifique du bâtiment et celle de l'installation peuvent être considérées comme nulles à chaque instant.

Le facteur de réglage doit instantanément subir une variation convenable correspondant à celle de la variable indépendante. Cela suffit à rétablir instantanément, puisqu'il n'y a pas d'inertie, la valeur de consigne du facteur à régler.

Dans ces conditions, le système de régulation doit détecter immédiatement la variation de toutes les variables indépendantes, en faire la somme algébrique et imposer sans délai la variation corrélative du facteur de réglage. Il doit donc être du type instantané.

Dans la réalité, les inerties ne sont jamais nulles, et le cas général est celui du régime variable avec inerties non négligeables.

### 2.2. - Cas du régime variable

Les relations entre variables indépendantes et facteur de réglage existent toujours, mais il faut introduire dans les calculs l'effet de l'inertie du bâtiment et de l'inertie de l'installation.

La différence de ces deux inerties est un paramètre essentiel à prendre en compte lors du choix du système de régulation automatique de la température intérieure.

Trois éventualités peuvent se présenter :

. Cette différence est positive :

L'inertie du bâtiment est supérieure à celle de l'installation de chauffage (exemple ; bâtiment lourd, béton épais, chauffage par convecteur).

Lorsqu'une perturbation extérieure se produit, il faut agir sur le facteur de réglage avec un retard égal à cette différence.

Le système de régulation doit être conçu pour apporter ce décalage : la détection reste immédiate, la corrélation devient différée. Le régulateur doit être du type à action retardée.

. Cette différence est nulle :

Les inerties sont égales (exemple : bâtiment léger, larges vitres, chauffage par air chaud : convecteurs ou radiateurs acier).

Le régulateur doit être du type instantané puisqu'une variation du facteur de réglage mettra pour faire son effet le même temps que mettrait la variation des conditions extérieures qui l'a commandée.

. Cette différence est négative :

L'inertie du bâtiment est plus faible que celle du chauffage (exemple : bâtiment léger équipé d'une installation "lourde" à eau chaude).

Ici, la variation du facteur de réglage doit précéder la variation de la variable indépendante. Cette exigence paraît difficile à obtenir ; mais heureusement, on peut, dans une certaine mesure, prévoir les variations de certaines variables indépendantes (température extérieure).

En pratique, cela revient le plus souvent à agir sur le facteur de réglage, à la fois de la température extérieure réelle et de la vitesse de sa variation.

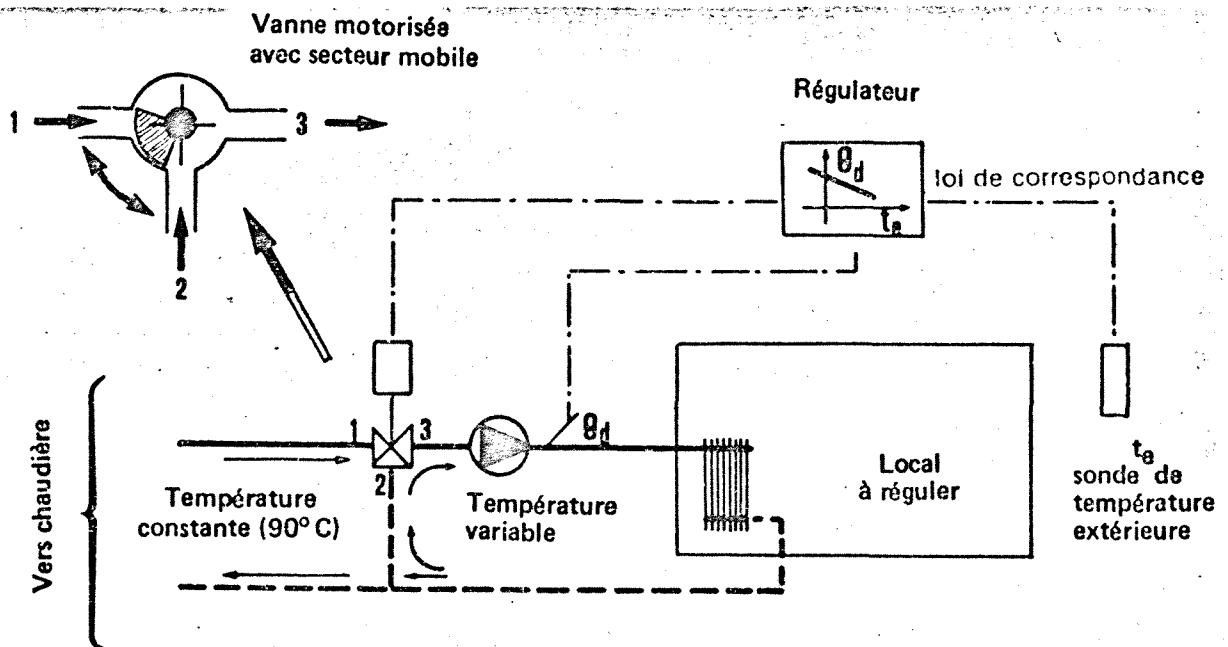


Cette pratique n'est pas exempte d'erreur dans l'appréciation de la température probable, mais la détection étant continue, la correction l'est également et la courbe obtenue est, en définitive, très proche de la courbe réelle.

Le système de régulation doit donc être capable de détecter la valeur instantanée de la température extérieure en même temps que sa dérivée et d'établir une corrélation immédiate entre cette variation et le facteur de réglage. Il est du type "à dérivée". (ou à tendance).

Il existe également un 4ème type de régulation : le régulateur à courbe de puissance. Celui-ci travaille en instantané sur des paramètres virtuels (définis à partir des paramètres réels en fonction des caractéristiques du bâtiment, de l'installation de chauffage, et du programme fixé pour la température intérieure).

### Régulation en fonction des conditions extérieures.



3° - L'action sur le facteur de réglage

Détection et corrélation étant correctement effectuées, il reste au système à agir sur l'organe de réglage capable d'imposer au facteur de réglage la variation voulue (en sens et en intensité).

Le fonctionnement de l'organe de réglage conduit à distinguer deux types de systèmes :

- ceux qui agissent au moyen d'organes "tout ou rien",
- ceux qui agissent au moyen d'organes progressifs.

La régulation est dite alors de type proportionnelle. [ 5 ]

BIBLIOGRAPHIE

- [ 5 ] \* SUBRA (Francis). - Notions de base de la régulation automatique.  
In : Les Cahiers de l'ANAH, n° 17, juin 1981, p. 33-36.

### CHAPITRE 3

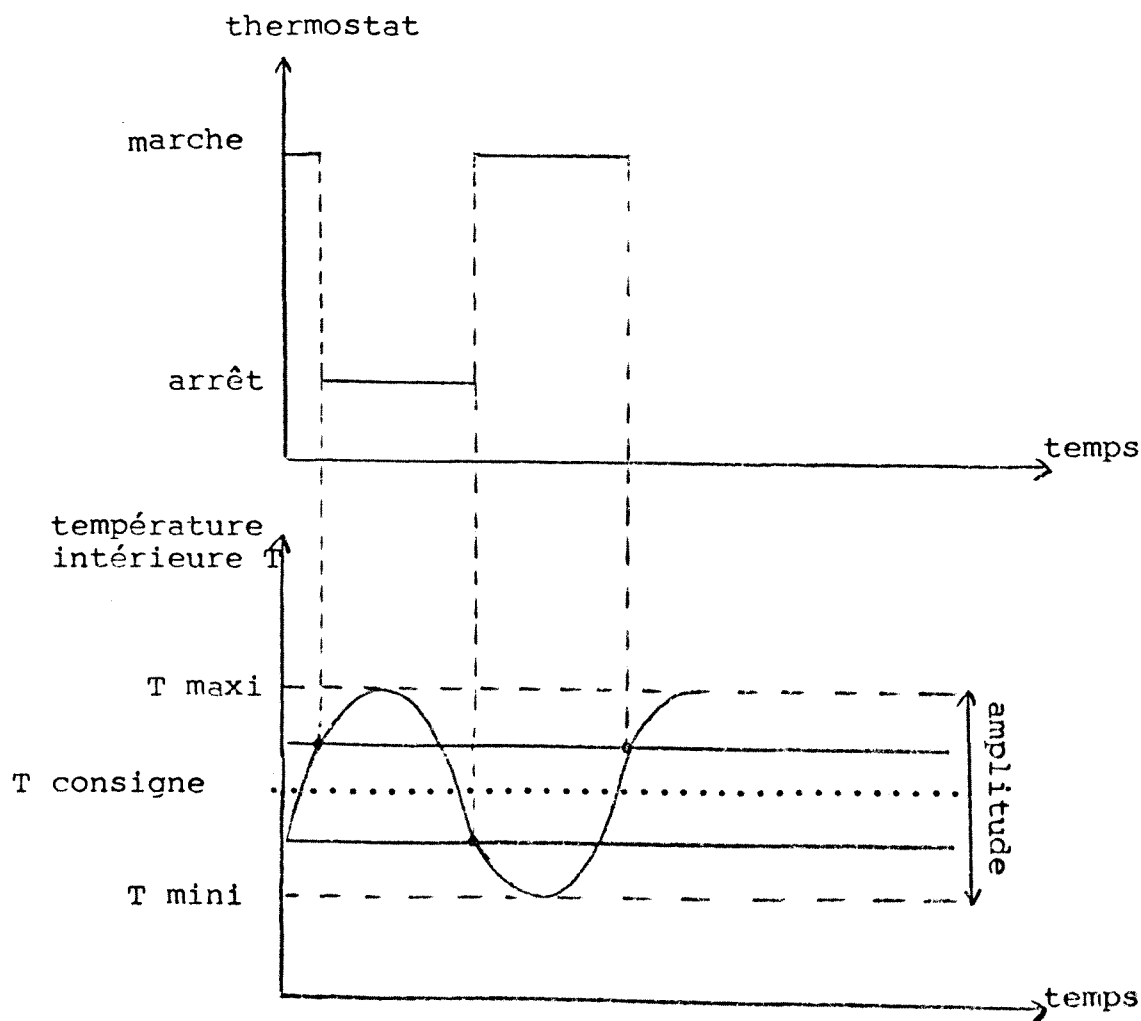
#### LES PRINCIPAUX TYPES DE REGULATION THERMIQUE

##### 1° - Régulation tout ou rien

L'organe de réglage ne peut occuper que deux positions extrêmes : ouverte ou fermée.

Ce système de régulation se compose habituellement de :

- une horloge qui permet de fixer une température de jour et une température de nuit,
- un thermostat à deux températures de consigne qui fixe une température minimale (celle qui déclenche le chauffage) et une température maximale (celle où le thermostat stoppe le chauffage).



Cette régulation peut apporter jusqu'à 10 % d'économie par rapport à un réglage manuel. Cependant elle est de moins en moins utilisée car peu satisfaisante. En effet, les fortes oscillations de la température intérieure atteignent des limites peu acceptables du point de vue confort.

Elle peut toutefois convenir lorsque l'inertie totale (bâtiment + installation) est faible et lorsque la vitesse d'action est supérieure à la vitesse de variation des variables indépendantes et du facteur de réglage. [ 6 ]

## 2° - Régulation progressive

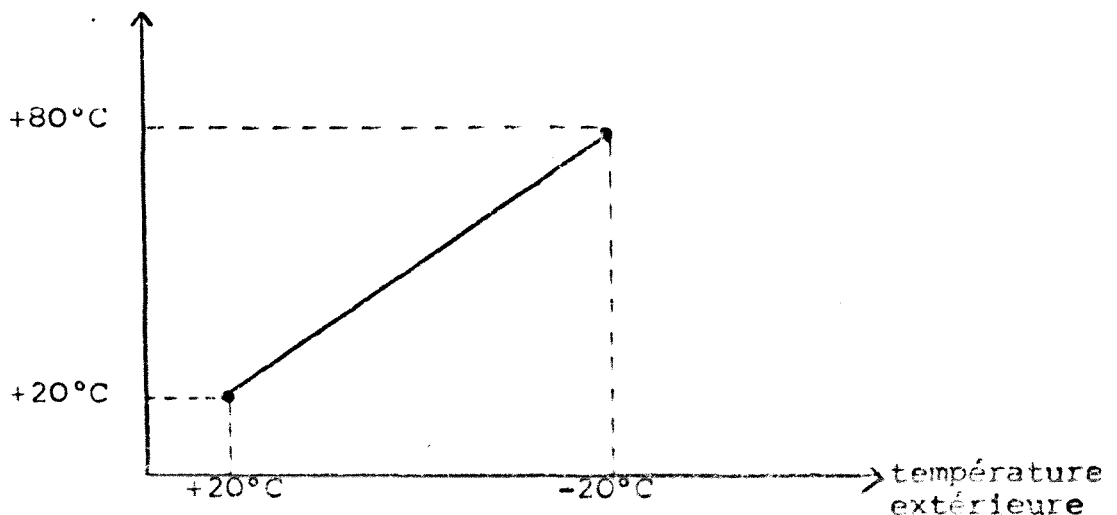
Une installation de ce type comporte en général des sondes reliées à une armoire de commande qui contrôle l'ensemble du système de chauffage.

Ces sondes sont des détecteurs qui, chacun placé dans un endroit précis, captent une information (température, humidité...) et la transmettent sous forme de signal électrique à l'armoire de régulation.

Les sondes doivent permettre de répondre rapidement aux écarts de température ; pour cela; elles doivent être judicieusement localisées. [ 7 ]

L'organe de réglage doit être à vitesse variable (en fonction de la vitesse de variation du facteur de réglage) et à compensation automatique d'inertie (en fonction de la vitesse de réponse de l'installation).

température  
à la sortie  
de la chaudière



Ce type de régulation est fréquemment utilisé :

- il "corrige" au moment où la perturbation extérieure se produit ,
- il "anticipe", c'est-à-dire qu'il agit sans attendre la réaction du local.

Cette régulation peut permettre jusqu'à 20 % d'économie d'énergie par rapport à une installation "tout ou rien".

Elle est indispensable lorsque l'inertie totale (bâtiment + installation) est forte, et lorsque les apports gratuits ou pertes sont grands. [ 8 ]

#### BIBLIOGRAPHIE

- [ 6 ] \* JULIEN ET MEGE. - Miniguide de la régulation. - Lyon : Julien et Mège, 1975, 60 p.
- [ 7 ] \* SUBRA (Francis). - Notions de base de la régulation automatique. In : les Cahiers de l'ANAH, n° 17, Juin 1981, p. 33-36
- [ 8 ] \* A.E.E. - Economie d'énergie dans les serres. - Paris : A.E.E. - 1981, 44 p. - (Collection : Economie d'énergie).

## CHAPITRE 4

---

### LES MATERIELS CLASSIQUES

#### 1° - Les Horloges

Elles permettent de programmer une température diurne et une température nocturne. Elles peuvent être à programmation journalière, hebdomadaire, ou annuelle.

Les principaux constructeurs sont :

DANFOSS - ELESTA - HONEYWELL - JAEGER REGULATION - LANDIS & GYR -  
SAMSON REGULATION - SAUTER - [ 9 ] - [ 10 ] - [ 11 ] -

#### 2° - Les thermostats électromécaniques

Ils sont constitués ;

- d'un organe thermosensible (bilame, thermistance, sonde à résistance
- d'un dispositif d'affichage de la température de consigne ;
- d'un dispositif de coupure de l'alimentation en énergie.

Les principaux constructeurs sont :

DANFOSS - ELESTA - HONEYWELL - JAEGER REGULATION - LANDIS & GYR -  
SAMSON REGULATION - SATCHWELL - SAUTER - SAUNIER DUVAL -  
[ 9 ] - [ 10 ] - [ 11 ] - [ 12 ]

### 3° - Les robinets thermostatiques

Ils se montent sur les radiateurs à la place des robinets habituels. Un bouton de commande permet d'afficher la température ambiante choisie.

L'élément sensible incorporé règle le débit d'eau dans le radiateur en fonction de la température affichée.

L'utilisation de tels appareils se révèle particulièrement utile dans les locaux soumis à de forts apports gratuits ou à d'importantes pertes anormales (salle de réunion, cuisine...).

Les principaux constructeurs sont :

BROSSETTE - DANFOSS - FLONIC SCHLUMBERGER - HONEYWELL - JAEGER REGULATIO  
LANDIS & GYR - PONT A MOUSSON - PORCHER - [ 9 ] - [ 11 ] - [ 13 ] -

### 4° - Les Thermostats électroniques

Ils comprennent :

- un organe thermosensible appelé "capteur" ;
- un régulateur à action proportionnelle ;
- un circuit de puissance à base de semiconducteurs.

Les principaux constructeurs sont :

DANFOSS  
ELESTRA (Thermesta, climesta),  
HONEYWELL  
JAEGER REGULATION (Rythmo, Maestro, Staccato),  
LANDIS & GYR (Ambigyr),  
SAUNIER DUVAL  
SAMSON REGULATION  
STACHWELL  
SAUTER

[ 9 ] - [ 10 ] - [ 11 ] - [ 12 ]

### 5° - Les programmeurs

Ils ont pour fonction d'autoriser ou d'interdire le fonctionnement des diverses charges (chauffage, éclairage, ventilation...) en fonction des conditions d'exploitation, des règles tarifaires (E.D.F.), et des conditions externes.

Leur rôle est d'éviter les fonctionnements aberrants et de limiter les pertes d'attente grâce à une logique de fonctionnement bien étudiée.

La gamme des appareils disponibles sur le marché est très vaste ; elle va du simple interrupteur horaire (HAGER) aux systèmes très sophistiqués qui permettent l'exécution rigoureuse et le contrôle de programmations annuelles (TELEMECANIQUE [15], HONEYWELL [16] ).

Les principaux constructeurs sont :

CEM (Modutherm) [14]  
CHAPPEE  
ELESTA (Digitesta)  
FLASH (Senatron) [15]  
HAGER  
HONEYWELL (Microni k) [16]  
JAEGER REGULATION (Concerto)  
LANDIS & GYR (Visonik) [18]  
SAUTER (Mémotime, Ecos)  
TELEMECANIQUE (Optidis) [15] - [18]  
[10] - [11] - [12] - [17] -



BIBLIOGRAPHIE

-----

- [ 9 ] \* SAMMAN (G.). - Régulation de la température et comptage de la chaleur. - Paris : I.F.C.E., Septembre 1975, 28 p.
- [10] \* A.T.E.E. - Guide des composants de régulation utilisés pour le chauffage des locaux. - Paris : A.T.E.E., 1980, 22 p.
- [11] \* Répertoire des fournisseurs Chaud-Froid-Plomberie. - 33e éd. - Paris : Les Editions Parisiennes, 1981, 369 p.
- [12] \* Le Chauffage électrique intégré dans l'habitation neuve en 1978 - Historique et tendance. Versailles, journées d'études des 7 et 8 Décembre 1978. - Paris : C.F.E., 1978, 35 p.
- [13] \* JULIEN ET MEGE. - Miniguide de la régulation. - Lyon : Julien et Mege, 1975, 60 p.
- [14] \* BUFFAT (G.). - Economie d'énergie et amélioration du confort des immeubles : Le Modutherm. In : Techniques CEM, n° 100 - 101, Décembre 1977, p. 2-10.
- [15] \* Batimat et Interclima - Responsables des pertes et aussi du manque à gagner : les énergies... In : Bureaux de France, n° 170, Janv. Février 1982, p. 103 - 104.
- [16] \* HONEYWELL. - Microni k 100. - Bois d'Arcy : Sté Honeywell
- [17] \* Economie de puissance et d'énergie : l'apport des automatisme dans l'habitat et le tertiaire. - Versailles, journées d'étud des 6 et 7 Décembre 1979. - Paris : C.F.E., 1979, 28 p.
- [18] \* La Régulation et la programmation dans le tertiaire. - Versailles, journées d'études des 4 et 5 Décembre 1980. - Paris : C.F.E., 1980, 40 p.

## CHAPITRE 5

### LES TECHNIQUES RECENTES

Les progrès récents de la microélectronique, et l'arrivée sur le marché de micro-ordinateurs intégrés, de microprocesseurs et de convertisseurs analogiques numériques à des prix très bas ont permis le développement de véritables "systèmes de gestion d'énergie".

Ces systèmes, comportant des microprocesseurs, prennent en charge, centralisent, coordonnent et harmonisent différentes fonctions :

- régulation,
- programmation,
- délestage,
- optimisation,
- limitation d'énergie.

#### 1° - Fonction Régulation

Les températures de chaque pièce (ou groupe de pièces) sont mesurées en permanence et comparées aux consignes, afin de commander des relais sur les circuits de chauffage. On s'affranchit ainsi de la présence des thermostats. [19] - [21] - [22] -

#### 2° - Fonction Programmation

La programmation automatique est un moyen de réaliser des économies d'énergie dans le cas d'utilisation intermittentes et répétitives. En effet, certains locaux n'ont pas une occupation continue (bureaux, écoles, locaux commerciaux et même logements).

Il est donc intéressant d'envisager de programmer, pièce par pièce, pour chaque heure, la température désirée, l'aération, l'humidification, l'éclairage etc.

Cependant, les modifications des programmes doivent être suffisamment simples et accessibles pour permettre à l'utilisateur de parfaire, à l'usage, le fonctionnement du dispositif. [19] - [20] - [21] - [22] - [23] .

### 3° - Fonction Délestage

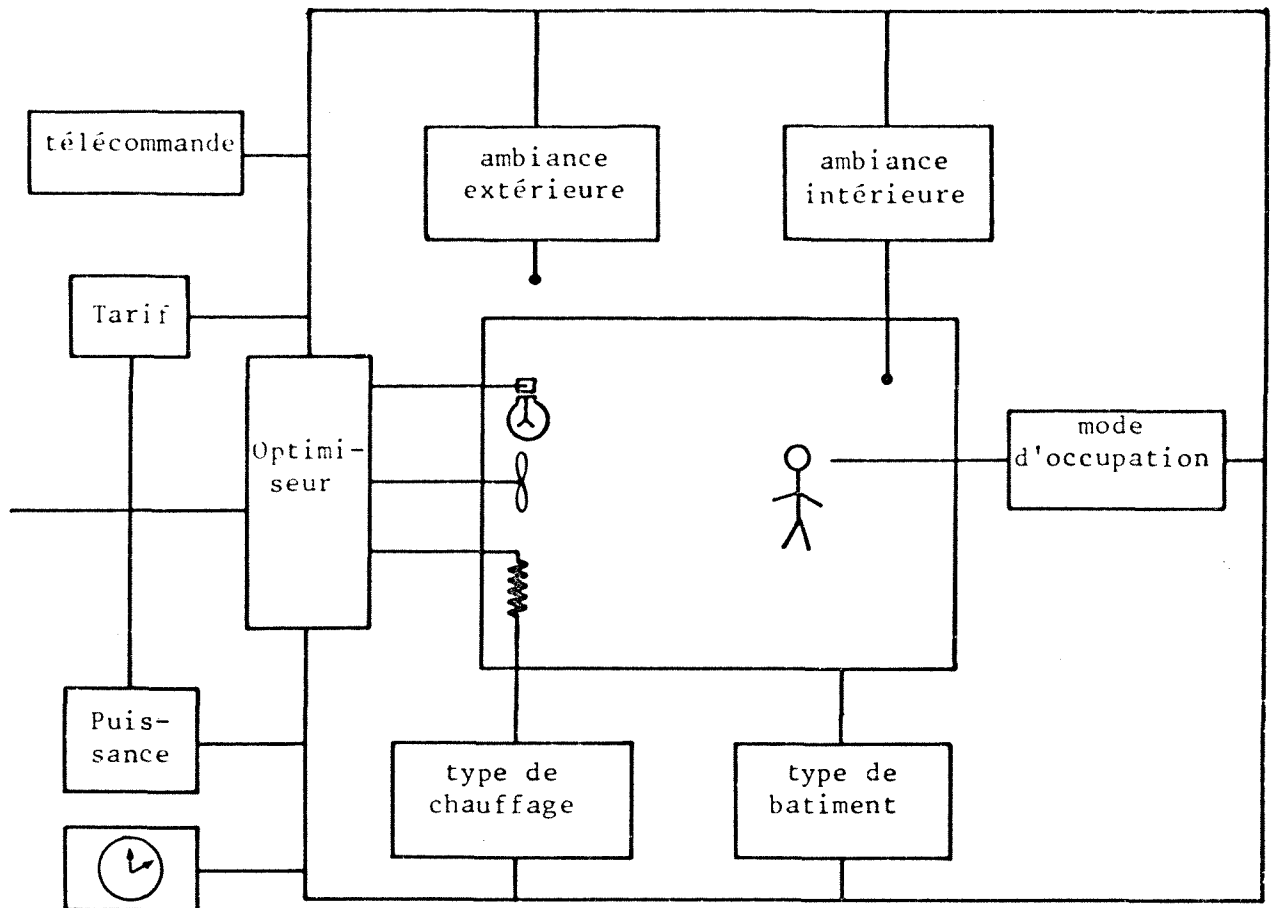
Un système de délestage a pour but de limiter la puissance appelée lors d'une simultanéité de fonctionnement d'un trop grand nombre d'appareils. On met alors à profit, en général, les capacités de stockage thermique pour différer dans le temps le fonctionnement d'usages considérés comme non prioritaires. Seuls sont délestables certains postes consommateurs d'énergie pour lesquels des interruptions de fonctionnement ne nuisent pas à l'exploitation : chauffage, ventilation, climatisation.

Le délestage entraîne donc des économies de puissance à distribuer. Pour le consommateur, il se traduit par des économies financières de l'ordre de 15 à 20 %. [19] - [22] -.

### 4° - Fonction Optimisation

La gestion idéale d'une installation passe par la prise en compte d'informations nombreuses liées au bâtiment : sa structure (isolation, inertie), ses équipements internes (centralisés ou décentralisés), sa situation (météorologie) son mode d'utilisation (permanent ou intermitte son alimentation en énergie (structure tarifaire...).

Le système permettant de réaliser cette gestion idéale est appelé "optimiseur". Ce terme signifie qu'une décision n'est pas prise arbitrairement, mais qu'elle résulte d'un calcul s'appuyant fréquemment sur le maximum de critères pris en compte en support informatique. [19] - [21] - [22] -.



### 5° - Fonction Limitation d'énergie

Afin d'éliminer les gaspillages par négligence (fenêtres ouvertes...) il est souhaitable d'installer des systèmes limitant la consommation de chauffage en fonction de la température extérieure. Chaque utilisateur a de ce fait, la liberté de moduler son chauffage, mais sans dépasser une certaine limite.

Cependant, limitation d'énergie et programmation sont difficilement compatibles car lors de la remise en régime, il faut pouvoir disposer de la puissance maximale. Il est donc indispensable de prévoir une dérogation au limiteur d'énergie, si on fait de la programmation. [22]

Certains systèmes centralisés permettent à l'exploitant de disposer d'informations précises décrivant les évolutions du fonctionnement de l'installation.

Ces systèmes sont en mesure de :

- visualiser en permanence les autorisations ou interdictions de fonctionnement transmises aux différentes charges ;
- fournir des comptes rendus périodiques qui indiquent l'état des charges, la consommation totale, les éventuelles décisions de délestage...

Cela permet à l'utilisateur d'analyser les évolutions de la consommation, d'étudier les possibilités de diminution de la puissance souscrite, d'envisager des modifications de la programmation horaire... [21] -

Indépendamment de l'aspect énergétique, certains systèmes d'une capacité suffisante permettent de gérer des fonctions liées à la sécurité et à la vie du bâtiment (sécurité incendie, protection antivol, détection de défauts...).

#### BIBLIOGRAPHIE

-----

- [19] \* BASSET (J.J.) et LEBRUN (M.H.). - Surisolation, inertie thermique, programmation, utilisation des microprocesseurs . - Versailles, journées d'études des 7 et 8 Décembre 1978. - Paris : C.F.E., 1978, 16 p.
- [20] \* Le Chauffage électrique intégré dans l'habitation neuve en 1978. Historique et tendances. Versailles, journées d'études des 7 et 8 Décembre 1978. - Paris : C.F.E., 1978, 35 p.
- [21] \* Economie de puissance et d'énergie : l'apport des automatismes dans l'habitat et le tertiaire. Versailles, journées d'études des 6 et 7 Décembre 1979. - Paris : C.F.E., 1979, 28 p.
- [22] \* La Régulation et la programmation dans le tertiaire. Versailles: journées d'études des 4 et 5 Décembre 1980. - Paris : C.F.E., 1980, 40 p.
- [23] \* LATINO (C.D.), Mc DONALD (R.M.), Mc KINLEY (H.J.). - A Micro - processor - based environmental Control System for an industrial building. Energy 78 I.E.E.E. Reg. 5, Annu. Conf., Tulsa, Okla., 16 - 18 Avril 1978. - New York : I.E.E.E. (Cat n 78 CH 1283-1 Reg. 5), 1978, p. 193 - 196.

## CHAPITRE 6

---

### LES SYSTEMES DE GESTION D'ENERGIE DISPONIBLES SUR LE MARCHE FRANCAIS

---

Le salon Interclima qui s'est tenu à Paris en Novembre 1981 a permis de constater les efforts des constructeurs en matière d'innovation dans ce domaine.

\* C.E.M. (Compagnie Electro Mécanique)

propose un micro-calculateur pour la gestion de grosses installations de chauffage, le GESTHERM. [24]

\* CLEMESSY

présente un système modulaire à microprocesseur : le SYNERG.

Ce système est d'une utilisation simple car les commandes se font par l'intermédiaire d'un clavier type machine à écrire, et peuvent être modifiées à volonté par l'utilisateur pour adapter le système aux exigences de l'installation. Outre les fonctions classiques d'un tel système (régulation, programmation...) le SYNERG fournit des comptes rendus périodiques. [25]

\* DÄTWYLER

société Suisse ayant mis au point un système à microprocesseur : le DIGITHERM. Ce système procède à des mesures, calcule la quantité d'énergie nécessaire en fonction des murs extérieurs et détermine aussi les caractéristiques de chauffage et de refroidissement du bâtiment en tenant compte de la présence ou non de volets, de la structure du plancher etc. [26]

\* ENERTEC SCHLUMBERGER

Propose le DELESTEC qui permet d'assurer un double contrôle :

- il empêche les dépassements de puissance en provoquant des ordres de délestage ;
- il permet, grâce à ses réglages par roues codées, d'atteindre les valeurs optimales de fonctionnement et de déterminer le contrat le mieux adapté. [25]

\* HONEYWELL

dont le groupe "CONTROL SYSTEMS" a développé trois systèmes :

- le DELTA 1000 : Système de gestion centralisée d'énergie ; [27]
- le W 7000 : dispositif à micro processeur destiné à la gestion de l'énergie électrique consommée dans les bâtiments tertiaires et industriels jusqu'à 10 000 m<sup>2</sup>. Ce système peut gérer jusqu'à 20 charges électriques telles que : ventilation, générateur d'air chaud, groupes de froid... Un module optionnel permet un raccordement à distance à une imprimante afin de centraliser les consommations mesurées ; [28]
- le MICRONIK 100 : optimiseur à microprocesseur dont les possibilités les plus notables sont l'ajustement automatique de la courbe de chauffage en fonction de tous les paramètres thermiques intérieurs et extérieurs du bâtiment et la programmation annuelle ; [29].

\* JAEGER REGULATION

Dispose déjà d'une large gamme de produits. Néanmoins, cette Société présente le MICRO-PROCESS ; programmeur régulateur 4 zones. [30]

\* JEL

Cette entreprise britannique propose le JEL STAR ; système modulaire qui, outre la régulation et la programmation, prend en charge l'éclairage, la détection d'incendie, et le contrôle d'accès. [31]

\* LANDIS & GYR

Propose deux systèmes :

- . le VISONIK : véritable système de supervision dont les programmes du calculateur permettent une coordination des diverses installations placées dans un bâtiment. Ces programmes autorisent donc une optimisation des coûts d'exploitation (coûts énergétiques) à l'aide de combinaisons arithmétiques et logiques des grandeurs d'état du bâtiment (températures, humidités, vitesses...) et des valeurs introduites (limites de rendement, de gré d'efficacité maximum...). [25]
  
- . le MICROMISEUR OSC 8 : appareil d'optimisation auto-adaptatif équipé d'un micro-processeur, qui utilise l'inertie thermique du bâtiment jusqu'à la limite du non chauffage. [32] - [33]

\* TELEMECANIQUE

A développé le système OPTIDIS qui est un système de programmation et de contrôle permettant, sans intervention humaine, l'exécution rigoureuse des programmes affichés pour une période donnée, et leur répartition de semaine en semaine. [25]



BIBLIOGRAPHIE

- 
- [24] \* A Interclima, la gestion d'énergie au centre des préoccupations françaises. In : Electronique Actualités, n° 653, 20 Novembre 1981, p. 3.
- [25] \* La Régulation et la programmation dans le tertiaire. Versailles: journées d'études des 4 et 5 Décembre 1980. - Paris : C. F. E. 1980. - 40 p.
- [26] \* HOORNE FRENE (D.). - Die Entwicklung, die Erprobung und die praktischen Erfahrungen mit Digitherm Mikro-prozessor gestener Heizungsregulierungen. UIE 9, Cannes, 20-24 Octobre 1980. - Paris : C.F.E., 1980, 11 p.
- [27] \* OLANIE (M.). - Avec ses systèmes de régulation pour l'industrie l'habitat et le tertiaire : HONEYWELL prouve les économies d'énergie. In : Electronique Actualités, n° 650 30 Octobre 1980 p. 2.
- [28] \* Système de gestion d'énergie électrique dans les bâtiments. In : Mesures - Régulation - Automatismes, n° 2, Février 1982, p. 93.
- [29] \* HONEYWELL. - Micronik 100. - Bois d'Arcy : Sté Honeywell.
- [30] \* Un Grand pôle français en régulation thermique. In : Composan Juil - Août 1981, p. 16.
- [31] \* Interclima : davantage d'équipements pour l'industrie. In : L'Usine nouvelle, n° 50, 10 Décembre 1981, p. 135 - 138.
- [32] \* MARTIN (Lucien). - La Régulation intègre l'inertie thermique. In : Industries & Techniques, n° 474, 10 Février 1982, p. 81-82
- [33] \* Répertoire des fournisseurs Chaud - Froid - Plomberie. - 33e éd. - Paris : Les Editions Parisiennes, 1981, 369 p.

## CHAPITRE 7

### LE MARCHE ACTUEL ET LES ESTIMATIONS FUTURES

Divers spécialistes s'accordent pour affirmer qu'un système combinant régulation et programmes d'optimisation associé à une installation de chauffage, permet des économies d'énergie primaire de l'ordre de 8 % pour le secteur "Résidentiel", et de 35 à 40 % pour le secteur Tertiaire. Cette économie chiffrée à 14 milliards de francs par an fait que la gestion d'énergie est devenue une industrie à part entière, appelée à devenir un marché porteur important pour l'électronique. [34]

#### 1° - Etat actuel du marché

Le marché français, soit 1 milliard de francs en 1981, est encore couvert à 80 % par des firmes étrangères où dominent : HONEYWELL, AEG TELEFUNKEN, DANFOSS, JOHNSON, LANDIS & GYR. [35]

Cependant, une réaction nationale se fait jour avec l'apparition du pôle industriel : JAEGER-REGULATION et la naissance de nombreuses P.M.E. spécialisées : SAMSON, ECM, DELTA DORE, FABREC, EUROJAUGE... [36]

On distingue deux types de marchés pour l'électronique ;

- celui des dispositifs intégrés, contrôlé pour l'essentiel par les fabricants de matériels de chauffage. On peut penser que, de même, les fabricants de chaudières auront tendance à intégrer à leurs modèles une électronique de régulation, soit en faisant appel à la sous-traitance, soit en mettant sur pied leur propre unité de production (comme CHAPEE, par exemple) ;
- celui des produits adaptables aux installations existantes. C'est dans ce domaine "Grand Public" que les constructeurs font aujourd'hui porter leurs efforts.

Pendant plusieurs années encore, ce commerce dit de "deuxième monte" devrait représenter le plus gros des ventes. [36]

Actuellement, environ 10 % seulement des logements individuels disposent d'une régulation de chauffage central. Le potentiel qui s'offre aux constructeurs de systèmes électroniques est donc considérable.

Cependant, le développement de l'électronique domestique se heurte à deux obstacles ;

- le coût : en France, les prix sont environ le double de ceux pratiqués aux U.S.A. et au Japon ;
- la réticence plus ou moins forte du public liée à la "peur de la technique". [37]

Ces deux obstacles devraient néanmoins s'aplanir assez rapidement. En effet, un système de gestion d'énergie à microprocesseur, tel le Micronik d'HONEYWELL, ne coûte que 10 000,00 Frs environ ; son investissement peut être amorti en 6 mois ou un an. [35]

D'autre part, en simplifiant la manipulation et la programmation de leurs appareils, les constructeurs arrivent à vaincre peu à peu les dernières réticences du public familiarisé à ces techniques par le développement des jeux électroniques et des calculatrices. [37]

## 2° - Estimation de l'évolution du marché

Le marché est estimé entre 50 et 100 milliards de francs cumulés d'ici la fin de la décennie. [35]

Avec l'appui des pouvoirs publics, une réaction contre l'envahissement des produits étrangers devrait se faire jour principalement autour de JAEGER-REGULATION, filiale créée en 1981 et qui regroupe les compétences de SOPAC REGULATION, JOUVENEL & CORDIER, DELTA DORE, EUROFLEX, et la COMPAGNIE TECHNIQUE DE REGULATION.

Cette entreprise française, seule capable d'offrir une gamme complète allant du robinet thermostatique à la centrale de régulation, vise, pour 1985, le quart du marché national, et 10 % du marché européen. Elle affirme également avoir mis au point une stratégie d'attaque sur le pourtour du Pacifique, particulièrement au JAPON et en AUSTRALIE. [34]

BIBLIOGRAPHIE

-----

- [34] \* FREYMOND (Guy). - Régulation Thermique : les ambitions d'HONEYWELL et de JAEGER. In : L'Usine nouvelle, n° 9, 25 Février 1982, p. 66.
- [35] \* OLANIE (M.). - Avec ses systèmes de régulation pour l'industrie, l'Habitat, et le Tertiaire, HONEYWELL prouve les économies d'énergie. In : Electronique actualités, n° 650, 30 Octobre 1981, p. 2.
- [36] \* A Interclima, la gestion d'énergie au centre des préoccupations françaises. In : Electronique actualités, n° 653, 20 Novembre 1981, p. 3.
- [37] \* POINTOUT (Gilbert). - La "Puce" entre dans la maison. In : L'Usine nouvelle, n° 11, 11 mars 1982, p. 78-79.

ORGANISMES SPECIALISES SUSCEPTIBLES

D'INFORMER ET DE RENSEIGNER SUR

LA REGULATION DU CHAUFFAGE

- A. E. E. (Agence pour les Economies d'Energie)  
30 Rue Cambronne - 75737 PARIS CEDEX 15  
Tel. 306.44.90
- A.N.A.H. (Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat)  
17 Rue de la Paix - 75002 PARIS  
Tel. 261.57.23
- ASSOCIATION CONFORT REGULATION  
17 Rue de Marignan - 75365 PARIS CEDEX 08  
Tel. 723.33.55
- A.T.E.E. (Association Technique pour les Economies d'Energie)  
3 Rue Henri Heine - 75016 PARIS  
Tel. 525.59.71
- C.A.C.I.R.A. (Chambre Syndicale des Constructeurs d'Appareils de  
Contrôle Industriel et de Régulation Automatique)  
15 Rue Beaujon - 75008 PARIS  
Tel. 563.02.00
- CEGIBAT (Centre E.D.F.-G.D.F. d'Information du Bâtiment)  
42-46 Rue du Rocher - 75008 PARIS  
Tel. 522.31.41
- C.F.E. (Comité Français pour l'Electrothermie)  
79 Rue de Miromesnil - 75008 PARIS  
Tel. 522.91.66
- C.O.S.T.I.C. (Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du  
Chauffage de la Ventilation et du Conditionnement de  
l'Air)  
9 Rue La Pérouse - 75116 PARIS  
Tel. 720.10.20

C.S.T.B. (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)  
4 Avenue du Recteur Poincaré - 75782 PARIS CEDEX 16  
Tel. 524.43.02

I.F.C.E. (Institut Français du Combustible et de l'Energie)  
Ancienne dénomination de l'I.F.E.

I.F.E. (Institut Français de l'Energie)  
3 Rue Henri Heine - 75016 PARIS  
Tel. 524.46.14

MINISTERE DE L'ENERGIE

101 Rue de Grenelle - 75007 PARIS  
Tel. 556.36.36

MINISTERE DE L'INDUSTRIE

99 Rue de Grenelle - 75016 PARIS  
Tel. 556.36.36

MINISTERE DE L'URBANISME ET DU LOGEMENT

2 Avenue du Parc de Passy - 75775 PARIS CEDEX 14  
Tel. 509.91.92

REGLEMENTATION FRANCAISE  
DE LA REGULATION DU CHAUFFAGE

---

1° - CONSTRUCTIONS NEUVES

- . L'installation de chauffage individuel, dans un logement, doit obligatoirement comporter un dispositif de réglage automatique, par logement ou par pièce, réglant la fourniture de chaleur, soit en fonction de la température extérieure, soit en fonction de la température intérieure.

(décret 74 306 du 10 Avril 1974).

- . L'installation de chauffage collectif dans un bâtiment à usage d'habitation doit obligatoirement comporter :

- un dispositif de réglage automatique par bâtiment en fonction de la température extérieure,
- des dispositifs complémentaires, par pièce, par logement ou par partie de bâtiment ayant pour objet d'éviter automatiquement que la fourniture de chaleur n'exède les besoins, compte tenu en particulier des influences autres que celles de la température extérieure (occupant, ensoleillement...)

(décret 74 306 du 10 Avril 1974)

- . Toute installation de chauffage desservant des locaux à usage autre que d'habitation doit comporter, de construction, une ou plusieurs régulations telles que la fourniture de chaleur soit limitée aux besoins correspondants aux valeurs maximales de température fixées par la réglementation en vigueur.

(décret 78 499 du 30 Mars 1978) [38] - [39]

## 2° - CONSTRUCTIONS EXISTANTES

- . Toute installation de chauffage d'une puissance supérieure à 30 kw doit comporter une régulation.
  
- . Toute installation de chauffage d'une puissance supérieure à 250 kw et desservant des locaux d'habitation doit comporter une régulation en fonction au moins de la température extérieure.
  
- . Toute installation de chauffage d'une puissance supérieure à 1 500 kw doit comporter une régulation soit par bâtiment, soit par ensemble de bâtiments ayant la même destination, les mêmes conditions d'occupation et les mêmes caractéristiques de construction.  
(décret 78 499 du 30 Mars 1978). [38] - [39]

## BIBLIOGRAPHIE

- [38] \* ASSOCIATION CONFORT-REGULATION. - La Loi et la régulation de chauffage : l'essentiel de la réglementation commentée et illustrée. - Paris : Association Confort Régulation, 1979, 16 p
  
- [39] \* SAMMAN (G.). - Régulation de la température et comptage de la chaleur. - Paris : I.F.C.E., Septembre 1975, 28 p.



3ème PARTIE

---

BIBLIOGRAPHIE

---

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

---

- [3] \* A.E.E. (Agence pour les Economies d'Energie). - Economies d'énergie dans l'ennoblissement des Textiles. Paris : A.E.E., 1981, 48 p. - (Collection : Economies d'énergie).
- [4] - [8] \* A.E.E. (Agence pour les Economies d'Energie). - Economies d'énergie dans les serres. - Paris : A.E.E., 1981, 44 p. - (Collection : Economies d'énergie).
- [38] \* ASSOCIATION CONFORT-REGULATION. - La Loi et la régulation de chauffage : l'essentiel de la réglementation commentée et illustrée. - Paris : Association Confort-Régulation, 1979, 16 p.
- [10] \* A.T.E.E. (Association Technique pour les Economies d'Energie). - Guide des composants de régulation utilisés pour le chauffage des locaux. - Paris : A.T.E.E., 1980, 22 p.
- [19] \* BASSET (J.J.) et LEBRUN (M.H.). - Surisolation, inertie thermique, programmation, utilisation des micro-processeurs. Versailles, journées d'études des 7 et 8 Décembre 1978. - Paris : C.F.E., 1978, 16 p.
- [15] \* Bâtimat et Interclima - Responsables des pertes et aussi du manque à gagner : les énergies... In : Bureaux de France, n° 170, Janv. Février 1982, p. 103-104
- [14] \* BUFFAT (G.). - Economie d'énergie et amélioration du Confort des immeubles : le Modutherm. In : Techniques CEM, n° 100-101, Décembre 1977, p. 2-10.
- [12] - [20] \* Le Chauffage électrique intégré dans l'habitation neuve en 1978 - Historique et tendance. Versailles, journées d'études des 7 et 8 Décembre 1978. - Paris : C.F.E., 1978, 35 p.

- [1] \* DAUSSY (Robert). - Les Economies d'énergie dans le secteur résidentiel et tertiaire. - Paris la Défense : Isover Saint-Gobain, 1er Octobre 1981, 174 p.
- [17] - [21] \* Economie de puissance et d'énergie à l'apport des automatismes dans l'habitat et le tertiaire. - Versailles, journées d'études des 6 et 7 Décembre 1979. Paris : C.F.E., 1979, 28 p.
- [34] \* FREYMOND (Guy). - Régulation thermique : les ambitions d'HONEYWELL et de JAEGER. In : l'Usine nouvelle, n° 9, 25 Février 1982, p. 66.
- [30] \* Un Grand pôle français en régulation thermique. In : Composants, Juil. Août 1981, p. 16.
- [16] - [29] \* HONEYWELL. - Micronik 100. - Bois d'Arcy : Société Honeywell.
- [26] \* HOORNE FRENE (D.). - Die Entwicklung, die Erprobung und die praktischen Erfahrungen mit Digitherm Mikroprozessor gesteuerten Heizungsregulierungen. UIEG, Cannes, 20-24 Octobre 1980. - Paris : 1980, 11 p.
- [24] - [36] \* A Interclima, la gestion d'énergie au centre des préoccupations françaises. In : Electronique actualités n° 653, 20 Novembre 1981, p. 3.
- [31] \* Interclima : davantage d'équipements pour l'industrie. In : l'Usine nouvelle, n° 50, 10 Décembre 1981, p. 135-138.
- [6] - [13] \* JULIEN ET MÈGE. - Mini-guide de la régulation. - Lyon : Julien et Mège, 1975, 60 p.
- [23] \* LATINO (C.D.), Mc DONALD (R.M.), Mc KINLY (H.J.). - A Microprocessor based environmental control system for an industrial building. Energy 78 I.E.E.E. Reg. 5, Annu. Conf., Tulsa, Okla., 16-18 Avril 1978. - New York : I.E.E.E. 'cat n° 78 CH 1283-1 Reg.5), 1978, p. 193-196.

- [19] \* LEBRUN (M. H.) et BASSET (J.J.). - Surisolation, inertie thermique, programmation, utilisation des microprocesseurs. Versailles, journées d'études des 7 et 8 Décembre 1978. - Paris : C.F.E., 1978, 16 p.
- [32] \* MARTIN (Lucien). - La Régulation intègre l'inertie thermique. In : Industries & Techniques, n° 474, 10 Février 1982, p. 81 - 82.
- [27] - [35] \* OLANIE (M.). - Avec ses systèmes de régulation pour l'industrie, l'habitat et le tertiaire : HONEYWELL prouve les économies d'énergie. In : Electronique actualités, n° 650, 30 Octobre 1981, p. 2.
- [37] \* POINTOUT (Gilbert). - La "Puce" entre dans la maison. In : L'Usine nouvelle, n° 11, 11 Mars 1982, p. 78-79.
- [18]-[22]-[25] \* La Régulation et la programmation dans le tertiaire. - Versailles, journées d'études des 4 et 5 Décembre 1980. Paris : C.F.E., 1980, 40 p.
- [11]- [33] \* Répertoire des fournisseurs Chaud - Froid - Plomberie. 33ème éd. - Paris : Les Editions Parisiennes, 1981, 369 p.
- [9] - [39] \* SAMMAN (G.). - Régulation de la température et comptage de la chaleur. - Paris : I.F.C.E., Septembre 1975, 28 p.
- [2]-[5]-[7] \* SUBRA (Francis). - Notions de base de la régulation automatique. In : Les Cahiers de l'ANAH, n° 17, Juin 1981, p. 33 - 36.
- [28] \* Système de Gestion d'énergie électrique dans les bâtiments. In : Mesures - Régulation - Automatisme, n° 2, Février 1982, p. 93.

POUR EN SAVOIR PLUS

- \* A.E.E. (Agence pour les Economies d'Energie) . - Les Economies d'énergie dans le secteur du papier carton. - Paris : A.E.E., 1981, 32 p. - (Collection : Economies d'énergie).
- \* A.E.E. (Agence pour les Economies d'Energie). - Les Economies d'énergie dans le secteur des tuiles et briques. - Paris : A.E.E., 1981, 35 p. - (Collection : Economies d'énergie).
- \* A.E.E. (Agence pour les Economies d'Energie). - Les Economies d'énergie dans l'industrie laitière. - Paris : A.E.E., 1981, 52 p. - (Collection : Economies d'énergie).
- \* A.E.E. (Agence pour les Economies d'Energie). - Economies d'énergie lors de la transformation des plastiques. - Paris : A.E.E., 1981, 32 p. - (Collection : Economie d'énergie).
- \* ANON. - Federal conférence of the Australian Institute Of Refrigeration Air Conditionning and Heatings. Brisbane, Queensl, 29 Avril - 3 Mai 1974. - Brisbane Queensl Div : AIRAH, 1974.
- \* ASSOCIATION CONFORT-REGULATION. - Guide de la régulation pour le chauffage et la climatisation. - Paris : ed G.M. Perrin, 1973, 135 p.
- \* BAILLY (N.) et NOEL (J.). - Essais du thermostat programmé R.T.C Paris : C.F.E., Juillet 1978.
- \* BASSET (J.J.). - Etude d'un nouveau type de régulation pour le chauffage domestique. - Paris : C.F.E., Novembre 1976
- \* BERNARD (J.) et CLAYER (M.). - Gestion et utilisation rationnell de l'énergie électrique dans le secteur tertiaire. Versailles, journées d'études décembre 1975. - Paris : C.F.E., 1975, 22 p.
- \* BIEZUNSKI (G.) et alü. - Ce qu'est une régulation, qu'en attendre en matière d'économie d'énergie. In : APAVE, Oct. Déc. 1974, p. 85 - 92, Janv. Mars 1975, p. 35-42.

- \* BUFFAT (G.). - L'Amélioration du confort et les économies de coût d'exploitation apportées par les régulations élaborées en chauffage électriques. Versailles, journées d'études Novembre 1973. - Paris : C.F.E., 1973, 31 p.
  
- \* CHAPON (B.). - Les Différents systèmes de régulation en chauffage et conditionnement d'air "tout électrique". Bordeaux, journées d'études Mai 1973. - Paris : C.F.E., 1973, 6 p.
  
- \* CHAPON (B.) et alü. - Guide pratique de la régulation en chauffage et climatisation électrique. In : L'Installation, Février 1975 p. I - XX, Mars 1975 p. I - XXX, Avril 1975 p. I - XX, Mai 1975 p. I - XLIX.
  
- \* CLAYER (M.) et BERNARD (J.). - Gestion et utilisation rationnelle de l'énergie électrique dans le secteur tertiaire. Versailles, journées d'études Décembre 1975. - Paris : C.F.E., 1975, 22 p.
  
- \* COLAS (B.). - L'évolution des coûts due à la régulation proportionnelle en comparaison avec les régulations du type "tout ou rien". Versailles, journées d'études Décembre 1977. - Paris : C.F.E., 1977, 16 p.
  
- \* DAVY DE VIRVILLE (P.). - La Régulation automatique et les économies d'énergie. In : Chaud - Froid - Plomberie, Mars 1975, p. 55 - 60, Avril 1975, p. 71 - 76, Mai 1975, p. 75 - 86.
  
- \* DRAIJER (W.). - Les Applications possibles des vannes de régulation à 3 voix aux installations de chauffage et de conditionnement d'air. In : chauffage ventilation conditionnement, vol. 48 n° 5, Juin-Juillet 1972, p. 17-36.
  
- \* DUMOUTIERS (F.), RAOUL (J.C.), ROSENTIEL (G.) et THERY (B.). - Programmation et récupération d'énergie dans différentes réalisations du secteur tertiaire. Versailles, journées d'études Décembre 1975. - Paris : C.F.E., 1975, 29 p.
  
- \* ESSENHIGH (Robert H.). - Characterization of thermal response of a building to unsteady heating and cooling conditions. Energy use manage, Proc. of the Int. Conf., Tucson, Arizona, 24-28 Octobre 1977. - Elmsford NY and Oxford : Pergamon Press, 1977, Vol. 1, p. 317 - 324.

- \* FARGEAS (G.) et VERHILLE (J.). - Programmation et régulation dans les locaux neufs : C.E.S. 600 de Dompierre sur Mer et C.E.G. 400 de la Chapelle la Reine. Versailles, journées d'études Décembre 1976. - Paris : C.F.E., 1976, 18 p.
  
- \* GEISLER (K.W.). - Regelung von Heiz und Klimaanlage. - Berlin : Carl Manhold Verlagsbuch - Handlung ed., 1969.
  
- \* GUICHARD (R.). - Un système de régulation électronique de chauffage électrique direct collectif - Procédé Galetron. Versailles, journées d'études Novembre 1974. - Paris : C.F.E., 1974, 19 p.
  
- \* HAINES (J. H.). - La Régulation automatique en chauffage et conditionnement d'air. Paris : Eyrolles, 1956, 387 p.
  
- \* HONMANN (W.). - Régulation par registres ou par vannes. In : Pro-moclin, vol. 3, Décembre 1972, p. 567 - 579.
  
- \* HUMPHREYS (M.A.). - Variation of comfortable temperature. In : Energy Research, vol. 3, n° 1, Janv. Mars 1979, p. 13-18.
  
- \* MOSSER (F.). - Le Chauffage électrique dans les constructions existantes en Alsace. In : Travaux communaux, vol. 25, n° 228, 1979, p. 188 - 195.
  
- \* NOEL (J.) et BAILLY (N.). - Essais du thermostat programmé R.T.C. Paris : C.F.E., Juillet 1978.
  
- \* OLUFF (H.). - L'Emplacement et l'utilisation du thermostat d'ambiance. - Paris : C.S.T.B., note d'information technique n° 77, Septembre 1969, 11 p.
  
- \* RAOUL (J.C.), DUMOUTIERS (F.), ROSENSTIEL (G.) et THERY (B.). - Programmation et récupération d'énergie dans différentes réalisations du secteur tertiaire. Versailles, journées d'études Décembre 1975. - Paris : C.F.E., 1975, 29 p.
  
- \* RENAUD (J. J.). - Une Solution au confort de l'habitat collectif qui économise l'énergie : l'alvéole technique gaz. In : Travaux communaux, n° 190, mai 1974.

- \* Les Robinets thermostatiques. In : Chaud-Froid-Plomberie, n° 324, Mai 1973, p. 139 - 147.
  
- \* ROSENSTIEL (G.), RAOUL (J.G.), DUMOUTIERS (F.) et THERY (B.). - Programmation et récupération d'énergie dans différentes réalisations du Secteur tertiaire. Versailles, journées d'études Décembre 1975, 29 p.
  
- \* SHULL (H. Eugène) et ESSENHIGH (Robert H.). - Characterization of thermal response of a building to unsteady heating and cooling conditions. Energy use manage, Proc. of the Int. Conf. Tucson, Arizona, 24 - 28 Octobre 1977. - Elmsford NY and Oxford : Pergamon Press, 1977, vol. 1, p. 317 - 324.
  
- \* THERY (B.), RAOUL (J.C.), DUMOUTIERS (F.) et ROSENSTIEL (G.). - Programmation et récupération d'énergie dans différentes réalisations du secteur tertiaire. Versailles, journées d'études Décembre 1975 - Paris, C.F.E., 1975, 29 p.
  
- \* VERHILLE (J.) et FARGEAS (G.). - Programmation et régulation dans les locaux neufs : C.E.S. 600 de Dompierre sur Mer et C.E.G. 400 de la Chapelle La Reine. - Versailles, journées d'études décembre 1976. - Paris : C. F. E., 1976, 18 p.
  
- \* WOLSEY (W. H.). - Die elektrische Heizung und Klima regelung. - Düsseldorf : VDI Verlag ed., 1968, 405 p.