

La maison intelligente

Autor(en): **Morel, Nicolas / Blatti, Pierre**

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): **92 (2001)**

Heft 17

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-855740>

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.

La maison intelligente

Une maison à l'image de l'homme

Depuis plusieurs années, le laboratoire d'énergie solaire et de physique du bâtiment (Leso-PB) de l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) travaille à l'élaboration d'une maison intelligente. Buts de cette recherche: des pièces s'adaptant à leurs occupants au fil des saisons et des heures de la journée mais aussi des systèmes garantissant l'économie d'énergie. D'ailleurs, les énergies renouvelables, l'air, l'éclairage, le développement durable, la technologie et les outils informatiques sont au menu des activités de recherche des scientifiques du Leso-PB. Pour les

aider dans leurs diverses activités de recherche, l'équipe de ce laboratoire a construit, voici près de 20 ans, un bâtiment expérimental d'un nouveau genre. A l'intérieur de celui-ci, ils jouent les observateurs observés et tentent de reproduire virtuellement les mécanismes

Nicolas Morel, Pierre Blatti

d'adaptation du corps humain aux variations extérieures, afin de les appliquer à la physique du bâtiment. En élaborant cette intelligence artificielle, cerveau de la maison, le laboratoire de Lausanne inaugure une ère nouvelle.

Les projets de recherche visant à rendre plus «intelligents» les systèmes de réglages du bâtiment (chauffage, stores, éclairage artificiel, dans le cas du Leso-PB) semblent suivre une ligne déjà tracée par diverses recherches or, ils sont bien plus novateurs qu'il n'y paraît. En particulier, la rénovation du bâtiment dans lequel les chercheurs du laboratoire travaillent, dont le but est de rendre ce bâtiment plus conforme aux critères du développement durable, a été basée essentiellement sur deux aspects: une façade anidolique¹ pour une amélioration du confort visuel et pour une gestion d'énergie optimale et une intelligence virtuelle pour la gestion de la maison.

Application de l'intelligence virtuelle

Conventionnellement, l'automatisation fonctionne à partir de courbes calculées selon des moyennes de départ. Or, au Leso, les courbes sont reprogrammées

chaque jour et l'intelligence artificielle va étudier et apprendre à s'adapter aux conditions de vie des personnes. Le système élaboré par le Leso va changer de lui-même ses algorithmes. Certes, il existe déjà par exemple de nombreux stores commandés automatiquement, mais dans la plupart des cas, le résultat n'est pas satisfaisant, pour diverses raisons, dont la plus importante est la non prise en considération des vœux des utilisateurs. A Lausanne, les chercheurs ont travaillé à l'élaboration d'un algorithme de contrôle des stores qui s'adapte pro-

gressivement aux vœux des utilisateurs. Finalement, ce dernier n'a plus besoin d'intervenir manuellement puisque le système apprend les préférences de l'utilisateur. Il en va de même pour tous les autres systèmes de réglage implémentés au Leso-PB (chauffage et éclairage artificiel).

Un projet international

C'est notamment au cours du projet européen Edificio² qu'a été élaborée cette intelligence artificielle, permettant de contrôler les installations du bâtiment telles que le chauffage, le refroidissement, la ventilation, les stores ou encore l'éclairage artificiel et ce, de façon intégrée et optimale. La démonstration expérimentale de ces algorithmes par simulation et par la mesure sur trois bâtiments choisis de façon à couvrir l'ensemble des climats européens (Catane en Italie, Lausanne en Suisse et Helsinki en Finlande) fait aussi partie de ce projet.

Habiter son laboratoire

Entouré d'un complexe plutôt high-tech, le bâtiment Leso semble d'une autre époque avec ses murs étranges. Réalisé

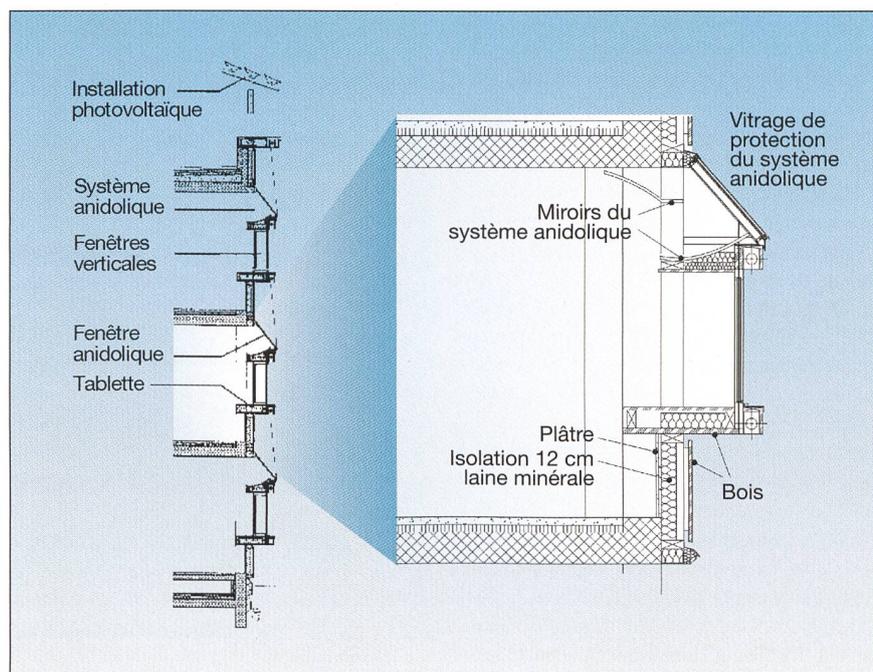


Fig. 1 Coupe verticale de la nouvelle façade sud

A gauche: vue des trois étages avec l'installation photovoltaïque; à droite: vue d'une pièce

en 1981, afin de permettre de tester «in situ» des façades solaires expérimentales, le bâtiment a été récemment équipé d'une nouvelle façade, après presque 20 ans d'expérimentations de divers composants modulaires, complètement démontables au gré des expériences. Conçue pour respecter les critères du développement durable, et notamment une consommation d'énergie très faible par rapport à la moyenne suisse, la façade assure également aux occupants du bâtiment un confort optimal. Un confort que les scientifiques souhaitent non seulement visuel mais aussi thermique et de qualité de l'air.

La façade anidolique

Chaque bureau du Leso a donc sa façade sud vitrée jusqu'à la moitié de sa hauteur environ, alliant en son sein vitres, bois et miroirs (fig. 1). Des stores externes peuvent être positionnés en fonction de la protection solaire désirée. Mais le point important de cette installation est un système de miroir placé sur une poutre horizontale qui sépare la vitre en deux parties (fig. 2). Il accentue la luminosité de la pièce en renvoyant la lumière extérieure sur le plafond et en illuminant ainsi le fond de la pièce.

Neuf laboratoires équipés

Le bâtiment est composé de trois niveaux, subdivisés chacun en trois parties distinctes, et offre ainsi neuf unités physiquement indépendantes. Ces unités sont isolées thermiquement les unes des autres. Elles disposent chacune d'un système de chauffage propre avec compteur d'énergie, d'un dispositif automatique de mesure d'échange d'air entre unités et avec l'extérieur, ainsi que d'un module d'acquisition des données. Cet équipement a permis de mesurer simultanément et dans les mêmes conditions de climat et d'utilisation jusqu'à neuf éléments de façades.

Du point de vue architectural, la façade est équilibrée et s'intègre harmonieusement au bâtiment en maçonnerie. Les éléments anidoliques inclinés captent la lumière zénithale, tout en protégeant les fenêtres des intempéries. Les tablettes des fenêtres, en saillie, permettent d'accueillir les stores et protègent efficacement les contre-cœurs en bois. Finalement, le mouvement en zigzag, donné aux fenêtres pour des raisons architecturales, contribue à les distinguer des parties anidoliques continues et parallèles à la façade. Grâce à cette technique, l'employé à son poste bénéficie d'une lumière naturelle et agréable, même à plu-

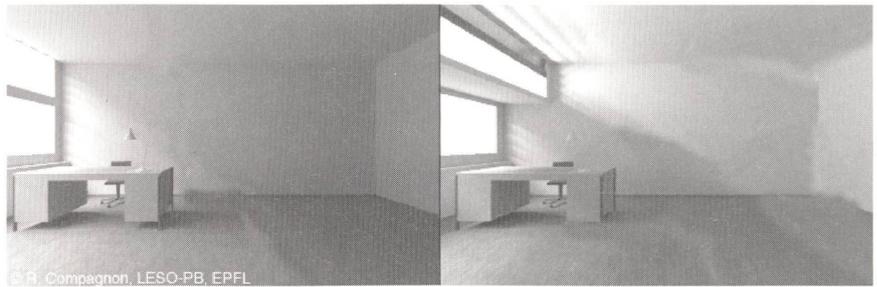


Fig. 2 Comparaison entre un système anidolique et une fenêtre standard

Ces deux images, générées par un programme de lancer de rayon («ray-tracing»), montrent clairement, par comparaison entre une fenêtre conventionnelle (à gauche) et un système anidolique (à droite), le supplément d'éclairage naturel assuré au fond de la pièce par le système anidolique.

sieurs mètres de distance de la fenêtre (fig. 3 à 5).

Les stores lui évitent l'excès de chaleur et, point important, permettent d'économiser l'énergie que consommerait une climatisation dans les mêmes conditions, en l'absence de stores. Par ailleurs, le système anidolique permet de diminuer de façon considérable les besoins en éclairage artificiel. Dans son état initial, le bâtiment se caractérisait déjà par de faibles besoins en énergie, seulement 190 MJ/m² de plancher par an. Au fil des années, cet indice a légèrement augmenté du fait de l'extension de l'équipement informatique du bâtiment. Les apports électriques ne couvraient pas moins de la moitié des besoins en chauffage. A pré-

sent, les améliorations attendues, dues au changement de façade, se situent essentiellement au niveau des besoins en éclairage artificiel et de l'amélioration du confort estival.

Le nerf de la maison

Après avoir testé plusieurs systèmes de bus d'installation, les chercheurs de Lausanne ont retenu l'instabus EIB de Siemens. L'ensemble des installations techniques du bâtiment a été amélioré: les anciens luminaires des bureaux et des espaces de circulation ont été remplacés par des modèles récents plus efficaces. L'installation électrique traditionnelle a fait place à un unique instabus EIB regroup-

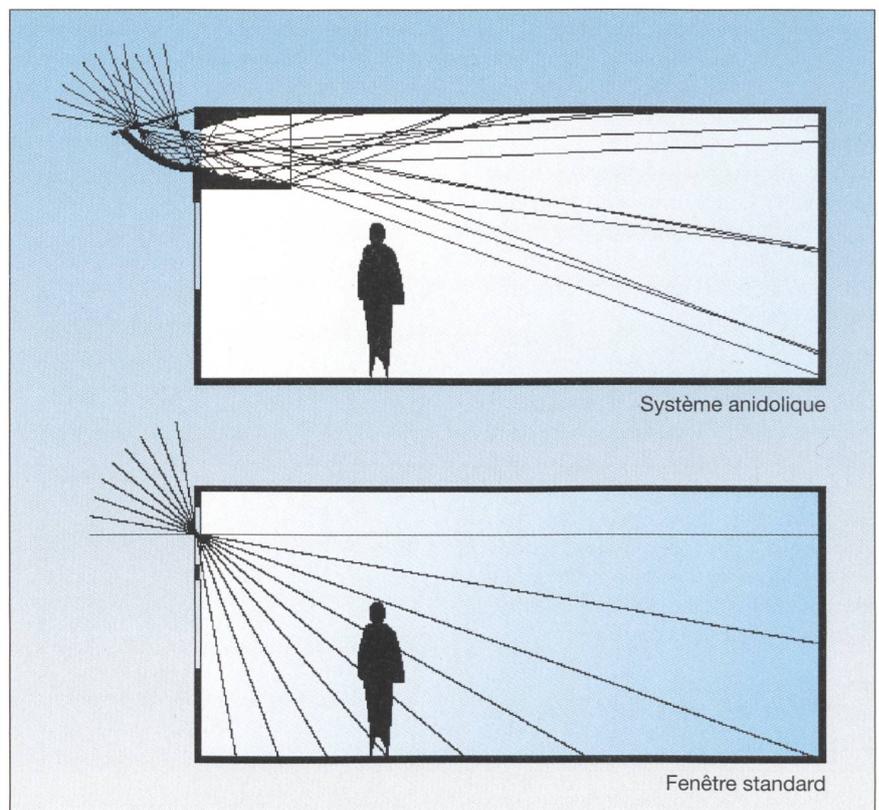


Fig. 3 Comparé à une fenêtre standard (figure en bas), le système anidolique renvoie la lumière au fond de la pièce (figure en haut).



Fig. 4 Vue du système anidolique depuis l'intérieur du bâtiment

pant l'ensemble des installations techniques. Grâce à ce bus, les appareils et les consommateurs d'énergie peuvent communiquer entre eux par le biais de puces électroniques intégrées qui utilisent un câble à deux fils comme une ligne téléphonique. Le réglage du chauffage, des stores automatiques, de la lumière et d'une multitude d'autres appareils électriques peut alors être décentralisé et un

seul interrupteur permet une commande simultanée. En l'état actuel des choses, le système doit être géré manuellement par les scientifiques de l'EPFL. Mais bientôt, c'est un logiciel, une intelligence artificielle qui devrait remplacer la main de l'homme. La maison du futur sera alors une bâtisse intelligente, réfléchissant par elle-même et s'adaptant automatiquement aux conditions d'ensoleillement,

aux températures mais aussi aux désirs de ses habitants.

L'intelligence décentralisée

Au Leso, le bus a été installé conventionnellement sur cinq lignes auxquelles correspondent 179 participants constitués par des capteurs, des actionneurs et des détecteurs. L'avantage est que chaque participant est intelligent et sait avec quels éléments il doit agir (fig. 6). En même temps, tout le système est sous le contrôle de l'intelligence artificielle. Basé sur des modules Siemens EIB, le système comprend dans chaque local une commande de chauffage, de stores et d'éclairage artificiel, un détecteur de présence des personnes, une mesure de l'éclairement, une mesure de la température de l'air, un détecteur d'ouverture de fenêtres ainsi que les actionneurs nécessaires pour commander le chauffage, les stores et les luminaires. Chacun de ces modules est muni d'un microprocesseur dans lequel sont chargés les paramètres de sa propre fonction: «L'intelligence» est donc décentralisée dans chacun des modules. La communication se fait par l'intermédiaire de télégrammes envoyés sur la ligne du bus qui assure également l'alimentation.

Ce système permet à un PC branché sur le bus de commander l'ensemble des installations techniques et c'est là la finalité de cette installation: il s'agit de mettre en place une régulation de plus haut niveau sur l'ensemble du bâtiment, non seulement sur le chauffage, mais aussi sur les stores, l'éclairage artificiel ainsi que la ventilation nocturne.

A terme, ce système doit permettre une meilleure gestion de l'énergie et du confort, tout en laissant à l'occupant la possibilité d'adapter les consignes de température ou d'agir sur les stores. Il est à noter que le système d'instabus peut également fonctionner sans l'aide de l'intelligence artificielle mais de façon conventionnelle.

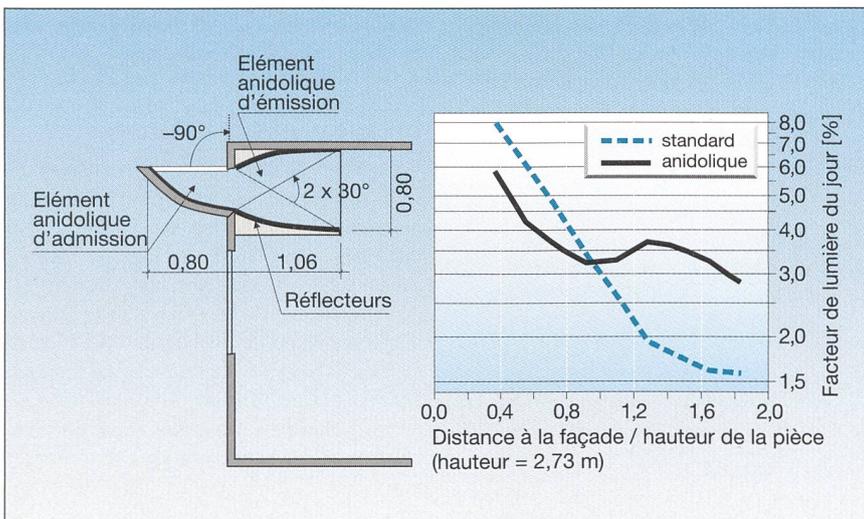


Fig. 5 Facteur de lumière du jour en fonction de la distance à la façade

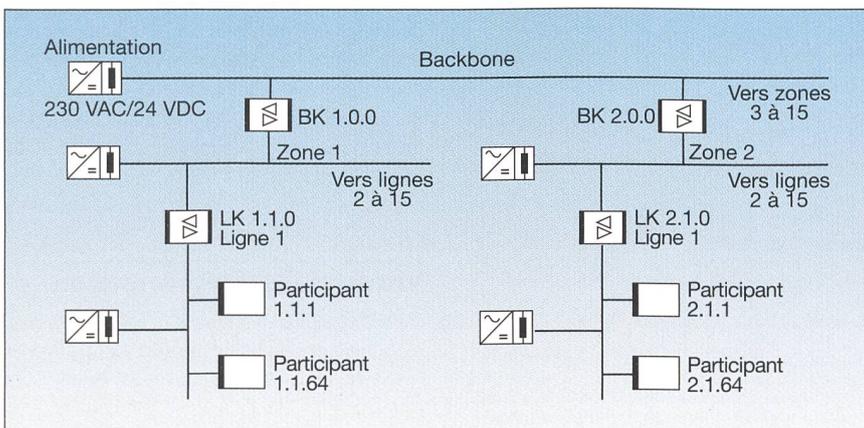


Fig. 6 Le regroupement de plusieurs lignes constitue une zone.

De la technique et de l'économie

L'intégration d'éléments anidoliques à la façade sud, ainsi que le remplacement des luminaires ont permis de réduire sensiblement les besoins en éclairage artificiel. La différence est sensible dans la partie arrière de la pièce où l'autonomie en éclairage naturel, durant les heures d'occupation, passe de 10 à 38%, soit une économie moyenne d'éclairage artificiel comprise entre 14 et 28%, selon la place de travail considérée et le comportement de l'occupant (tableau I).

Le bâtiment dispose de deux circuits électriques: un circuit «lumière» (230 V), essentiellement destiné à l'éclairage et aux petits appareils et un circuit «force» (230/400 V), dédié aux équipements plus gourmands en énergie (principalement le chauffage). La consommation mesurée comprend l'éclairage artificiel et les ordinateurs personnels installés dans les bureaux. Si l'on tient compte du fait que les besoins en éclairage artificiel sont pratiquement nuls durant la période de juin à août, la consommation moyenne des ordinateurs personnels atteint 120 MJ/jour, soit une puissance moyenne d'environ 1,8 W/m² de plancher.

Suite au remplacement des luminaires du bâtiment, les besoins en éclairage artificiel ont passé de 35,3 GJ, pour la période du 1^{er} juin 1999 au 31 mai 2000, à 24,7 GJ, pour la période du 1^{er} juin 2000 au 31 mai 2001, soit un gain de 30%. Le tableau II montre l'évolution des puissances installées et appelées. On note en particulier une diminution de plus de la moitié de la puissance installée.

Les besoins en chauffage du bâtiment sont assurés par des radiateurs électriques, dans la partie sud du bâtiment, et par des radiateurs à eau, dans la partie nord. Le chauffage étant coupé de juin à octobre, la consommation moyenne des machines (atelier et serveur informatique) qui sont également branchées

sur le courant «force», atteint 125 MJ/jour, soit une puissance moyenne de 1,85 W/m² de plancher.

Une approche bio-mimétique

Elément original de la recherche: l'approche dérivée des sciences du vivant. Pour mieux comprendre les fonctions que doit remplir la maison, les scientifiques se sont basés sur la mécanique humaine et ses composantes.

A l'exemple de la peau

Ils ont ainsi créé une gestion bio-mimétique des installations techniques et c'est un véritable système nerveux électronique qu'ils ont élaboré au Leso. Comme notre peau qui est recouverte de cellules nerveuses, le bâtiment a été équipé de capteurs et de détecteurs. Repérant la présence, la luminosité, la température de l'air et bien d'autres variables (notamment les conditions météorologiques), ces terminaisons sont reliées au logiciel.

Après avoir traité l'information, ce «cerveau domestique» va gérer tous les appareils électriques pour que les conditions de vie à l'intérieur de la maison soient optimales et que la consommation d'énergie soit restreinte. En effet, il ne faut pas négliger les progrès écologiques que laisse entrevoir cette étude. Bien

qu'assez complexe dans son fonctionnement, l'architecture intelligente permettra de réduire les besoins énergétiques de façon importante. De plus, des capteurs photovoltaïques permettront de couvrir une bonne partie des besoins en électricité correspondant aux appareils. Le laboratoire de Lausanne utilise d'ailleurs de tels panneaux solaires qui ne suffisent certes pas à l'alimenter complètement mais qui lui fournissent déjà une partie non négligeable de son électricité.

Des algorithmes bio-mimétiques permettent de doter le bâtiment de propriétés analogues à celles d'un être vivant, à savoir la capacité de s'adapter à un environnement changeant et à conserver de façon interne des conditions propres à la vie. L'aspect bio-mimétique est aussi lié au fait que les techniques informatiques et mathématiques utilisées pour les algorithmes de réglage s'inspirent du fonctionnement des êtres vivants. Pour ce faire, la logique floue, des réseaux de neurones artificiels et des algorithmes génétiques sont utilisés. Avec des façades anidoliques en guise de peau, un système EIB pour nerfs et un logiciel pour cerveau, la maison de demain ressemblera en tous points à ses habitants.

Un futur pas si lointain

Si les recherches sur ces maisons du futur sont déjà bien entamées, l'équipe de physiciens et d'architectes se heurte à quelques problèmes de logiciel. Après avoir utilisé divers systèmes d'exploitation, une nouvelle programmation va permettre une meilleure compatibilité entre le bus EIB et le cerveau de la maison. Une fois la gestion informatique mise au point, habiter ou travailler dans un bâtiment intelligent ne sera plus une utopie, mais bel et bien une réalité de notre époque. Mais, il ne suffira pas de construire des bâtiments intelligents, il faudra également adopter une conception intelligente. En effet, après des excès de démesure et de négligence du confort et de la fonctionnalité au profit du style, les professionnels se recentrent sur l'homme et sur ses besoins. L'habitat se conçoit à nouveau à l'échelle humaine et c'est là, la plus grande qualité de la maison de demain.

	Mesures	Calcul	Unités	
Saison de chauffage	Pertes thermiques spécifiques			
	Signature énergétique	0,72	xx	W/m ² K
	Bilan calculé	xx	0,79	W/m ² K
	Besoins bruts en chaleur	xx	287	MJ/m ²
	Gains utiles			
	Personnes	xx	-6	MJ/m ²
	Lumière et appareils	xx	-70	MJ/m ²
Année	Apports solaires	xx	-136	MJ/m ²
	Besoins nets en chaleur	76	75	MJ/m²
	Autres besoins et apports			
	Eclairage	42	xx	MJ/m ²
	Informatique et machines	129,4	xx	MJ/m ²
	Installation photovoltaïque	-15,4	xx	MJ/m ²
	Indice énergétique total	232	xx	MJ/m²

Tab. I Principaux éléments du bilan énergétique du Leso

Période considérée	Puissance installée [W/m ²]	Puissance moyenne consommée	
		en décembre [W/m ²]	sur l'année [W/m ²]
1 juin 1999 au 31 mai 2000	19,5	2,65	1,43
1 juin 2000 au 31 mai 2001	9,0	1,6	1,0

Tab. II Gain sur l'éclairage artificiel résultant du remplacement des luminaires

Vitrages électrochromiques

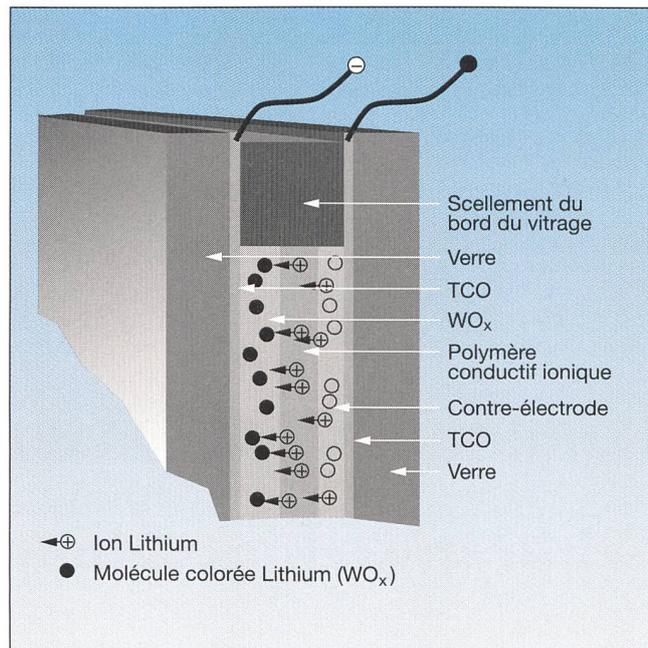
L'efficacité optique élevée des systèmes d'éclairage naturel anidoliques (sans formation d'image) peut engendrer des troubles de la vue et provoquer une gêne en cas de ciel dégagé: le puissant rayonnement solaire provoquerait

l'éblouissement s'il touchait directement les habitants du bâtiment. La possibilité de contrôler le flux de lumière du jour collectée par le système anidolique à l'aide d'un vitrage électrochromique est une idée très intéressante qui requiert des essais plus approfondis.

Les éléments de base d'un dispositif électrochromique sont les couches de films d'oxydes conductrices transparentes. Ces couches d'oxydes permettent le déplacement des ions. Le cœur du dispositif est formé par un matériau polymère. Il sert d'électrolyte et de conducteur ionique car il permet la transmission élevée pour les ions et est pratiquement imperméable aux électrons. Le principe de ce mécanisme est donné dans la figure 7.

Lorsqu'une tension est appliquée entre les conducteurs transparents, un champ électrique s'établit et des ions se déplacent uniformément en entrant et sortant du film électrochromique. Et si des ions sont insérés, il se produit un contre-courant d'équilibrage de charges. Le contre-courant ionique d'équilibrage de charges traverse le circuit externe, puis induit une variation de la densité d'électrons dans le matériau électrochromique en provoquant une modulation de ses propriétés

Fig. 7 Principes d'un vitrage électrochromique
TCO = oxyde conducteur transparent; WO_x = oxyde de Tungstène



optiques. En fonction de l'oxyde électrochromique utilisé, l'injection d'électrons peut augmenter ou diminuer la transparence. L'oxyde de Tungstène (WO_x) peut être transformé de manière réversible d'un état transparent vers un état bleu

foncé de faible transparence alors que l'électrode de stockage ionique reste pratiquement inchangée. Comme le conducteur ionique a une conductivité électronique négligeable, le dispositif présente une mémoire de circuit ouvert, de sorte que les propriétés optiques restent stables après avoir coupé la tension.

Les exigences pour l'utilisation pratique du principe électrochromique résident dans la durabilité des couches, une conductivité suffisante pour que le processus de modulation soit rapide et une grande capacité de coloration.

Adresses des auteurs

Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Leso-PB/EPFL, 1015 Lausanne; Dr. *Nicolas Morel*; nicolas.morel@epfl.ch; Siemens Suisse SA, 1020 Renens; *Pierre Blatti*, ingénieur de vente, pierre.blatti@siemens.ch

¹ Anidolique vient des mots grecs anciens *an* = sans, *eidolon* = image

² Edificio = Efficient Design Incorporating Fundamental Improvements for Control and Integrated Optimization

Das intelligente Haus

Seit mehreren Jahren arbeitet das Labor für Solarenergie und Gebäudephysik (Leso-PB) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) an der Ausführung eines intelligenten Gebäudes. Die damit verfolgten Ziele sind einerseits die Entwicklung von Zimmern, die sich an den tageszeitlichen und saisonalen Wandel ihrer Bewohner anpassen, und andererseits die Entwicklung von Systemen, die einen sparsamen Umgang mit Energie garantieren. Daher beschäftigen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Weiteren mit erneuerbaren Energien und der nachhaltigen Entwicklung.

Im Zentrum des Interesses stehen für die Forscher drei Aspekte: eine anidolische Fassade zur Verbesserung der Lichtverhältnisse, ein optimales Energiemanagement sowie der Einsatz virtueller Intelligenz für das Hausleitsystem.

Lebensqualität

bedeutet *Sicherheit* zu fühlen.

Den Schutz Ihrer Anlagen
können wir mit unseren
Schirmanschlussklemmen
gewährleisten.

Konzepte fürs neue Jahrtausend

Hofackerstrasse 47, Postfach 948, CH-4132 Muttenz 1
Tel. 061/ 466 33 33, Fax 061/ 461 96 06, www.woertz.ch

woertz 

Elektrizitätsmarktverordnung

Brennpunktt Themen:

- Startphase und flankierende Massnahmen der Verordnung
- Netzzugang und Netznutzung aus Sicht der Endverteiler
- Notwendigkeit und Funktionsweise des Bilanzgruppenmodells
- Vertragsbeziehungen und -gestaltung im liberalisierten Energiemarkt
- Stellung Erneuerbarer Energien in der Energielandschaft
- Neuausrichtung des Energiehandels
- Datenerfassung und Bereitstellung vom Zähler bis zum Abrechnungssystem

Fachkonferenz: 24. und 25. Oktober 2001, Renaissance Zürich Hotel

**Der schnellste Weg:
fotokopieren und faxen an:
+49/(0)6196/585-363**

Veranstalter: IIR Deutschland GmbH
Otto-Volger-Strasse 17, D-65843 Sulzbach/Ts.
Telefon: 06196/585-327, Telefax: 06196/585-363
IIR Online: <http://www.iir.de>
oder E-Mail: anmeldung@iir-germany.com

IIR Deutschland GmbH
...denn Wissen entscheidet

- Bitte senden Sie mir die ausführliche Konferenzbroschüre zu.
 Bitte senden Sie mir Informationen zu Ausstellungs- und Sponsoringmöglichkeiten.

A0555R-10

Name: _____

Vorname: _____

Position: _____ Abteilung: _____

Firma: _____

Straße/Pf.: _____ PLZ/Ort: _____

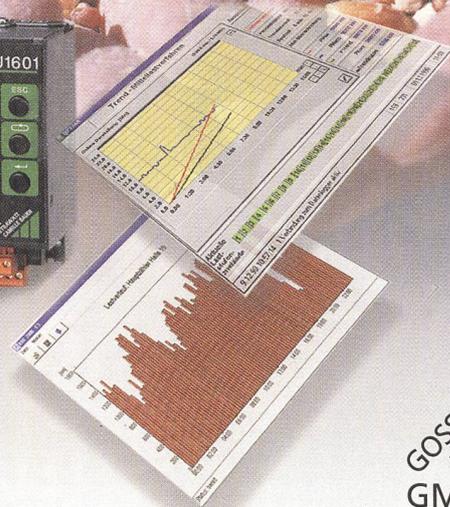
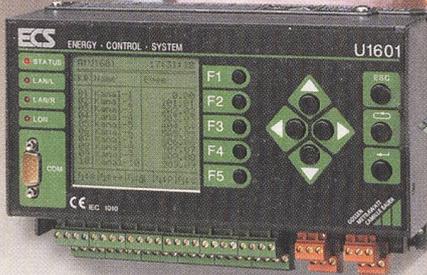
Telefon: _____ Telefax: _____

E-Mail: _____

Ressourcen wertschätzen und wirtschaftlich Handeln beim Einsatz von Strom, Wasser, Druckluft, Gas und Dampf.

Ihr Experte - das ECS Energy Control System liefert Lösungen von A wie Analyse bis Z wie Zählerfernauslesung.

Der Experte schafft ganzheitliche Lösungen, Energie effizient zu nutzen und zu verrechnen.



GMC-Instruments Schweiz AG
Glattalstrasse 63
CH-8052 Zürich
Tel. 01 302 35 35
Fax 01 302 17 49

route du Pavement 30
CH-1018 Lausanne
Tél. 021 647 99 49
Fax 021 647 99 23

e-mail: info@ch.gmc-instruments.com
Internet: www.gmc-instruments.com

ineltec
Halle 2.1, Stand D09

DER EXPERTE

GOSSEN
METRAWATT
CAMILLE BAUER
GMC-Instruments

NSE

Die Profis für Hochspannungsanlagen

- ❑ Dienstleistungen
Projektleitung; Beratung;
Schulung
- ❑ Wartung und Unterhalt
Prüfen von Schutz- und
Schaltgeräten/Anlagen
- ❑ Analysen
Netzanalyse; Schutzstudie;
Schutzkonzept
- ❑ Messungen
nach SEV-
und EN-Norm
- ❑ Verkauf Produkte
Schutzrelais;
KS-Anzeiger;
-Prüfgeräte

**Wir finden
Lösungen
für Ihre
Schutztechnik**

NSE GmbH – Netz Schutz Engineering
Bremgartenstrasse 54
5610 Wohlen
www.nse.ch
Tel. ++41 (0)56 621 92 92
Fax ++41 (0)56 621 92 82
E-Mail: info@nse.ch

Gerne begrüßen wir Sie an der ineltec 2001
in der Halle 1 am Stand E01!

Ringkern-
trafos
Stromver-
sorgungen
Front-
platten
Stromver-
lastaturen
Kabelver-
schraubung
Stapel-
verbinder
Schilder
Etiketten
Spezial-
etiketten
Drucker
Systeme
Software
Fordern Sie den Katalog an

**Robust. Zuverlässig.
Kabelverschraubungen**



S+K

Schärer + Kunz AG
Postfach 757
CH-8010 Zürich
Tel. 01-434 80 87
Fax 01-434 80 90

CH-2017 Boudry
Tél. 032-842 57 64

Steckverbinder



PG und metrisch
EMV



admin@suk.ch www.suk.ch

USV

400 VA – 8000 kVA

Erfahrenes Team,
perfekte
Organisation und
hervorragende
Produkte: CTA
– alles für die
sichere Strom-
versorgung!



CTA

Energy Systems

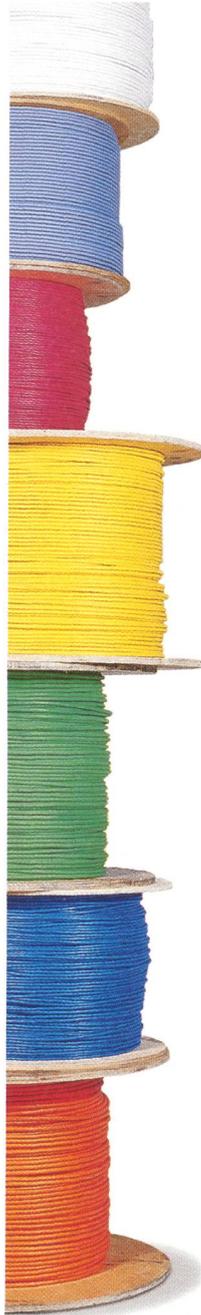
Bern CTA Energy Systems AG
Hunzikenstrasse 2, 3110 Münsingen
Telefon 031 720 10 43

Baar CTA Energy Systems AG
Blegistrasse 13, 6340 Baar
Telefon 041 766 40 00

www.usv.ch
usv@cta.ch

Ein grenzenloses Kabel- sortiment.

Wir führen ständig Tausende von Kilometern an Daten- und Kommunikationskabeln für Sie an Lager.

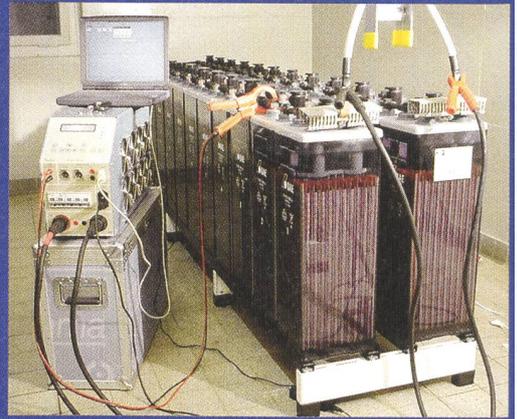


BKS

BKS Kabel-Service AG
Fabrikstrasse 8
CH-4552 Derendingen
Tel: +41/32-681 54 54
Fax: +41/32-681 54 59
e-mail: bksmail@bks.ch

www.bks.ch

BATTERIE PRÜFUNG LEICHT GEMACHT



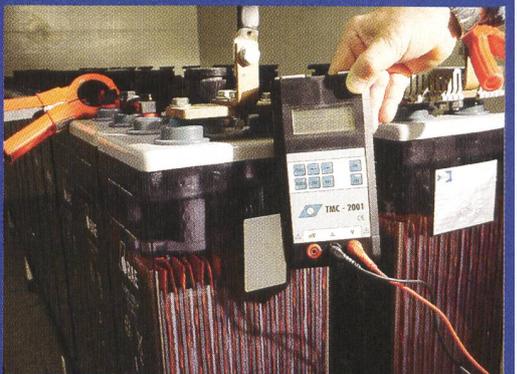
Zellenspannung
mit Batterie-Management



Dichte & Temperatur
mit TMC95 erfassen und verwalten



Beim nächsten Kontrollgang..
TMC95 erkennt Ihre Batterie automatisch



Programma®

Programma Electric AG, CH-5727 Oberkulm
Tel. 062 768 2030, Fax 062 768 2033
www.programma.se, programma@swissonline.ch