

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 63 (1972)  
**Heft:** 17

**Artikel:** Puissances et consommations dans la maison "tout électrique"  
**Autor:** Le Goff, M.R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915725>

### **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:** 03.04.2026

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

# Puissances et consommations dans la maison «tout électrique»

Par M. R. Le Goff

621.315.37 ; 621.317.385 ; 621.365

Cet exposé fait la synthèse des résultats des campagnes de mesures effectuées par les Etudes et Recherches d'EDF, au niveau des logements «tout électrique». La chaîne d'acquisition et de traitement de l'information est décrite dans une première partie. Ensuite, les résultats de mesures concernant le chauffage électrique sont comparés aux chiffres obtenus à partir des formules classiques de calcul des puissances et des consommations. Au niveau du logement lui-même, sont indiqués les résultats concernant (la puissance, les consommations, la température de non chauffage, la détermination pratique du coefficient de déperdition volumique). Au niveau d'un ensemble de logements, on donne quelques valeurs de puissances foisonnées.

In diesem Artikel werden die Resultate von Untersuchungen der Studien- und Versuchsabteilung der EDF über das vollständig elektrifizierte Haus zusammengestellt. In einem ersten Teil wird das Sammeln und Bearbeiten der Informationen behandelt. Danach werden die zu ergreifenden Massnahmen betreffend die elektrische Raumheizung mit dem nach der klassischen Methode berechneten Leistungsbedarf verglichen. In bezug auf die Einzelwohnung werden die Resultate betreffend Leistung, Verbrauch, Temperatur ohne Heizung und die praktische Ermittlung des Volumenverlustfaktors angegeben. Auf der Ebene der Gesamtheit der Wohnungen erfolgt die Angabe einiger Werte des zunehmenden Leistungsbedarfs.

## 1. Généralités sur les mesures

### 1.1 Acquisition

Les mesures intéressantes au niveau des ensembles tout électriques concernent :

- les consommations d'énergie;
- les puissances;
- les températures.

L'information est d'autant plus intéressante que la période de mesure est étendue; l'idéal étant de couvrir l'année complète pour obtenir toute l'information sur le chauffage d'une part, et les autres usages d'autre part. En général, on se contente pratiquement d'effectuer les mesures durant les mois d'hiver pour être certain d'englober la pointe. Le volume important d'informations à stocker nécessite l'utilisation d'un matériel spécifique (les enregistreurs classiques à défilement de papier ne peuvent convenir). Le département Applications de l'Electricité des Etudes et Recherches d'EDF utilise depuis quelques années, l'enregistreur magnétique comme support. Les qualités principales de ce matériel sont

- de posséder une autonomie de défilement d'environ 1 mois;
- de pouvoir supporter des coupures de courant, sans perdre l'information temps;
- de posséder cinq pistes d'enregistrement, l'une des pistes étant réservée à la base de temps.

Cet enregistreur est associé à des capteurs qui fournissent l'information sous la forme d'impulsions. Pour l'enregistrement des consommations, le capteur est le compteur même de l'abonné; ce compteur est au préalable muni d'un dispositif émetteur d'impulsions (constitué d'un petit aimant disposé sur l'axe et associé à un petit relais). La base de temps délivre une impulsion par minute et est enregistrée sur la piste correspondante. L'obtention des énergies ou des puissances est simple, chaque impulsion représente en effet un certain nombre de Watt-heure. En ce qui concerne les températures, le procédé est similaire; le capteur est en général une sonde résistive, associée à un adaptateur qui permet de traduire la température sous la forme d'une fréquence d'impulsions.

### 1.2 Traitement des données

Les cassettes magnétiques sont ensuite traitées en laboratoire; le traitement comporte deux phases.

- Lecture et transcription des données sur fichiers magnétiques, assimilables par l'ordinateur.

- Traitement proprement dit par l'ordinateur central à l'aide d'un programme approprié.

Les résultats peuvent être plus ou moins élaborés selon les besoins; il est possible de connaître :

- les puissances moyennes dix minutes
- les puissances moyennes horaires
- les puissances maximums horaires
- les puissances maximums journalières
- les puissances minimums horaires
- les puissances minimums journalières
- l'heure des maximums et des minimums journaliers
- la répartition des consommations par postes horaires
- la répartition par classes de puissance
- etc. ...

Tout traitement spécifique peut être envisagé dès l'instant où les fichiers magnétiques sont élaborés.

## 2. Puissances

### 2.1 Puissances installées

#### 2.1.1 Chauffage

La puissance installée en chauffage dépend essentiellement des déperditions, donc de la situation géographique (température minimale de base) et de l'isolation; seules les installations

Puissances approximatives des appareils

Tableau I

|                       |                                  |
|-----------------------|----------------------------------|
| Cuisinière électrique | 7000 à 9500 W                    |
| Plaque de cuisson     | 1500 à 2000 W                    |
| Four                  | 2000 à 3000 W                    |
| Chauffe-eau           | 10 à 12 W/litres en accumulation |
| Machine à laver       | 2000 à 3500 W                    |
| Lave-vaisselle        | 2500 à 3500 W                    |
| Sèche-linge           | 1500 W                           |
| Réfrigérateur         | 100 à 300 W, selon capacité      |
| Aspirateur            | 300 à 700 W                      |
| Télévision            | 200 à 400 W                      |
| Eclairage             | 4 à 10 W/m <sup>2</sup>          |

isolées conformément aux recommandations EDF nous intéressent.

*En chauffage direct.* La puissance installée est en général supérieure de 30% à la valeur des déperditions; cette puissance se situe entre 80 W/m<sup>2</sup> et 125 W/m<sup>2</sup> pour un pavillon, 60 W/m<sup>2</sup> et 100 W/m<sup>2</sup> pour un appartement.

*En chauffage de base + appoint.* La puissance de la base dépend en outre de la température intérieure souhaitée pour la base, et de la durée de charge choisie (heures creuses exclusives ou recharge en heures pleines).

La puissance de l'appoint est affectée d'un coefficient de surpuissance de 1,3 comme pour le direct.

Si  $P_0$  est la puissance des déperditions pour la température minimale de base, la puissance installée en base + appoint varie entre  $1,2 P_0$  et  $2,5 P_0$  et dépend de la programmation adoptée.

### 2.1.2 Puissances installées en autres usages

Le tableau I indique les puissances approximatives des appareils électro-ménagers courants, en Watts.

La puissance totale installée dans un pavillon tout électrique de 100 m<sup>2</sup> habitable, situé en région parisienne et bien équipé

### Archebanc Ivry/Seine

Période de mesure du 4. 12. 1970 au 21. 5. 1971

Tableau II

| Appartement                 | Puissance chauffage kW | Puissance totale installée kW | Puissance souscrite kW | Puissance maximum appelée kW | $\frac{P_{max}}{P_{installée}}$ |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| A8 D<br>111 m <sup>2</sup>  | 9,4                    | 26                            | 18                     | 16                           | 0,60                            |
| A8 G<br>111 m <sup>2</sup>  | 9,4                    | 28,5                          | 18                     | 14                           | 0,50                            |
| B11 G<br>140 m <sup>2</sup> | 9,7                    | 30,5                          | 18                     | 16,5                         | 0,54                            |
| B10 G<br>111 m <sup>2</sup> | 9,4                    | 26,5                          | 18                     | 13,7                         | 0,51                            |
| B9 G<br>122 m <sup>2</sup>  | 10,6                   | 27,5                          | 18                     | 14,9                         | 0,54                            |
| B9 D<br>100 m <sup>2</sup>  | 7,8                    | 25                            | 18                     | 10                           | 0,40                            |
| B8 D<br>100 m <sup>2</sup>  | 7,8                    | 27,5                          | 18                     | 10,8                         | 0,40                            |
| B8 G<br>122 m <sup>2</sup>  | 10,6                   | 31                            | 18                     | 11,9                         | 0,39                            |
| B7 G<br>111 m <sup>2</sup>  | 9,4                    | 29                            | 18                     | 12,4                         | 0,43                            |
| B6 G<br>122 m <sup>2</sup>  | 10,6                   | 31,5                          | 18                     | 18,4                         | 0,58                            |
| B5 D<br>111 m <sup>2</sup>  | 9                      | 21                            | 18                     | 9,4                          | 0,45                            |
| B4 D<br>100 m <sup>2</sup>  | 7,6                    | 24                            | 18                     | 10                           | 0,42                            |
| B3 D<br>111 m <sup>2</sup>  | 9                      | 23,5                          | 18                     | 9,8                          | 0,42                            |
| B3 G<br>111 m <sup>2</sup>  | 9,4                    | 29                            | 18                     | 9,8                          | 0,34                            |
| B2 D<br>111 m <sup>2</sup>  | 9,8                    | 29,5                          | 18                     | 15,8                         | 0,54                            |

La valeur moyenne de  $\frac{P_{max}}{P_{installée}}$  est : 0,47

$$\frac{P_{moyenne installée}}{m^2} = 242 \text{ W}$$

en «électroménager» peut atteindre, chauffage compris: 30 kW.

Les appartements 4/5 pièces de l'immeuble l'Archebanc à Ivry ont des puissances installées de l'ordre de 28 kW pour une surface de 110 m<sup>2</sup>.

### 2.2 Puissances appelées au niveau du logement

Les résultats présentés dans ce paragraphe concernent des logements «tout électrique» situés dans les immeubles suivants:

|                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| L'Archebanc à Ivry/Seine | } Chauffage direct |
| Les Fleurettes à Frouard |                    |
| Le Cèdre Bleu à Garches  |                    |
| Rue Benard à Paris       | } Base + appoint   |

Ces résultats concernent l'hiver 1970-1971. Seuls sont mentionnés les appartements munis d'enregistreurs magnétiques et pour lesquels la puissance installée a pu être obtenue avec une précision suffisante.

L'Archebanc est un immeuble de grand standing; l'eau chaude est produite par des appareils individuels à accumulation.

Aux Fleurettes, l'eau chaude est également individuelle; l'équipement ménager est moins important.

Au Cèdre Bleu, l'eau chaude est collective.

Les tableaux II à V indiquent: les puissances de chauffage, les puissances totales installées, les puissances souscrites, les puissances maximums appelées par appartement lors de la période de mesure, et le coefficient:  $\frac{P_{max}}{P_{installée}}$  qui caractérise le foisonnement intérieur du logement «tout électrique».

Les principales constatations concernant les mesures au niveau des logements sont les suivantes:

a) Le tarif tout électrique 18 kW permet de satisfaire tous les besoins pour des appartements dont la surface est de l'ordre de 110 m<sup>2</sup>.

b) Le tarif confort 6 kW permet tout juste de satisfaire les besoins pour des appartements de 60 m<sup>2</sup> chauffés en base + appoint.

c) Le rapport puissance maximum appelée sur puissance totale installée par appartement n'est pratiquement jamais supérieur à 0,60. La valeur moyenne est de

- 0,34 pour la Rue Benard
- 0,36 pour les Fleurettes
- 0,47 pour l'Archebanc
- 0,48 pour le Cèdre Bleu.

La faible valeur obtenue à la rue Benard s'explique par le fait que le chauffage d'appoint est mis à contribution de façon très épisodique, le réglage de la température de base étant voisin de 18 °C, ce qui est une valeur élevée.

### 2.3 Puissances appelées au niveau de l'immeuble

Les enregistrements au niveau de l'immeuble permettent la connaissance de la puissance maximum appelée par l'ensemble lors de la pointe. Le tableau VI donne pour les 4 immeubles cités précédemment,

- a) les valeurs des puissances installées;
- b) les valeurs des puissances souscrites;
- c) les valeurs des puissances maximums appelées,

ainsi que les ratios suivants:

$$\frac{P_a}{P_I} = \frac{P_{(appelée)}}{P_{(installée)}} \quad \frac{P_a}{P_s} = \frac{P_{(appelée)}}{P_{(souscrite)}}$$

$$\frac{P_a}{P_0} = \frac{P_{(appelée)}}{P_{(déperditions chauffage)}}$$

le coefficient de simultanéité est également mentionné quand sa détermination a été possible. La définition «légale» du coefficient de simultanéité est la suivante:

$$S_n = \frac{P_M}{\sum_{i=1}^n P_{iM}}$$

$P_M$  puissance maximum appelée par un ensemble d'abonnés lors de la période de mesure,

$P_{iM}$  puissance maximum appelée par l'abonné  $i$ , lors de la même période.

La valeur de  $\frac{P_a}{P_i}$  varie entre 0,22 et 0,34

$\frac{P_a}{P_s}$  entre 0,37 et 0,60

La valeur de  $\frac{P_a}{P_o}$  est toujours très voisine de l'unité; cela signifie que la puissance maximum appelée pour un immeuble (en chauffage direct) et cela tous usages confondus, est sensiblement égale à la puissance des déperditions de cet immeuble pour la température minimum de base.

Le coefficient de simultanéité varie pour des ensembles à chauffage direct (et un nombre d'appartements compris entre 11 et 20) entre 0,57 et 0,66.

### 3. Consommations

#### 3.1 Rappel des facteurs influant sur les consommations

Les consommations d'un bâtiment sont liées à plusieurs facteurs dont les principaux sont:

- les paramètres climatiques;
- la structure du bâtiment;
- les conditions d'utilisation.

| Appartement             | Puissance chauffage kW | Puissance totale installée kW | Puissance souscrite kW | Puissance Maximum appelée kW | $\frac{P_{max}}{P_{installée}}$ |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| A3<br>60 m <sup>2</sup> | 5,5                    | 20                            | 9                      | 8,9                          | 0,45                            |
| A4<br>60 m <sup>2</sup> | 5,8                    | 20                            | 9                      | 6,2                          | 0,31                            |
| A6<br>60 m <sup>2</sup> | 5,8                    | 20                            | 9                      | 7,3                          | 0,37                            |
| B1<br>48 m <sup>2</sup> | 5,2                    | 19                            | 9                      | 5,8                          | 0,31                            |
| B3<br>60 m <sup>2</sup> | 5,8                    | 20                            | 9                      | 8,5                          | 0,43                            |
| B5<br>60 m <sup>2</sup> | 5,8                    | 20                            | 9                      | 5,7                          | 0,29                            |
| B8<br>60 m <sup>2</sup> | 6,6                    | 18,5                          | 9                      | 7                            | 0,38                            |

Valeur moyenne de  $\frac{P_{max}}{P_{installée}}$  : 0,36  
Valeur moyenne de la puissance installée au total par m<sup>2</sup>: 337 W/m<sup>2</sup>

Les études faites sur le bâtiment expérimental des Renardières ont montré que pour un local étanche (taux de renouvellement d'air naturel inférieur à 0,3 volume/heure), les paramètres influant sur les consommations de manière significative sont:

- la température extérieure;
- l'ensoleillement.

Pour des locaux moins étanches, ce résultat n'est plus exact, car diverses mesures ont permis de constater que le taux de

| Appartements                                | 06 F4        | 07 F4        | 08 F4        | 09 F4        | 24 F5        | 25 F5        | 26 F5        | 27 F5        | 28 F5            | 29 F5                | 30 F5                |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|----------------------|----------------------|
| Surface m <sup>2</sup>                      | 94           | 93           | 93           | 94           | 119          | 119          | 119          | 119          | 119              | 119                  | 119                  |
| Appareils ménagers                          | Four Plaques | Four Plaques | Four Plaques | Four Plaques | Four Plaques | Four Plaques | Four Plaques | Four Plaques | Four Plaques MLL | Four Plaques MLV MLL | Four Plaques MLV MLL |
| Puissance souscrite kW                      | 9            | 9            | 9            | 9            | 9            | 9            | 9            | 9            | 15               | 18                   | 9                    |
| Puissance installée kW                      | 20           | 19,8         | 19,8         | 19,8         | 20,6         | 21,8         | 21,6         | 21,8         | 24,1             | 27,7                 | 22                   |
| Puissance maximum kW                        | 9            | 7,7          | 7,9          | 10           | 9,8          | 11,3         | 12,5         | 12,5         | 6,9              | 13,6                 | 12,8                 |
| Coefficient $\frac{P_{max}}{P_{installée}}$ | 0,45         | 0,39         | 0,40         | 0,51         | 0,48         | 0,52         | 0,58         | 0,57         | 0,29             | 0,50                 | 0,58                 |

Valeur moyenne de  $\frac{P_{max}}{P_{installée}} = 0,48$   
Remarque: Eau chaude collective  
Valeur moyenne de la puissance installée au total par m<sup>2</sup>: 198 W/m<sup>2</sup>

renouvellement d'air est fortement corrélé avec la vitesse du vent. L'influence de la structure du bâtiment sur les consommations peut être déterminée avec une bonne précision par les déperditions à travers les parois; une incertitude persiste néanmoins quant à la prise en compte des ponts thermiques et à la détermination effective du taux de renouvellement d'air.

Les mêmes études ont montré que les consommations d'un local sont indépendantes de son inertie. L'influence de l'orientation est évidente, les locaux situés en façade Est et Ouest ont des consommations identiques, la différence entre façades Nord et Sud étant très marquée.

La répartition des consommations est sensiblement la suivante:

|            |              |             |            |
|------------|--------------|-------------|------------|
| <i>Est</i> | <i>Ouest</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> |
| 25%        | 25%          | 29%         | 21%        |

L'orientation influe également sur la répartition par postes tarifaires; ainsi pour des locaux ayant un rapport surfaces vitrées sur surface totale de 30%, la façade Sud bénéficiant d'apports solaires maximums, a un pourcentage de consommation d'heures pleines nettement inférieur aux autres façades 37% au Sud, 41% pour les autres orientations.

Enfin, l'influence des conditions d'utilisation est par contre très difficile à déterminer, les réactions des occupants sont souvent imprévisibles. On peut noter quelques paramètres d'utilisation ayant des répercussions certaines sur les consommations:

- a) niveau de température intérieure maintenu et sa précision;
- b) fréquence et durée des ouvertures de fenêtres;
- c) l'utilisation de protections solaires, de volets, de rideaux;
- d) le niveau de température maintenu dans les locaux contigus;
- e) les effets d'étages dans les immeubles de grande hauteur;
- f) les dégagements de chaleur gratuite (free heat) à l'intérieur des locaux.

Cette chaleur gratuite donne une élévation de température d'autant plus grande que l'isolation est meilleure.

### 3.2 Evaluation des consommations en chauffage

Une première particularité du chauffage électrique réside dans son utilisation, toute l'année. Il y a donc lieu de considérer les degrés jours pour l'année entière.

Une seconde particularité réside dans l'influence des apports internes et des apports solaires. Ces apports se traduisent par une élévation de température  $\Delta\theta$  du local; si la température souhaitée à l'intérieur est  $\theta_i$  le chauffage ne se met en fonctionnement que lorsque la température extérieure  $\theta_1$  est telle que  $\theta_i - \Delta\theta \geq \theta_1$ , cette température  $\theta_1$  est appelée température de non chauffage. Si cette température était connue de façon pratique, la formulation des consommations, en période d'occupation, serait la suivante:

$$C = 24 G V D_j \theta_1 \cdot 10^{-3}$$

- $C$  consommation en kWh
- $G$  coefficient de déperdition volumique ( $W/m^3 \text{ } ^\circ C$ )
- $D_j \theta_1$  degrés jours base  $\theta_1$

$\Delta\theta$  est évidemment fonction du degré d'isolation, c'est-à-dire de  $G$ , et des apports solaires; des études sont en cours actuellement pour déterminer la relation

$$\Delta\theta = f(G)$$

En première approximation, on peut admettre que les apports internes correspondent à une puissance  $P_0$  telle que  $P_0 = G V \cdot \Delta\theta$ , il en résulte que

$$\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} = \frac{G_2}{G_1}$$

- l'indice 1 se référant par exemple à un local isolé,
- l'indice 2 se référant par exemple à un local non isolé.

Bien entendu, pour que les apports gratuits contribuent à une réduction maximum des consommations de chauffage, il est nécessaire que la régulation soit suffisamment souple pour récupérer ces apports en totalité.

#### Rue Benard

Période de mesure du 10. 12. 1970 au 5. 5. 1971

Tableau V

| Appartements   | 1G   | 1D   | 2G   | 2D   | 3G   | 3D   | 4G   | 4D   | 5G   | 5D  | 6G   | 6D   | 7G   | 7D   |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| Surface  | 60 m <sup>2</sup> par appartement  |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| Appareils<br>Elect. ménag.                               | Four électrique: 2800 W + table de cuisson<br>6,5 kW + chauffe-eau accumulation 1 kW<br>+ 2 kW appareillage électrique divers<br>= 12,3 kW par appartement environ |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| Puissance chauffage<br>Appoint                           | 2,8 kW par appartement   |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| Puissance installée                                      | 15,1 kW par appartement soit 251 W/m <sup>2</sup>  |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| Puissance souscrite                                      | 6  | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 6    | 9   | 6    | 6    | 6    | 6    |
| Puissance<br>Maximum<br>kW                               | 4,8  | 4,4  | 7    | 7    | 6,8  | 6,4  | 5,2  | 3,8  | 3,5  | 7,5 | 4,7  | 7,9  | 4,8  | 3,6  |
| Coefficient<br>$\frac{P_{max}}{P_{installée}}$           | 0,32   | 0,29 | 0,46 | 0,46 | 0,45 | 0,42 | 0,35 | 0,25 | 0,23 | 0,5 | 0,31 | 0,52 | 0,32 | 0,24 |
| <i>Remarque:</i> Chauffage base + Appoint                |  |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |
| Valeur moyenne de $\frac{P_{max}}{P_{installée}}$ : 0,34 |  |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |

Tableau VI

| Situation                         | Type de construction            | Surface et composition  | Puissances installées                                    |  | Puissance totale souscrite $P_s$ kW   | Puissances maximums appelées     |                       | Puissance des déperditions $P_0$ (kW) Pour 1 min. | $\frac{P_a}{P_1}$ | $\frac{P_a}{P_s}$ | $\frac{P_a}{P_0}$ | Coefficient de simultanéité     |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|--|--|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
|                                   |                                 |   | totale $P_1$ kW  | chauffage $P_c$ kW                     |                                       | Ensemble $P_a$                   | Colonne montante $P'$ |   |                   |                   |                   |                                 |
| Rue Benard Paris                  | Immeuble<br>14 Logements        | 830 m <sup>2</sup><br>12 F4<br>2 F2                           | 370  | Mixte<br>Base 105<br>Appoint 40<br>135 | Secs génér. 123<br>Logement 87<br>210 | 127<br>14. 12. 1970<br>à 22 h 30 | 33                    | 56<br>pour - 7 °C                                 | 0,34              | 0,60              | 2,26              | 0,42<br>base exclue             |
| Les Filleurettes à Frouard        | Immeuble<br>HLM<br>15 Logements | 1082 m <sup>2</sup><br>14 F3<br>2 F2                          | 230  | direct<br>106                          | 144                                   | 78<br>5. 1. 1971<br>à 22 h       |                       | 76<br>pour - 15 °C                                | 0,34              | 0,52              | 1                 | 0,61                            |
| Cèdre Bleu à Garches I d. F Ouest | 3 Immeubles<br>50 Logements     | 3310 m <sup>2</sup><br>8 F5 11 F4<br>9 F3 3 F2<br>4 F1 15 ch. | S. G. 72<br>Eau ch. 48<br>Log <sup>ts</sup> . 635<br>755 | direct<br>334                          | 447                                   | 167<br>4. 3. 1971<br>à 22 h 20   |                       | 177<br>pour - 7 °C                                | 0,22              | 0,37              | 0,94              | 0,57<br>pour 11<br>appartements |
| Archebanc Ivry/Seine              | 2 Immeubles<br>45 Logements     | 5000 m <sup>2</sup>   | 1300   | 440                                    | 900                                   | 343<br>6. 3. 1971<br>à 22 h 20   |                       | 351   | 0,26              | 0,38              | 0,98              | 0,66<br>pour 20<br>appartements |

La formulation classique des consommations en chauffage électrique est encore actuellement la suivante:

$$C = 24 G V D_j \cdot 18 \cdot h$$

Cette formule utilise les degrés jours base 18 pour conserver l'homogénéité avec les installations traditionnelles. Le coefficient  $h$  tenant compte d'une part de l'intermittence, et d'autre part des apports gratuits considérés comme plus importants en «tout électrique» (la valeur de  $h$  varie entre 0,6 et 0,9 suivant le cas; elle dépend entre autre de l'isolation d'une part, et du climat d'autre part). Dans la formulation à partir des degrés-jours base  $\theta_1$ , il faut noter que les degrés-jours base quelconque se déduisent simplement des degrés-jours base 18 avec une précision suffisante. Il faut d'ailleurs remarquer que la connaissance de ces degrés-jours base quelconque est indispensable pour déterminer par exemple la répartition entre les consommations de base et d'appoint pour un système de chauffage mixte.

Si  $\theta_B$  est la température de la base, les consommations de la base sont proportionnelles à  $D_j \theta_B$ , les consommations de l'appoint sont proportionnelles à  $[D_j \theta_1 - D_j \theta_B]$ .

### 3.3 Résultats de mesure

Les mesures réalisées sur les installations «tout électrique» citées précédemment concernaient donc d'une part l'ensemble de l'immeuble, et un certain nombre d'abonnés d'autre part.

Dans la plupart des cas, les compteurs associés aux enregistreurs magnétiques comptabilisent tous les usages de l'abonné, il est donc nécessaire, pour pouvoir dissocier les consommations «autres usages», de faire intervenir le paramètre température extérieure, en faisant l'hypothèse que seule la consommation de chauffage est influencée par cette température, ce qui est vrai dans presque tous les cas. Si l'on porte en ordonnées les puissances moyennes tous usages, en abscisse les températures moyennes correspondantes, on obtient une courbe ayant l'allure suivante (fig. 1). Dans la zone des faibles températures, une droite dont la pente est  $GV$  (c'est-à-dire des  $W/°C$ ), et dans la zone des températures élevées une droite parallèle à l'axe des abscisses et dont l'ordonnée correspond à la puissance moyenne des usages autres que le chauffage, le point d'intersection des deux droites donne la température de non chauffage définie précédemment.

Il est donc possible de déterminer ainsi:

- le coefficient de déperdition volumique du logement;
- les consommations autres usages;
- par déduction, les consommations de chauffage;
- la température de non chauffage.

Tableau VII

| Appartements                            | 6 F4  | 7 F4  | 8 F4  | 9 F4  | 24 F5  | 25 F5  |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Surface (m <sup>2</sup> )               | 94    | 93    | 93    | 94    | 119    | 119    |
| Température de non chauffage            | 14,5  | 13,3  | 13    | 14    | 14     | 15     |
| $G$ (W/m <sup>3</sup> °C)               | 0,83  | 0,72  | 0,95  | 0,78  | 0,73   | 0,81   |
| Consommations annuelles chauffage (kWh) | 7 100 | 6 300 | 6 350 | 6 000 | 6 350  | 8 250  |
| Consommations annuelles autres usages   | 1 600 | 1 200 | 2 200 | 2 000 | 5 000  | 3 150  |
| Total (kWh)                             | 8 700 | 7 500 | 8 550 | 8 000 | 11 350 | 11 400 |

| Situation            | Surface chauffée    | Volume chauffée      | $G$<br>W/M/°C | Température de non chauffage:<br>$\theta_1$ | Con-sommations chauffage sur période de mesure kWh | Con-sommations chauffage pour année: C kWh | Con-sommations autres usages pour année kWh | $Q = 24 G V D_j \theta_1$ | $h = \frac{C}{24 G V D_j \cdot 18}$ |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------|---|--|--|---|---------------------------|-------------------------------------|
| Fleurettes Frouard   | 1081 m <sup>2</sup> | 2700 m <sup>3</sup>  | 0,80          | 14 °C                                       | 82 000   | 104 000                                    | 51 000                                      | 108 000                   | 0,65                                |
| Cèdre Bleu Garches   | 3310 m <sup>2</sup> | 8200 m <sup>3</sup>  | 0,80          | 14 °C                                       | 202 000  | 280 000                                    | 245 000                                     | 283 000                   | 0,65                                |
| Rue Benard Paris     | 830 m <sup>2</sup>  | 2075 m <sup>3</sup>  | 1             | 18 °C                                       | 86 600   | 130 000                                    | 55 400                                      | 135 000                   | 0,97                                |
| Archebanc Ivry/Seine | 5000 m <sup>2</sup> | 13000 m <sup>3</sup> | 1             | 15 °C                                       | 370 000  | 571 000                                    | 340 000                                     | 593 000                   | 0,68                                |

Remarques: Le nombre de points de mesures n'étant jamais très élevé, de l'ordre d'une trentaine, l'équation des droites est obtenue par ordinateur (méthode des moindres carrés).

La dispersion que l'on peut observer dans les points de mesures s'explique par le degré d'ensoleillement; une simulation sur ordinateur par utilisation d'un programme prenant en compte (l'ensoleillement, les apports internes, les déperditions, etc.) a permis de confirmer ce fait.

Cette méthode appliquée à 6 appartements du Cèdre Bleu à Garches a donné les résultats au tableau VII: (l'eau chaude est collective).

### 3.4 Consommations au niveau des immeubles

Les consommations tous usages des immeubles précédemment mentionnés ont été mesurées pendant une grande partie de l'hiver 1970-1971. La méthode décrite dans ce paragraphe a permis l'évaluation des consommations de chauffage pour la période de mesure, et la connaissance de la température de non chauffage.

Connaissant la valeur des degrés-jours pour la période de mesure et pour l'année, on en déduit les consommations annuelles de chauffage. Cette valeur peut ensuite être comparée à une estimation obtenue en appliquant la formule  $24 G V D_j \theta_1$ .

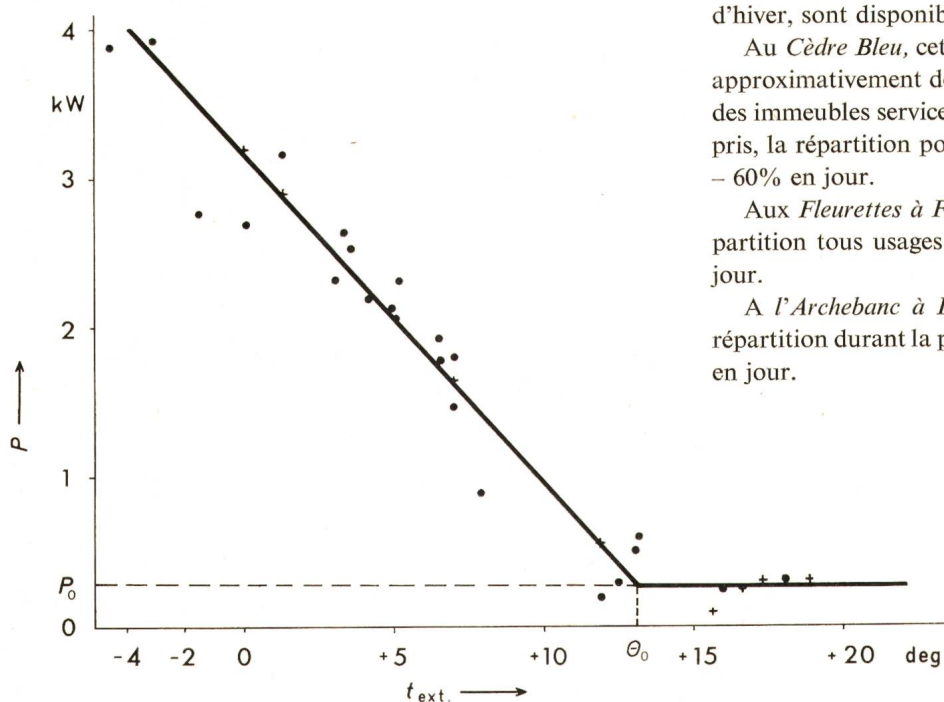


Fig. 1  
Le Cèdre Bleu — Appartement 8  
12. 12 au 18. 5. 1971  
 $P$  tous usages =  $f(t_{ext.})$   
Pente 221 W/°C  
 $\theta_0 = 13$  °C  
 $P_0 = 280$  W

Partant des consommations chauffage déduites des mesures, on a également calculé pour chaque immeuble la valeur à donner à  $h$  pour que les estimations, par la formule classique  $C = 24 G V D_j \cdot 18 \cdot h$ , soient justes.

Les tableaux VIII et IX résument ces différents résultats.

### Consommations autres usages

Moyenne par abonné — Services généraux inclus

|            |          |
|------------|----------|
| Fleurettes | 3200 kWh |
| Cèdre Bleu | 5000 kWh |
| Benard     | 4000 kWh |
| Archebanc  | 7400 kWh |

La valeur des consommations «autres usages» déduite de l'équipement électro-ménager de l'abonné en adoptant les valeurs suivantes pour les consommations annuelles des appareils (ces valeurs ne sont qu'un ordre de grandeur) se rapproche sensiblement de la valeur mesurée.

|                 |          |                    |          |
|-----------------|----------|--------------------|----------|
| Réfrigérateur   | 350 kWh  | Sèche linge        | 700 kWh  |
| Lave-vaisselle  | 550 kWh  | Chauffe-eau        | 2000 kWh |
| Cuisinière      | 1100 kWh | Eclairage + prises | 800 kWh  |
| Machine à laver | 300 kWh  | Téléviseur         | 200 kWh  |

### 3.6 Répartition des consommations par poste horaire

Les mesures effectuées ne couvrent pas une année en général, de sorte que seules les répartitions tous usages, pour la période d'hiver, sont disponibles.

Au Cèdre Bleu, cette répartition est, pour les appartements, approximativement de 35% en nuit et 65% en jour. Au niveau des immeubles services généraux et eau chaude collective compris, la répartition pour la même période est: de 40% en nuit — 60% en jour.

Aux Fleurettes à Frouard: Pour une année complète, la répartition tous usages est la suivante: 48% en nuit — 52% en jour.

A l'Archebanc à Ivry: Pour l'ensemble de l'immeuble, la répartition durant la période de mesure est: 41% en nuit — 59% en jour.

|                       | Consommation moyenne par abonné kWh | Consommation moyenne par m <sup>2</sup> kWh/m <sup>2</sup> |
|-----------------------|-------------------------------------|--|
| Fleurettes            | 6 500                               | 96   |
| Cèdre Bleu            | 7 000                               | 85   |
| Benard Base + Appoint | 9 300                               | 156  |
| Archebanc             | 12 400                              | 114  |

**4. Conclusion**

Les mesures de puissances et de consommation au niveau des installations «tout électrique» présentent actuellement une grande importance; la connaissance de tous les paramètres est en effet indispensable, autant pour les services commerciaux et techniques d'EDF que pour les professionnels travaillant à promouvoir le «tout électrique». Les résultats disponibles à l'heure actuelle sont encore assez fragmentaires, les chiffres donnés dans ce rapport concernent une campagne de mesure menée durant l'hiver 1970-1971 sur quelques immeubles. Les puissances appelées au niveau des logements sont fonction es-

sentiellement de l'équipement électrique, on constate que la puissance appelée est, pour les installations en chauffage direct, sensiblement égale à la valeur des déperditions de l'immeuble pour la température minimum de base, le rapport puissance appelée sur puissance totale installée étant inférieur à 0,35. En ce qui concerne les consommations, le nombre de facteurs influant sur les consommations de chauffage rend difficile les estimations précises, la notion de température de non chauffage peut permettre d'aboutir à une formulation plus juste. Les apports gratuits se traduisent par un abaissement de cette température de non chauffage, qui est fonction de l'isolation des bâtiments et de leur situation géographique. Les valeurs obtenues oscillent entre 14 °C et 15 °C pour les installations de chauffage direct. Enfin les consommations «autres usages» sont d'autant plus importantes que l'équipement ménager est meilleur, les valeurs observées se situent entre 3200 kWh et 7400 kWh.

Les mesures effectuées au niveau de logements individuels lors de l'hiver 1971-1972 permettront de compléter les quelques résultats présentés ici.

**Adresse de l'auteur:**

M. R. Le Goff, Chef de groupe «Calcul et essais», Département Applications de l'Electricité de l'EDF, Les Renardières, Route de Sens, F-77 Ecuelles.

**HERMANN HUBERT JOSEF ANSCHÜTZ-KÄMPFE**

1872-1931



Deutsches Museum

Anschütz war der Sohn eines Mathematik- und Physiklehrers in Zweibrücken, wo er am 3. Oktober 1872 zur Welt kam. Das begonnene Medizinstudium gab er auf, weil ihn andere Wissenszweige mehr interessierten. Die vom Grossvater ererbte Neigung zur Kunst kam zum Durchbruch, und er promovierte in Kunstgeschichte. Von Reisen nach Griechenland und Italien brachte er viele gekonnte Aquarelle heim. Später folgten Reisen in den hohen Norden. Unterdessen hatte seine Mutter den österreichischen Kunsthistoriker Dr. Kämpfe geheiratet, und dieser adoptierte Anschütz, daher gebrauchte er fortan beide Namen. Dr. Kämpfe starb aber bald, und dem jungen Anschütz-Kämpfe fiel eine grosse Erbschaft zu, die er für Forschungen verwenden wollte.

Angeregt durch Nansens Expedition kam ihm auf einer Reise ins Eismeer die Idee, zu versuchen mit einem Unterseeboot unter dem Eis hindurch bis zum Nordpol vorzudringen. Trotzdem er für ein solches Unternehmen denkbar schlecht vorgebildet war, ging er mit viel Energie und Geschick an die Vorbereitungen. Da ein magnetischer Kompass sich auf den magnetischen Pol einstellt und in einem eisernen Unterseeboot überhaupt nicht funktioniert, musste er ein anderes Gerät ersinnen. Trotzdem hervorragende Ingenieure und Physiker wie Werner Siemens und Lord Kelvin es ohne Erfolg versucht hatten und ihn andere vor diesem System warnten, verfiel er auf den Kreiselkompass. 1902 gab er ein erstes Modell in Auftrag, 1903 tat er den entscheidenden Schritt zum elektrisch angetriebenen Kreisel. In einer ausführlichen Biographie von Gerlach und Sommerfeld liest man: «In glücklicher Unkenntnis der bestehenden Schwierigkeiten» habe er sich an diese Arbeiten gemacht. Aber zusammen mit einem hervorragenden Mechaniker wurden diese Klippen umschifft: Drehstromzuleitung mit Quecksilberkontakten, Lager für die 3 gekoppelten mit 21000 U/min drehenden Kreisel, Dämpfung mit Hilfe von Öltanks, das waren einige der zu lösenden Probleme.

Im Januar 1904 berichtete Anschütz in Kiel über die geplante Nordpolfahrt und seinen Kreiselkompass. Marinefachleute interessierten sich sofort für das neue Instrument, und schon im März waren die ersten Kompass auf Handels- und Kriegsschiffen

probeweise eingebaut. Sie bewährten sich, und im folgenden Jahr konnte der Erfinder in Kiel die Firma Anschütz & Co gründen.

Sein Kreiselkompass wird auch heute noch angewendet, nicht nur auf Schiffen, sondern im Bergbau, auf Flugzeugen und in Messwagen der Bahnen für die Kontrolle der Geleise usw.

Trotz seiner grossen Erfolge trat Anschütz selten und nur ungern an die Öffentlichkeit. Er zog sich auch von der Firmaleitung zurück. In seinem Haus in München hatte er eine reiche Sammlung alter Meister und eine um 25 Jahre jüngere Frau, mit der er in glücklicher Ehe lebte. Eine kurze Krankheit riss ihn am 6. Mai 1931 aus diesem wechselvollen, aber im Grunde behaglichen Leben.

H. Wüger