

# Projet à grande échelle de maisons expérimentales en Suède : un projet de recherche énergétique suédois

Autor(en): **Lindskoug, N. E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **69 (1978)**

Heft 5

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-914852>

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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

# Projet à grande échelle de maisons expérimentales en Suède

Un projet de recherche énergétique suédois<sup>1)</sup>

Par N.E. Lindskoug

*Ein Projekt mit zahlreichen Versuchshäusern ist gegenwärtig in der Gemeinde Täby in Schweden vorgesehen. 26 Versuchshäuser werden erstellt.*

*Das Versuchsgebiet umfasst im ganzen 41 Wohnungen. Alle Häuser werden nach strengen Anforderungen an die thermische Isolation und an den Wetterschutz gebaut. Die Kombination der verschiedenen Systeme erlaubt die Anwendung unterschiedlicher Heizungs- und Ventilationsmöglichkeiten in den 26 Wohnungen. Sieben der theoretisch möglichen Kombinationen werden verwirklicht.*

## 1. Introduction

Les nouveaux règlements de construction suédois imposent des exigences sévères en matière de protection contre les intempéries et d'isolation thermique. Il faudra environ 15 cm de laine minérale dans les murs extérieurs et 25 cm dans les toits. Des fenêtres à triple vitrage, ou équivalentes, seront obligatoires.

Cela réduira la consommation totale d'énergie dans les maisons individuelles suédoises d'environ 6 à 7 kWh/degré/jour et logement (énergie nette) à 4 à 5 kWh/degré/jour, et logement. Cette valeur est remarquablement faible et pourrait être comparée aux valeurs types des grands pays d'Europe occidentale où les valeurs actuelles de 20 à 30 kWh/degré/jour et logement sont actuellement ramenées entre 10 et 15 kWh/degré/jour et logement.

Une question majeure discutée partout est de savoir si des systèmes d'installations pourraient encore réduire la demande d'énergie. L'énergie solaire, les pompes de chaleur, etc., sont au centre de l'intérêt.

Un groupe d'entrepreneurs de bâtiment, d'ingénieurs-conseils et de représentants de l'industrie énergétique se sont groupés pour exécuter un projet de maisons expérimentales afin d'étudier systématiquement ces problèmes. Quarante et une maisons individuelles seront construites dans la banlieue de Stockholm à partir de mai 1977. Ces maisons comprendront des maisons isolées et des maisons à terrasse (voir fig. 1).

## 2. Objectifs

Avec des ressources économiques illimitées, on peut atteindre n'importe quel niveau d'économie d'énergie. Quand on construit des maisons en grande série, on peut s'attendre à des difficultés imprévues, et un des principaux objectifs de l'expérience est d'identifier ces problèmes.

Si les installations économisante de l'énergie compliquent le système, il apparaîtra des problèmes de coût et de rentabilité pratiquement inconnus. Il y aura aussi un certain nombre d'autres problèmes, mais on peut les considérer comme secondaires vis-à-vis de ceux qui ont été mentionnés. C'est le deuxième problème principal à étudier.

Les évaluations obtenues à partir d'une seule maison expérimentale, quel que soit le soin apporté, ne sauraient fournir une caractéristique de la maison et des systèmes étudiés. Il faut absolument étudier plusieurs maisons du même genre pour obtenir une dispersion statistique de valeur et ainsi garantir la sûreté du résultat. C'est le troisième objectif principal de l'étude.

*Un projet à grande échelle de maisons expérimentales (dans la communauté de Täby) est actuellement prévu en Suède. Environ 25 maisons expérimentales sont en construction.*

*La zone expérimentale comprend au total 41 habitations. Toutes les maisons seront construites selon de strictes exigences d'isolation thermique et de protection contre les intempéries. La combinaison des systèmes ci-dessous permet d'obtenir divers systèmes de chauffage et de ventilation pour les 26 habitations. Sept combinaisons théoriquement possibles seront réalisées.*

## 3. Choix des maisons expérimentales

En plus du haut degré obligatoire d'isolation thermique et de protection contre les intempéries, quatre types principaux d'installations ont été définis:

- ventilation mécanique avec récupération de chaleur
- chauffage solaire
- contrôle avancé (variations systématiques) de l'ambiance intérieure
- pompe de chaleur

Il existe théoriquement 16 combinaisons possibles de ces quatre types (voir fig. 2). Il n'a jamais été question d'étudier simultanément toutes ces possibilités. L'important, pour l'expérience, était de procéder à un choix de systèmes couvrant le maximum de problèmes et répondant aux possibilités effectives du marché. Ces choix ont été discutés à fond avant la prise de décision.

<sup>1)</sup> Travaux coordonnés par le comité d'études UIE «Chauffage électrique et climatisation des locaux».



Fig. 1 Plan et vue des 41 maisons à faible énergie de Täby nord (Stockholm)

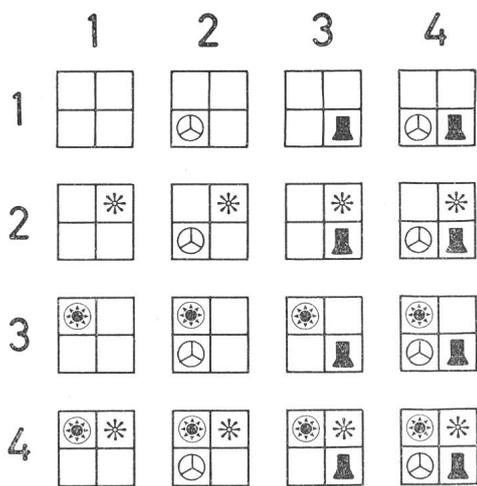


Fig. 2 Schéma de combinaison des systèmes installés

- Chauffage solaire
- Ventilation avec récupération de chaleur
- Système de contrôle de l'ambiance intérieure
- Pompe de chaleur

D'après les calculs préliminaires de bilans énergétiques, il est apparu très clairement que les avantages marginaux d'un troisième et d'un quatrième système d'installation seraient faibles. Il existe cependant de bonnes raisons de faire certaines des combinaisons extrêmes possibles. Chacun des systèmes composants a en effet une certaine valeur intrinsèque indépendamment de l'économie de chaleur.

- La ventilation mécanique avec échange de chaleur fournit une meilleure atmosphère et une meilleure hygiène intérieures.
- Une atmosphère intérieure contrôlée fournit une meilleure ambiance intérieure, avantage parfois décisif.
- Le chauffage solaire signifie l'utilisation d'une source énergétique inépuisable.
- La pompe à chaleur, enfin, pourrait être une des sources énergétiques les plus importantes de l'avenir.

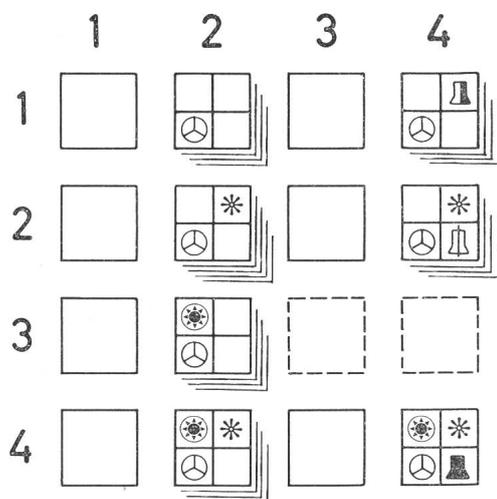


Fig. 3 Schéma de combinaisons final

Nombre total de maisons: 26. Le groupe 22 comporte cinq maisons, 2 maisons à terrasse et 3 maisons isolées. Tous les autres groupes comportent 2 maisons de chaque type

Le choix final des maisons expérimentales comprend toutes les possibilités sauf deux. Pour des raisons économiques, une seule unité de la maison la plus compliquée sera construite. Toutes les autres variantes seront réalisées en quatre unités et le numéro 22 en cinq (voir fig. 3). Les sous-groupes de quatre comprennent chacun deux maisons isolées et deux maisons à terrasse. Le groupe N° 22 comprend trois maisons isolées et le groupe N° 44 a une seule maison isolée.

#### 4. Bilan énergétique et fonctionnement des maisons expérimentales

Le bilan énergétique d'une maison peut être représenté facilement par un histogramme. Les quantités d'énergie sortant de la maison sont les déperditions des parois et par renouvellement, d'air et par les eaux usées et certaines pertes électriques (séchoir, ventilateur de cuisine, etc.). Les quantités de

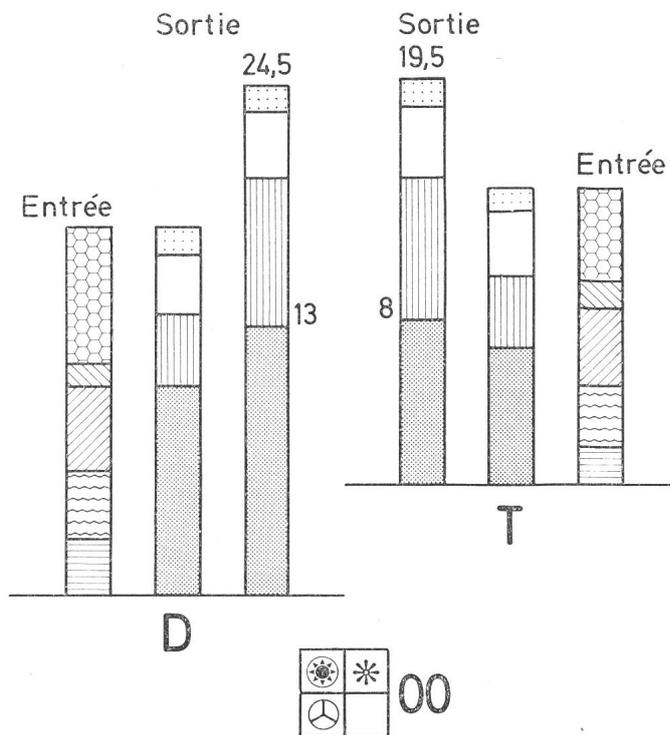
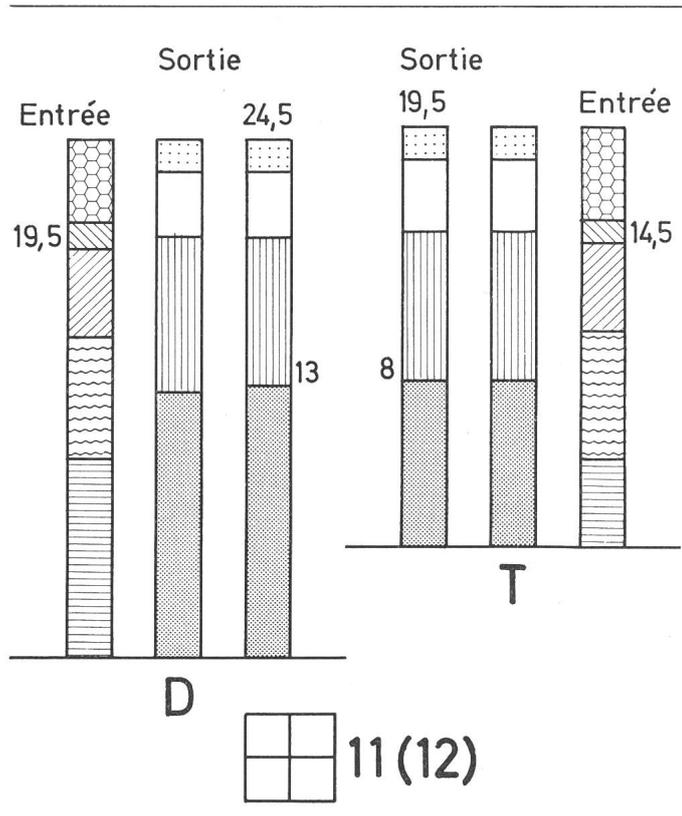


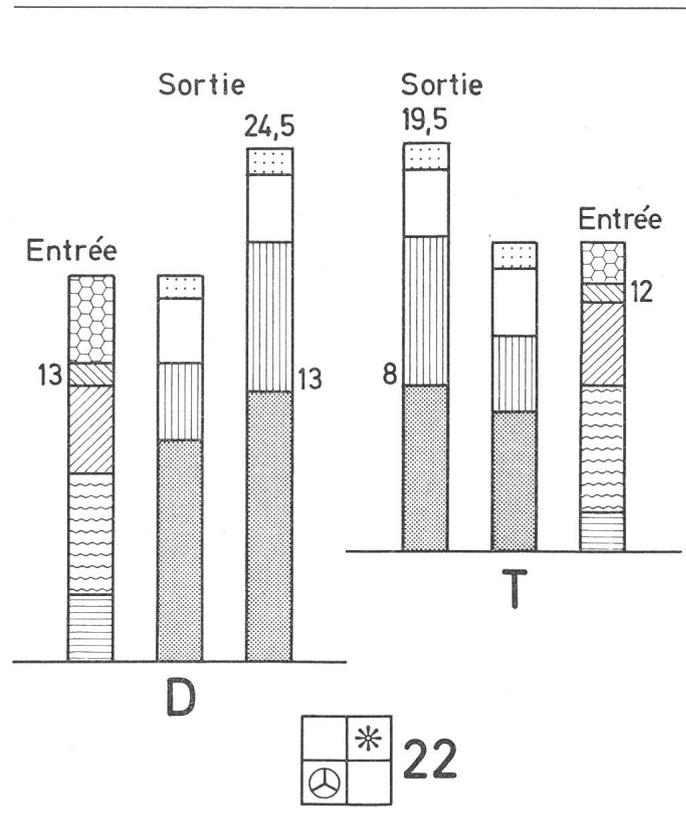
Fig. 4 Histogramme type de bilan énergétique annuel

Ici, le système de contrôle et la ventilation à récupération de chaleur raccourcit la colonne Sortie. La hauteur de la colonne Entrée est déterminée par celle de la colonne Sortie. (D = maison isolée, T = maison à terrasse, les chiffres représentent des MWh/an)

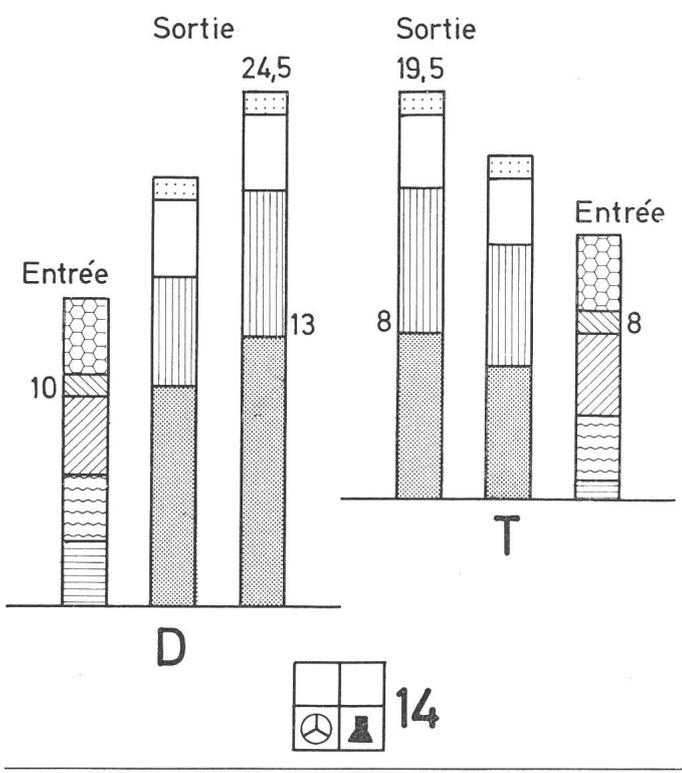
- Pertes électriques
- Soleil
- Personnes
- Eau chaude
- Electricité
- Chauffage
- Pertes par les eaux usées
- Déperditions par renouvellement d'air
- Déperditions par les parois, toit, fondation, etc.



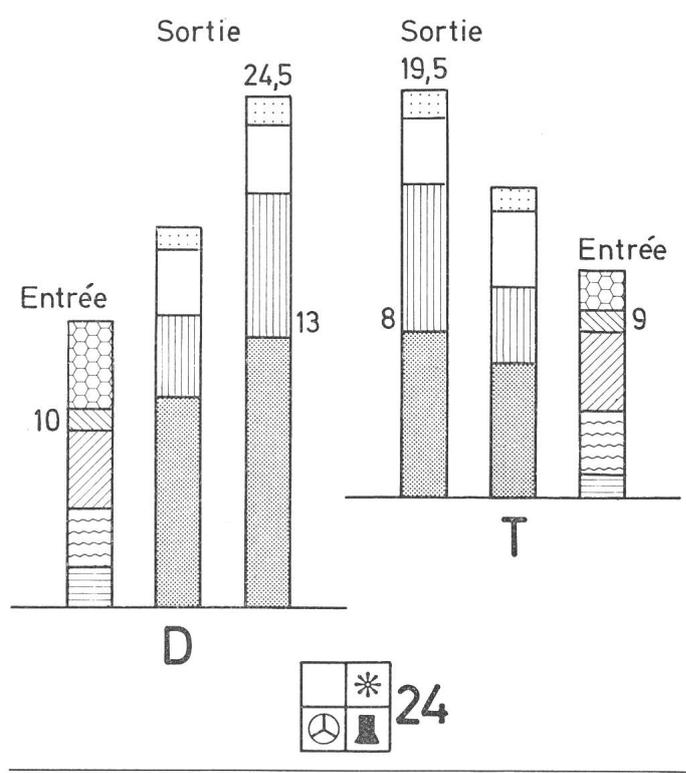
**Fig. 5 Bilan énergétique des maisons des groupes de référence 11 et 12**  
 Le double numéro indique que le système de contrôle existe mais ne sera pas mis en service pendant la période d'essai principale (quantités d'énergie, 19,5, 24,5, etc..., en MWh/an)



**Fig. 7 Le bilan énergétique des maisons N° 22**  
 Les déperditions par renouvellement d'air des colonnes Sortie ont été réduites de moitié. Le système de contrôle a apporté une réduction supplémentaire de 20 % des déperditions par les parois et par renouvellement d'air



**Fig. 6 Bilan énergétique des maisons N° 14**  
 Les colonnes Sortie ont été réduites par le contrôle de la température intérieure et la ventilation. La partie des colonnes Entrée qui correspond à l'eau chaude et au chauffage a été réduite de 50 % grâce à une pompe à chaleur ayant un COP = 2



**Fig. 8 Le bilan énergétique des maisons N° 24**  
 La réduction des déperditions par les parois et par renouvellement d'air est la même qu'en 22. La pompe de chaleur réduit alors de 50 % les colonnes correspondantes à l'eau chaude et au chauffage

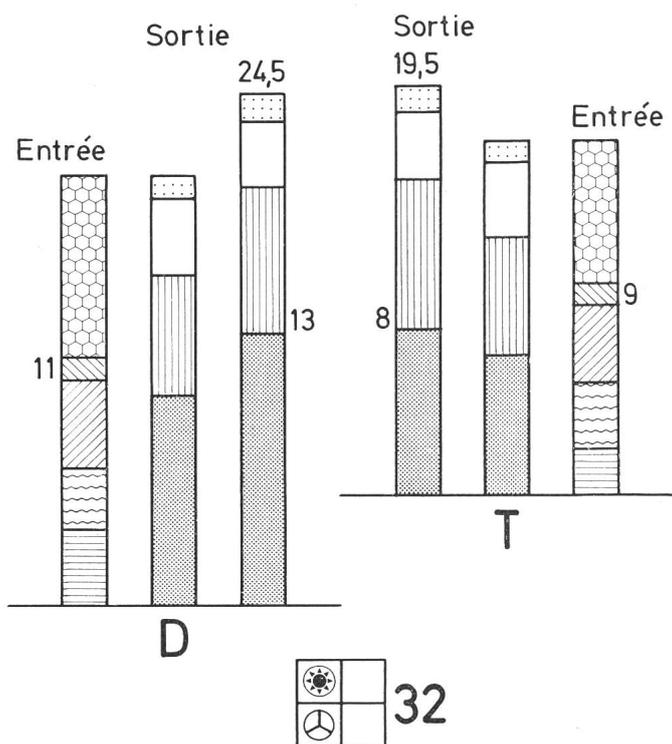


Fig. 9 Bilan énergétique des maisons N° 32

Le système de contrôle réduit les déperditions par parois et renouvellement d'air. Le chauffage solaire est transformé principalement en eau chaude

chaleur entrantes sont l'énergie fournie par le système de chauffage, par le chauffage de l'eau et par l'électricité domestique et la chaleur produite par les personnes et par le soleil. Les deux colonnes *entrée* et *sortie* seront égales si l'on néglige l'inertie thermique. Il est possible de le faire pour des périodes de plus d'une semaine, environ.

Dans la suite, les bilans représentés par les histogrammes représentent des valeurs annuelles (voir fig. 4 à 11).

Le bilan total calculé du groupe de référence est de 24500 kWh/an pour les maisons isolées et de 19500 pour les maisons à terrasse. L'énergie payée est respectivement de 19500 et 14500 kWh/an. Les systèmes installés réduisent l'énergie payée à des valeurs comprises entre 6000 et 13000 kWh/an. Ces valeurs doivent être considérées comme des résultats idéaux si tout fonctionne bien et qu'il n'apparaît pas de problèmes inattendus.

### 5. Evaluation

Toutes les maisons seront équipées d'un vaste appareillage de contrôle. Des appareils de mesure d'énergie, de température, de pression, etc., seront raccordés à des terminaux équipés de micro-calculateurs où les valeurs enregistrées seront classées et intégrées en moyennes horaires. De ces terminaux ou sous-centraux, les valeurs enregistrées seront transmises à une unité centrale principale où toutes les données seront emmagasinées sur bande. Le traitement des données se fera ensuite sur ordinateur.

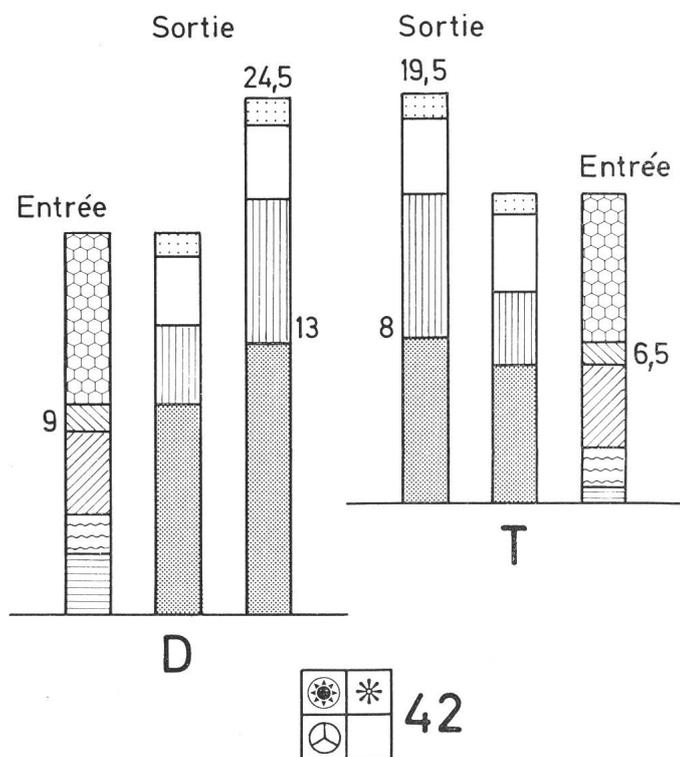


Fig. 10 Bilan énergétique des maisons N° 42

Si toutes les réductions étaient faites pour la maison à terrasse, le chauffage serait négatif. Le bilan représenté est très hypothétique

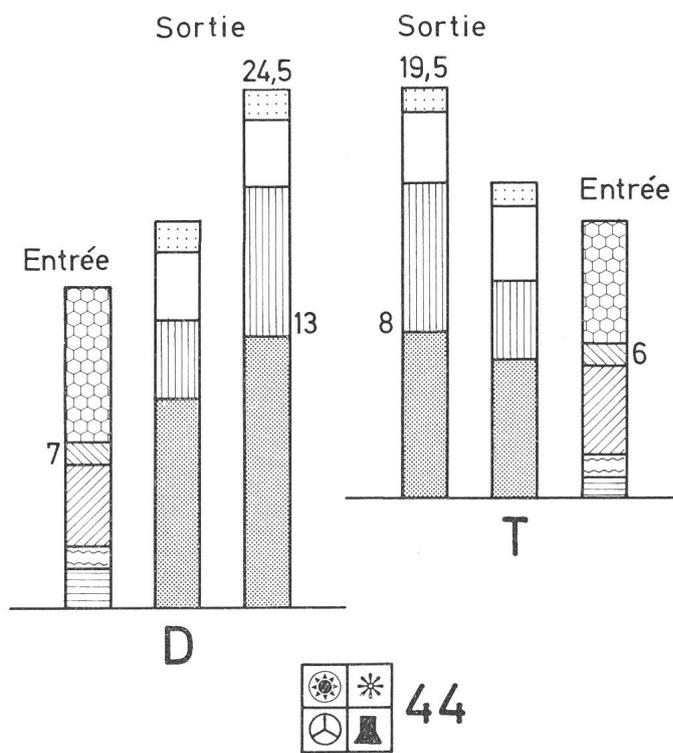


Fig. 11 Bilan énergétique de la maison N° 44

Il est très difficile de séparer le chauffage solaire de l'influence de la pompe de chaleur. Ce bilan aussi est une hypothèse

La simulation de données constituera une partie importante du travail d'évaluation. Les écarts observés entre les maisons d'un certain groupe (appartenant à la même classe statistique) seront déduits par simulation. Le plus grand nombre possible de maisons seront analysées statistiquement. Si possible, toutes les maisons à chauffage solaire formeront une classe (9 unités), toutes les maisons à pompe de chaleur une deuxième classe, etc. Cela sera très difficile car il faudra alors de très vastes opérations de simulations de données. Il faudra en tous cas définir un fonctionnement «normal» des maisons. Avant toute évaluation statistique, il faudra donner par simulation ce comportement normal à toutes les maisons. La normalisation signifie par exemple que pour pouvoir calculer des moyennes et des écarts types, il faudra préalablement égaliser par simulation l'atmosphère intérieure, l'activité humaine, l'usage d'électricité domestique et d'eau chaude, etc.

## 6. Remarques finales

Contraire à la planification initialement prévue, le projet a dû être différé de 2 à 3 mois. Des essais des maisons et de l'appareillage de contrôle seront effectués pendant l'hiver 1977/78. Les résultats définitifs ne sont pas attendus avant le début du printemps 1979.

L'expérience à grande échelle montre très nettement que la production en série de logements sophistiqués à faible énergie demandera une longue période avant que cette technique avancée soit prête pour une application générale. Cela pourrait être un des résultats les plus importants de toute l'expérience.

### Adresse de l'auteur

N.E. Lindsoug, ingénieur-conseil, Sven Tyrén AB, Mäster Samuelsgatan 42, Fack, 10340 Stockholm.

## Nationale und internationale Organisationen Organisations nationales et internationales



### UNPEDE: Studienkomitee für Wasserkrafterzeugung

Das Studienkomitee hat im Hinblick auf die Erstellung des Berichtes für den nächsten Kongress die folgenden Themen geprüft.

#### Energieerzeugungsanlagen

##### I. Technischer Aspekt

A. Gewisse Abweichungen bestehen zwischen den Betreibern in bezug auf die Qualität und die Zuverlässigkeit des Materials. Zum Teil wird die Meinung vertreten, dass die technischen Fortschritte nicht alle erhofften Vorteile bringen. Im besonderen werden erwähnt:

- a) Zu hohe Leistungsdichte pro Volumeneinheit,
- b) Industrielle Herstellung des Materials, dessen Erprobung ungenügend ist,
- c) Einsparung in den Studien, der Entwicklung und der Konstruktion,
- d) Ungeeignetes Material in bezug auf die Verwendungsbedingungen.

Aufgrund einer ungenügenden Verfügbarkeit stehen gewisse Kraftwerksbetreiber Problemen der Verwaltung, des Unterhaltes, der Inbetriebhaltung und der Erneuerung gegenüber, die von denjenigen, die im Stadium der Projektrealisierung vorauszu sehen waren, abweichen.

Diese Situation hat das Studienkomitee dazu geführt, eine vertiefte Studie dieser Probleme zu veranlassen,

- um eine Bilanz der Lage in den Ländern der UNPEDE zu erstellen,
- unter Umständen Empfehlungen vorzuschlagen, sowohl in bezug auf die Auswahl des Materials als auch auf die Vertragsbedingungen bei der Beschaffung des Materials.

Die Studie berücksichtigt auch die Preise des Materials im Laufe der letzten 10 Jahre.

B. Referenzliste der Produktionsanlagen. Das Studienkomitee sieht vor, eine Liste der verschiedenen Wasserkraftanlagen der UNPEDE-Länder zu erstellen, um den Erfahrungsaustausch zwischen den Kraftwerksbetreibern zu erleichtern.

In einer ersten Etappe stellt das Studienkomitee, in Zusammenarbeit mit dem Verband der Elektrizitätswerke Österreichs, einen Katalog der Charakteristiken der Pumpspeichieranlagen, die im Betrieb oder im Bau sind, zusammen.

### UNPEDE: Comité d'études de la production hydraulique

Le Comité a examiné les sujets suivants en vue d'établir un rapport pour le prochain congrès.

#### Aménagements de production d'énergie

##### I. Aspect technique

A) Certaines divergences sont apparues entre exploitants au sujet de la bienfaisance et de la fiabilité des matériels. De l'avis de certains, les progrès technologiques n'apportent pas tous les avantages espérés. Sont mis en cause en particulier les facteurs suivants:

- a) Economie dans les études, le développement et la construction.
- b) Industrialisation de matériels dont l'expérimentation est insuffisante.
- c) Concentration trop élevée de puissance par unité de volume.
- d) Matériels inadaptés aux conditions d'utilisation.

Du fait d'une disponibilité insuffisante, certains exploitants sont confrontés à des problèmes de gestion, d'entretien, de maintenance et de renouvellement fort différents de ceux envisagés au stade du projet de réalisation.

Cette situation a amené le comité à procéder à une étude approfondie de ces problèmes afin

- d'établir un bilan de la situation dans les pays de l'UNPEDE,
- de suggérer éventuellement des recommandations tant en ce qui concerne le choix des matériels que les clauses contractuelles d'acquisition de ces matériels.

L'étude en question tient compte aussi de l'évolution des prix des matériels au cours des 10 dernières années.

B) Le Comité envisage d'établir une liste des divers aménagements de production hydro-électriques des pays de l'UNPEDE afin de faciliter les échanges d'expériences entre exploitants.

En 1<sup>re</sup> étape, en collaboration avec «Verband der Elektrizitätswerke Österreichs», le comité établit un catalogue des caractéristiques des aménagements de pompage-turbinage en service ou en construction.